

A 3109 D

BERLIN

# FUNK- TECHNIK

SCHEIBEN-DRUCKER

13

1972 ++

1. JULIHEFT

# Fachliteratur von hoher Qualität



## Handbuch für Hochfrequenz- und Elektro-Techniker

I. Band:	728 Seiten · 646 Bilder	Ganzleinen 22,50 DM
II. Band:	760 Seiten · 638 Bilder	Ganzleinen 22,50 DM
III. Band:	744 Seiten · 669 Bilder	Ganzleinen 22,50 DM
IV. Band:	826 Seiten · 769 Bilder	Ganzleinen 22,50 DM
V. Band:	Fachwörterbuch mit Definitionen und Abbildungen 810 Seiten · 514 Bilder	Ganzleinen 28,- DM
VI. Band:	765 Seiten · 600 Bilder	Ganzleinen 22,50 DM
VII. Band:	743 Seiten · 538 Bilder	Ganzleinen 22,50 DM
VIII. Band:	755 Seiten · 537 Bilder	Ganzleinen 22,50 DM

## Oszilloskop-Meßtechnik

Grundlagen und Anwendungen von Elektronenstrahl-Oszilloskopen von J. CZECH	684 Seiten · 636 Bilder · 17 Tabellen	Ganzleinen 38,- DM
---	---------------------------------------	--------------------

## Schaltungen und Elemente der digitalen Technik

Eigenschaften und Dimensionierungsregeln zum praktischen Gebrauch von KONRAD BARTELS und BORIS OKLOBDZIA	156 Seiten · 103 Bilder	Ganzleinen 21,- DM
---	-------------------------	--------------------

## Transistor-Schaltungstechnik

von HERBERT LENNARTZ und WERNER TAEGER	254 Seiten · 284 Bilder · 4 Tabellen	Ganzleinen 27,- DM
--	--------------------------------------	--------------------

## Mikrowellen

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

## Elektrische Nachrichtentechnik

I. Band: Grundlagen, Theorie und Berechnung passiver Übertragungsnetzwerke von Dozent Dr.-Ing. HEINRICH SCHRODER	650 Seiten · 392 Bilder · 7 Tabellen	Ganzleinen 40,- DM
II. Band: Röhren und Transistoren mit ihren Anwendungen bei der Verstärkung, Gleichrichtung und Erzeugung von Sinusschwingungen von Dozent Dr.-Ing. HEINRICH SCHRODER	603 Seiten · 411 Bilder · 14 Tabellen	Ganzleinen 40,- DM
III. Band: Grundlagen der Impulstechnik und ihre Anwendung beim Fernsehen von Dozent Dr.-Ing. HEINRICH SCHRODER Dozent Dipl.-Ing. GERHARD FELDMANN Dozent Dr.-Ing. GUNTHER ROMMEL	764 Seiten · 549 Bilder	Ganzleinen 52,50 DM Erscheint voraussichtlich im Spätsommer dieses Jahres

Zu beziehen durch jede Buchhandlung im Inland und Ausland sowie durch den Verlag

## VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH

1 BERLIN 52 (BORSIGWALDE)

## Computer-Technik – leicht verständlich

von Dr. HERMANN RECHBERGER  
227 Seiten · 76 Bilder · 16 Tabellen

Ganzleinen 32,- DM

## Handbuch der Elektronik

Bauelemente und industrielle Schaltungstechnik

Herausgeber: Dr. REINHARD KRETMANN  
Mitautoren: Ing. PAUL GERKE · Ing. FRANZ KUNZ  
529 Seiten · 478 Bilder · 17 Tabellen

Ganzleinen 42,- DM

## Technik des Farbfernsehens in Theorie und Praxis

NTSC · PAL · SECAM

von Dr.-Ing. NORBERT MAYER (IRT)  
330 Seiten mit vielen Tabellen · 206 Bilder · Farbbildanhang  
110 Schriftumsangaben Amerikanische/englische Fachwörter  
Ganzleinen 32,- DM

## Praxis der Rundfunk-Stereofonie

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

Ganzleinen 19,50 DM

Prüfen · Messen · Abgleichen

## Service an Farbfernsehempfängern

PAL · SECAM

von WINFRIED KNOBLOCH  
176 Seiten · 64 Bilder

Ganzleinen 23,- DM

## Kompendium der Photographie

von Dr. EDWIN MUTTER

I. Band: Die Grundlagen der Photographie Zweite, verbesserte und erweiterte Auflage	358 Seiten · 157 Bilder	Ganzleinen 27,50 DM
II. Band: Die Negativ-, Diapositiv- und Umkehrverfahren	334 Seiten · 51 Bilder	Ganzleinen 27,50 DM
III. Band: Die Positivverfahren, ihre Technik und Anwendung	304 Seiten · 40 Bilder · 27 Tabellen	Ganzleinen 27,50 DM

gelesen · gehört · gesehen	464
FT meldet	466
Elektrotechnische Normen und Vorschriften	467
Rundfunk Hi-Fi-Steuergerät „regie 510“	469
Kommerzielle Funktechnik Navigationssystem „Omega“	473
Halbleiter Gunnemente und Schottky-Barrier-Dioden	477
Wirtschaft	480
Lautsprecher Modulationsverzerrungen in Lautsprechern	481
Die Ausgangsleistung	483
Für den KW-Amateur DARC-Europatreffen 1972 in Wolfsburg	484
Der QTH-Kenner und seine Bedeutung für den Funkamateure	486
Von Sendern und Programmen Großsendestelle Wertachtal in Betrieb genommen	488
Kraftfahrzeug-Elektronik Kfz-Drehzahlmesser für externe Anwendung	489
Neue Geräte	491
Für den jungen Techniker Der Multivibrator in Theorie und Praxis	492

Unser Titelbild: Eine Baugruppe, die nach ihrem Einbau in den deutsch-französischen experimentellen Nachrichtensatelliten Symphonie die wahlweise Verbindung des Senderverstärker-Ausganges mit dem Eingang einer der beiden SHF-Antennen für die euro-afrikanische beziehungsweise amerikanische Ausleuchtroute herstellt, wird im Labor von AEG-Telefunken in einer Weltraum-Simulationskammer geprüft.

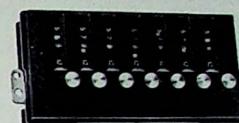
Aufnahme: AEG-Telefunken

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

VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH, 1 Berlin 52 (Borsigwalde), Eichborndamm 141-167. Tel.: (0311) 4121031. Telex: 01 81 632 vrkt. Telegramme: Funktechnik Berlin. Chefredakteur: Wilhelm Roth; Stellvertreter: Albert Jänicke, Ulrich Radke; Techn. Redakteur: Wolfgang Kamecke, sämtlich Berlin. Chefkorrespondent: Werner W. Diefenbach, Kempten/Allgäu. Anzeigenleitung: Marianne Weidemann. Stellvertreter: Dietrich Gebhardt; Chegraphiker: Bernh. W. Beerwirth. Zahlungen an: VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH, Postscheck-Konto: Berlin West 76 64 oder Bank für Handel und Industrie AG, 1 Berlin 65, Konto 7 9302. Die FUNK-TECHNIK erscheint monatlich zweimal. Preis je Heft 3,- DM. Auslandspreise lt. Preisliste (auf Anforderung). Die FUNK-TECHNIK darf nicht in Lesezirkel aufgenommen werden. Nachdruck - auch in fremden Sprachen - und Vervielfältigungen (Fotokopie, Mikrokopie, Mikrofilm usw.) von Beiträgen oder einzelnen Teilen daraus sind nicht gestattet. Satz und Druck: Druckhaus Tempelhof.

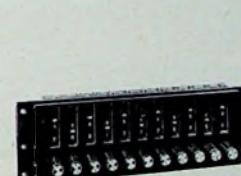
# Preh

**BAUELEMENTE**  
für  
Unterhaltungs-  
und industrielle  
Elektronik



Abstimmaggregat  
Preomat  
für Fernsehempfänger  
mit 7 Widerstandsbahnen  
Best.-Nr. 67808-002

Abstimmaggregat  
Preomat  
für Fernsehempfänger  
mit 9 Widerstandsbahnen, 3 Band-  
umschalter,  
Programmbeleuchtung  
Best.-Nr. 67852-000



Abstimmaggregat  
Preomat  
für Fernsehempfänger  
mit 11 Widerstandsbahnen,  
3 Bandumschalter  
Best.-Nr. 67822-006

## Fabrikationsprogramm

- Abstimmaggregate
- Schichtdrehwiderstände
- Drahtdrehwiderstände
- Schalter
- Steckverbindungen
- Röhrenfassungen

# Preh

**ELEKTROFEINMECHANISCHE  
WERKE**  
**8740 BAD NEUSTADT/SAALE**

Telefon: (0 97 71) 9 21 Telex: 06 72 503

Telegramme: Prehwerke, Badneustadtsaale

### Empfehlung an den Rundfunkrat des WDR

Der Haushaltsausschuß des WDR wird dem Rundfunkrat die Empfehlung aussprechen, der Einführung einer Autofahrerwelle ab 1.1.1973 zuzustimmen. In der Übergangszeit, insbesondere in der Hauptferien- und -reisezeit, sollen Verkehrsinformationen verstärkt gesendet werden.

### Auslandsbezug des cq-DL

Die jetzt unter der Bezeichnung „cq-DL“ erscheinende Monatszeitschrift des Deutschen Amateur-Radio-Clubs e. V. kann ab sofort im Ausland direkt von der Geschäftsstelle des DARC, 2300 Kiel, Beselerallee 10, zum Preis von 16 DM jährlich (einschließlich Porto) bezogen werden.

### Entwicklung und Fertigung von Philips-Hi-Fi-Erzeugnissen

Philips ist einer der größten Hersteller von Hi-Fi-Erzeugnissen, die alle im eigenen Haus gefertigt werden. Die meisten Produkte werden international vertrieben, andere jedoch sind speziell auf einzelne Vertriebsländer abgestimmt. In der Bundesrepublik Deutschland liegen die Programmentscheidung und der Vertrieb in den Händen der Deutschen Philips GmbH.

Die Philips-Hi-Fi-Erzeugnisse werden in den Firmenlaboratorien in Eindhoven, Berlin, Hasselt und Löwen (Belgien) sowie in Wien entwickelt. Die Vorentwicklung ist in Eindhoven, Hasselt und Wien konzentriert. Die Fabrikation der Hi-Fi-Erzeugnisse erfolgt in Berlin, Hasselt, Helsinki, Löwen und Wien.

### 2 500 000 Metz-Elektronenblitzgeräte

In den Metz-Apparatewerken, Fürth, lief in diesen Tagen das 2 500 000. Elektronenblitzgerät, ein „Mecablitz“-Kompaktgerät mit Telecomputer, vom Band. Metz produziert seit zwei Jahrzehnten Blitzgeräte und ist das führende Unternehmen auf diesem Sektor.

Zum Gesamtumsatz der Metz-Apparatewerke von über 100 Mill. DM trägt die „Mecablitz“-Fertigung über 25 % bei (der Rest entfällt auf Farb- und Schwarz-Weiß-Fernsehgeräte, Tonbandgeräte, Hi-Fi-Anlagen und kommerzielle Elektronik). Mehr als 60 % der „Mecablitz“-Elektronenblitzgeräte gehen in den Export.

### Auslieferung des 1 000 000. Cassettenrecorders erwartet

Für Mitte Juli 1972 erwartet ITT Schaub-Lorenz die Auslieferung des 1 000 000. Cassettenrecorders. Diesem Ereignis mißt das Unternehmen insofern besondere Bedeutung zu, da es erst seit 1969 in dieser Produktionsgruppe vertreten ist.

### Fernseh-Zusatzerät ermöglicht Spiele

Magnavox Co. hat ein System entwickelt, mit dem ein mindestens 18 Zoll großer Fernsehbildschirm in ein Spielfeld umgewandelt werden kann. Mit einem an die Antennenbuchse des Fernsehgerätes anzuschließenden Zusatzerät, das zwölf verschiedene Spiele ermöglicht, wird auf einem nichtbenutzten Kanal eine Spielfläche samt Spielern oder Mannschaft für Hockey, Tennis, Tischtennis usw. auf den Bildschirm projiziert. Vierecke oder Pfeile, die die Spieler, den Ball oder Puck darstellen, werden dann per Knopfdruck auf der Spielfläche herumgedirigiert. Neben den zwölf Spielen, die mit dem Zusatzerät verkauft werden, sind weitere sieben Spiele erhältlich, darunter ein „Schießstand“, auf dem mit „Gewehren“ auf bewegliche Ziele „geschossen“ werden kann. Unter dem Namen „Odyssey“ wird das System im September für ungefähr 100 \$ auf den Markt kommen.

### Telonic liefert jetzt auch Meß-Oszilloskopen

Telonic Industries, bisher bekannt als Hersteller von Wobbelmeßgeräten, erweiterte auf Grund eines Lizenzabkommens mit einem japanischen Elektronik-Konzern das Vertriebsprogramm um Meß-Oszilloskopen mit Bandbreiten von 10, 50 und 150 MHz, die zu einem sehr günstigen Preis auf dem deutschen Markt angeboten werden. Bei allen Geräten handelt es sich um Zweikanal-Oszilloskopen der Laborklasse. Die Verkaufsberatung und der technische Service werden von der Frankfurter Niederlassung und vom Technischen Büro in München wahrgenommen.

### EDV-Anlage für die Ausbildung von Technikern

Im Rahmen einer kleinen Feier übergab am 17. Mai 1972 die IBM-Deutschland der Staatlichen Technikerschule in Weilburg eine komplette elektronische Datenverarbeitungsanlage im Werte von über 1 Mill. DM. Dieses Geschenk wird dazu dienen, die Ausbildung von Elektronik-Technikern weiter zu verbessern und durch Demonstrationen, Versuche und Messungen am Objekt praxisnah zu gestalten.

Die Staatliche Technikerschule in Weilburg ist mit 600 Studienplätzen eine der größten im Bundesgebiet. Den Studierenden werden verschiedene Fachrichtungen und innerhalb dieser mehrere Schwerpunkte zur Wahl angeboten.

### EDV-Lehrprogramme

In Zusammenarbeit zwischen der Unternehmensberatung Futh KG, Wuppertal, und der Videothek Programm GmbH, Wiesbaden, werden audiovisuelle Lehrprogramme zum Thema „Praxis der elektronischen Datenverarbeitung“ entwickelt. Sie sollen in vier Gruppen angeboten werden: Datenverarbeitungstechnik, Planung und Entwicklung von EDV-Systemen, Programmierung und Organisation von Rechenzentren. Jede dieser Gruppen enthält etwa zehn Filme mit programmiertem Begleitmaterial. Der Preis soll bei etwa 1000 DM je Lehrprogrammeinheit (Film einschließlich Begleitmaterial) liegen.

### Rahmenvereinbarung mit AC-Service

Mit einem der größten europäischen EDV-Service-Unternehmen, der UCC Automation Center AG (AC-Service), hat Siemens eine Rahmenvereinbarung über den Kauf oder die Miete von bis zu acht Datenverarbeitungsanlagen „4004/150“ beziehungsweise gleichwertigen oder ähnlichen Anlagen getroffen. Die erste dieser „4004/150“, für die ein Mietvertrag mit Kaufoption vorliegt, wird bei AC-Service in Wien installiert. AC-Service ist eine Tochtergesellschaft des amerikanischen Unternehmens University Computing Company (UCC) und unterhält zur Zeit in Europa zwölf Rechenzentren mit rund 600 Mitarbeitern.

### Bundesamt für Umweltschutz geplant

Bundesinnenminister W. Genscher plant, noch in dieser Legislaturperiode ein Bundesamt für Umweltschutz zu schaffen, das dem Innenministerium angegliedert sein soll. Bei dem Amt soll ein Informationssystem für Umweltplanung und eine zentrale Dokumentation auf dem Gebiet des Umweltschutzes eingerichtet werden. atw

### Richtfunknetz für Paraguay

In Paraguay baut SEL bis Mitte 1973 ein Richtfunknetz auf, das die Hauptstadt Asunción mit Concepción über Paraguarí, Cnel. Oviedo, Unión, Itacurubí del Rosario, San Pedro und Guardia-Cue verbindet. Die sieben Funkfelder des Netzes haben eine Streckenlänge von insgesamt 395 km. Verwendet werden Richtfunkgeräte „FM 300/2000“, die im 2-GHz-Band 300 Sprechkanäle und einen Dienstkanal übertragen. Das Netz arbeitet mit zwei parallelen Richtfunkkanälen über gemeinsame Antennen. Empfangsseitig wertet eine logische Schaltung die Pilot- und Geräuschpegel beider Kanäle aus, um jeweils das bessere Signal durchzuschalten. Eine Fernwirksanlage übermittelt Betriebswerte und Stationssignale von den Relaisstellen zu den Zentralen. Die von der Administración Nacional de Telecomunicaciones Asuncion erteilten Aufträge in Höhe von mehr als 6 Mill. DM umfassen außerdem die Lieferung von 7200 Telefonapparaten.

### Fernsprech-Nebenstellenanlagen mit mehr als 10 000 Teilnehmeranschlüssen

In der nächsten Zeit werden mehrere von Siemens gelieferte Nebenstellenanlagen mehr als 10 000 Teilnehmeranschlüsse erreichen. Die größte Anlage der Bundesrepublik Deutschland steht beim Hersteller selbst in München, Hofmannstraße. Dort dient sie der internen und externen Kommunikation von 24 000 Mitarbeitern. Die 10 000 Anschlußeinheit ist dort schon in Betrieb.

partner NT 305:

# Der kleine Bruder, der viel gelernt hat.

Der kleinste „partner“ macht seinem Namen Ehre. Denn er hat viel von seinen großen Geschwistern gelernt. Zum Beispiel wie man Freizeit-Freunde erfreut: Mit eingebautem Netzteil plus elektronischer Umschaltung Batterie/Netz. Wie man die Kurzwelle in den Griff bekommt: Mit 49-m-Band. Wie man UKW-Sender scharf einstellt: Mit AFC. Aber: Trotz seines Könnens ist der partner NT 305 klein und kompakt geblieben. Seine Maße: 19,3 x 10,5 x 5,3 cm.

Alles spricht für TELEFUNKEN.



**partner exclusiv 301:**  
**Mit Netzteil (eingebaut)**  
elektronische Umschaltung  
Batterie/Netz.  
AFC, UKW, MW, LW.  
KW = 49-m-Band.

**partner NT 305:**  
**Mit Netzteil (eingebaut)**  
elektronische Umschaltung Batterie/Netz.  
AFC, UKW, MW, KW = 49-m-Band.

# TELEFUNKEN



# RIM RIM-Baugruppen

electronic

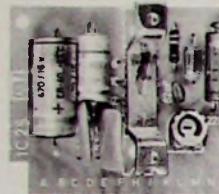
großenteils preisgesenkt

ab 1. April 1972. Einzelheiten auch in der

## RIM-Bausteinfibel

mit Kombinationsbeispielen

Stand 1. 11. 1971: 194 DIN-A4-Seiten + Nachtrag. Stand 1. 4. 1972: 36 DIN-A4-Seiten (Inhalt: el-audio-system mit 60-W-Baugruppe „NFK 50“ mit Netzteil), insgesamt also 230 DIN-A4-Seiten - Preis DM 6,-. Nachnahme Inland DM 8.20. Nachtrag Bausteinfiel extra gegen Voreinsendung von DM 2.20 in Briefmarken.

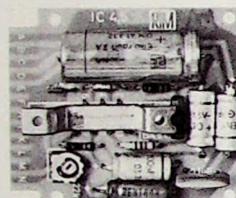


### Bewährte RIM-Endverstärker-Baugruppen:

#### Steckkarte »IC 2.5«

Ausg.-Leistung: 2.5 W/8 Ω. Klirrfaktor:  $\leq 3\%$  / 1000 Hz. Frequenzber.: 40 Hz-15 kHz -3 dB. Empfindlichkeit: 25 mV/22 kΩ. L-Ausgang: 8 Ω. Stromvers.: 12 V/350 mA. Maße 62 x 50 x 20 mm.

Bausatz mit Plan 01-10-625 DM 29.50  
Betriebsfertig 02-10-625 DM 37.50  
Steckerleiste dazu 36-50-030 DM 5.20



#### Type »BG 25-D«

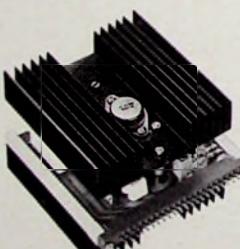
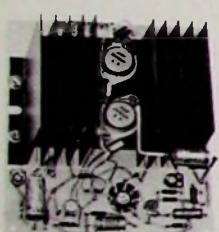
Sinusleistung: 35 W/8 Ω. Klirrgrad:  $\leq 1\%$  b. 1000 Hz/35 W/8 Ω. Frequenzber.: 20 Hz-50 kHz  $\pm 0.5$  dB. Eing.: 600 mV/6 kΩ. L-Ausgang: 8 Ω. Stromvers.: 60 V/1.5 A/b. 35 W. Maße 150 x 130 x 70 mm.

Bausatz mit Plan 01-10-650 DM 83.50  
Betriebsfertig 02-10-650 DM 113.50

#### Steckkarte »NFK 50«

Sinusleistung: 55 W/4 Ω. Klirrgrad:  $\leq 1\%$  / 50 W/4 Ω. Frequenzber.: 25 Hz-25 kHz  $\pm 1$  dB. Eing.: 350 mV/55 W. Elmkloser L-Ausg. Stromvers.: 29 + 29 V/2 A. Stromaufn. ca. 1.7 A bei 50 W (elektron. Kurzschlusssicherung). Maße 120 x 90 x 110 mm.

Bausatz 01-10-665 DM 89.—  
Baumappe 05-10-665 DM 2.50  
Betriebsfertig 02-10-665 DM 129.—



#### Type »BG 15-D«

Sinusleistung: 20 W/b. 50 V/0.7 A, 12 W/b. 35 V/0.55 A, 6 W/b. 24 V/0.4 A. Bei betriebsfertiger Baugruppe bitte die gewünschte Spannung angeben! Klirrgrad:  $\leq 1\%$  b. 1000 Hz/20 W/8 Ω. Frequenzber.: 10 Hz-20 kHz. Eing.: 550 mV/10 kΩ. L-Ausgang: 8 Ω. Maße 175 x 85 x 50 mm.

Baus. m. Plan 01-10-640 DM 59.95  
Betriebsfertig 02-10-640 DM 79.50

#### Type »BG 100«

Ausgangsleistung: 100 W/4 Ω. Klirrgrad:  $\leq 1\%$  / 1000 Hz. Frequenzber.: 20 Hz-20 kHz  $\pm 0.5$  dB. Eing.: 70 mV/ca. 0.5 MΩ. L-Ausgang: 4 Ω. Stromvers.: 2 x 42 V/2.5 A. Strombegrenzung bei 9 A Spitze. Getrennte Höhen- und Baßregelung. Maße 300 x 120 x 80 mm.

Bausatz 01-10-670 DM 199.80  
Baumappe 05-10-670 DM 5.50  
Betriebsfertig 02-10-670 DM 289.—

Weitere Einzelheiten und passende Netzteile in der Bausteinfiel oder im RIM-Electronic-Jahrbuch 72. - 2. Auflage. 752 Seiten. Schutzgebühr DM 7,- + Porto. Nachnahme Inland DM 9.80. Sämtliche Preise einschließlich MwSt.

**RADIO-RIM** Abt. 8 München 2, Postfach 20 20 26, Bayerstr. 25  
F 2 Telefon (08 11) 55 72 21, Telex 05 29 166 rrim-d

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

### Nordmende erhöht Kapital

Die Gesellschafter der *Norddeutschen Mende Rundfunk KG* haben beschlossen, die Kapitaleinlagen um 50 % zu erhöhen und damit eine Kapitalaufstockung von 50 % durchzuführen. Diese Kapitalerhöhung ist eine weitere zukunftsichernde Maßnahme des Unternehmens, dessen Marktanteil bei Farbfernsehgeräten deutlich über der 15 %-Grenze liegt. Bei 110°-Farbgeräten ist *Nordmende* mit einem Marktanteil von mehr als 20 % der größte Hersteller auf dem deutschen Markt. Bei Schwarz-Weiß-Empfängern nähert sich *Nordmende* der 15 %-Marke.

Der Exportanteil stieg in den letzten vier Monaten von 16,8 auf 21,2 %. Der Umsatz erhöhte sich um 14,3 % gegenüber dem des letzten Quartals 1971.

### SEL-Gruppe erreichte 1971 alle Unternehmensziele

Im Jahre 1971 steigerte die SEL-Gruppe den Umsatz um 12,5 % auf 1.931 Mrd. DM (Vorjahr: 1.717 Mrd. DM). Das Inlandsgeschäft war daran überproportional mit einem Zuwachs von 15,3 % auf 1.539 Mrd. DM (Vorjahr: 1.335 Mrd. D-Mark) beteiligt. Der Export nahm dagegen nur noch um 2,6 % auf 392 Mill. DM (Vorjahr: 382 Mill. DM) zu, wodurch sich der Exportanteil am Gesamtumsatz von 22,2 auf 20,3 % verringerte. Der Auftragseingang wuchs 1971 nur noch um 7,5 % auf 1.968 Mrd. DM (Vorjahr: um 8,9 % auf 1.832 Mrd. D-Mark). Mit 1.331 Mrd. DM blieb der Auftragsbestand fast unverändert.

Auch bei der SEL AG war die Entwicklung zufriedenstellend, obwohl die Zuwachsraten unter denen der Gruppe blieben. Der Umsatz erhöhte sich um 10,7 % auf 1.683 Mrd. D-Mark (Vorjahr: 1.520 Mrd. DM). Davon entfielen auf das Inlandsgeschäft bei 12,9 % Anstieg 1.392 Mrd. DM und auf den Export bei 1,4 % Zuwachs 291 Mill. DM. Mit 1.731 Mrd. D-Mark liegt der Auftragseingang um 6,2 % und mit 1.316 Mrd. DM der Auftragsbestand um 3,8 % über dem Vorjahrswert.

### Neuer Shure-Vertrieb für die BRD

Der seit Anfang der sechziger Jahre bestehende Vertriebsvertrag zwischen *Shure Brothers, Inc.* und der *Braun AG* lief zum 30. Juni 1972 aus.

H. P. Kärcher, seit vielen Jahren Europa-Repräsentant von *Shure*, und K. A. Marzik, langjähriger *Shure*-Vertreter für den Militärsektor, haben am 1. Juli 1972 den Vertrieb von *Shure*-Erzeugnissen in der BRD übernommen. Die neue Vertriebsgesellschaft firmiert unter dem Namen *Sonicet Tontechnik GmbH*, 6236 Eschborn (Taunus), Frankfurter Allee 19-21.

### Neue Handelsvertreter der AKG

Als Handelsvertreter für die AKG, München, arbeitet seit dem 1. Juni 1972 in Düsseldorf *Friedhelm Krebb*, 4 Düsseldorf, Bagelstr. 117, Telefon (02 11) 49 21 34/49 07 43, Telex 85 84 886, und in Frankfurt *Anton Graue*, 623 Frankfurt-Sossenheim, Lindenstraße 1, Telefon (0 66 11) 34 16 48. Die AKG-Vertretung in Köln, die Firma *Mau*, hat jetzt die Anschrift 5 Köln 30, Mathias-Brüggen-Straße 19, Postfach 320345, Telefon (02 11) 53 21 91, Telex 08 881 107.

### Audioson-Kirksaeter auch in den USA

Nach erfolgreicher Beendigung der Einführungsperiode hat die *Audioson-Kirksaeter GmbH* die *Kirksaeter of America* mit erheblichem amerikanischen Kapital gegründet. Diese Firma stellte auf der Funkausstellung in Chicago vom 11. bis 14. Juni 1972 unter anderem neuartige komplementäre Endstufen und Monitor-Lautsprecherboxen aus.

### SGS-Ates errichtet Zweigniederlassung in Nordamerika

Um ihren amerikanischen Kunden den bestmöglichen Service bieten zu können, hat die *SGS-Ates*-Gruppe in den USA eine Zweigniederlassung, die *SGS-Ates Semiconductor Corporation* mit Hauptsitz in Newtonville, Boston, Massachusetts, errichtet. Die neue Gesellschaft, die von Pietro Fox geleitet wird, wird unterstützt durch die vier Halbleiterwerke der Gruppe in Europa und durch das Werk in Singapur. In den USA wird die Firma das gesamte Spektrum an diskreten und integrierten Halbleitern vertreiben.

Chefredakteur: WILHELM ROTH

Chefskorrespondent: WERNER W. DIEFENBACH

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

**FUNK-  
TECHNIK**

## Elektrotechnische Normen und Vorschriften

Normen für den Bereich der Elektrotechnik werden in der BRD vom Fachnormenausschuß Elektrotechnik im DNA (Deutscher Normenausschuß) bearbeitet und herausgegeben, während für Vorschriften (insbesondere Sicherheitsvorschriften elektrotechnischer Anlagen und Geräte) bisher der Vorschriftenausschuß des VDE (Verband Deutscher Elektrotechniker) zuständig war. Gemäß Vertrag vom 13.10.1970 zwischen DNA und VDE wurde die schon immer bestehende enge Zusammenarbeit dieser beiden Organisationen noch vertieft und gemeinsam gegründet die „Deutsche Elektrotechnische Kommission - Fachnormenausschuß Elektrotechnik im DNA gemeinsam mit Vorschriftenausschuß des VDE“. Vorsitzender dieser Deutschen Elektrotechnischen Kommission ist Professor Dr.-Ing. K. Brinkmann, und Stellvertreter sind Direktor Dipl.-Ing. G. Niehage sowie Dr.-Ing. R. Leber, die vom Vorstand des VDE als Leiter des entsprechenden Hauptausschusses des VDE berufen wurden. Die Geschäftsführung liegt bei Dipl.-Ing. K. H. Orth.

In den letzten Jahren ist erfreulicherweise die Öffentlichkeitsarbeit der technischen Organisationen und technisch-wissenschaftlichen Vereine sehr rege. Die anstehenden Probleme und erreichten Ergebnisse werden einem weiten Kreis zugänglich und eine tätige Mitarbeit wird so auf breiter Basis allen in Frage kommenden Stellen schmackhaft gemacht. Das trifft auch in ausgezeichneter Weise für den VDE zu. Im VED-Geschäftsbericht 1971, der jetzt vom VDE als Sonderdruck einer im Heft 5/1972 der ETZ, Ausgabe B, erfolgten Veröffentlichung den 26 512 Mitgliedern zugesandt wurde, sind unter anderem viele interessante und ausführliche Hinweise auf die bisherige und künftige Tätigkeit der Deutschen Elektrotechnischen Kommission enthalten. Schon die nachstehend auszugsweise wiedergegebenen Ausführungen lassen die Vielfalt der Arbeiten erkennen.

Wenn die VDE-Vorschriftenstelle bisher allein vom VDE abhängig war, so ist gemäß dem erwähnten Vertrag die Deutsche Elektrotechnische Kommission ein gemeinsames Organ des DNA und des VDE. Sie übernimmt die Normungs- und Vorschriftenarbeit, die als elektrotechnische Normungsarbeit bisher im Fachnormenausschuß Elektrotechnik (FNE) im DNA einerseits und als elektrotechnische Vorschriftenarbeit im Technischen Ausschuß in der Vorschriftenstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker andererseits durchgeführt wurde.

Die Kommission nimmt ferner die Interessen der Elektrotechnik auf dem Gebiet der internationalen elektrotechnischen Normungsarbeit wahr, das heißt die Tätigkeit, die bisher vom Deutschen Komitee der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) und der Internationalen Kommission für Regeln zur Begutachtung Elektrotechnischer Erzeugnisse (CEE) durchgeführt wurde. Ihr obliegt ferner die Mitarbeit in dem Europäischen Komitee zur Koordinierung der Normung auf dem Gebiete der Elektrotechnik (CENE) und dem Europäischen Komitee zur Koordinierung der Normung auf dem Gebiete der Elektrotechnik im Bereich der Europäischen Gemeinschaften (CENELOM).

Die Deutsche Elektrotechnische Kommission beteiligte sich mit Abordnungen und technischen Sachverständigen an der Jah-

restagung der IEC in Brüssel, an der Frühjahrstagung der CEE in Kopenhagen, an der Herbsttagung der CEE in Den Haag sowie an den Sitzungen des Lenkungsausschusses des CENELOM im Mai 1971 in Helsinki und auch an den Arbeiten des Lenkungsausschusses von CENELOM und des technischen Büros von CENELOM.

Die Ergebnisse der elektrotechnischen Normungsarbeit der Kommission werden in DIN-Normen niedergelegt, die als Deutsche Normen in das Deutsche Normenwerk des DNA und, so weit zutreffend, gleichzeitig als VDE-Bestimmungen in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen werden.

Der Lenkungsausschuß des VDE, der an die Stelle des früheren Technischen Ausschusses des VDE getreten ist, besteht aus höchstens 30 führenden Persönlichkeiten der Wirtschaft, Wissenschaft und Verwaltung, die aus wichtigen, an der Arbeit der Kommission interessierten Bereichen gewählt werden und die, wie die Mitglieder des früheren Technischen Ausschusses, vom Vorstand des VDE für ihre Amtszeit in den Lenkungsausschuß berufen werden.

An der Arbeit und Aufgabenstellung bei der Erarbeitung von Normen und VDE-Bestimmungen, insbesondere für die Vorschläge zur Vertretung in internationalen Gremien, sowie Schlichtungen (gegebenenfalls Entscheidung von Meinungsverschiedenheiten zwischen Arbeitsgremien und Einsprüchen) haben sich im Verhältnis zu dem früheren Technischen Ausschuß des VDE keine Veränderungen ergeben. Der Lenkungsausschuß kann aber Aufgaben ganz oder teilweise auf begrenzte Zeit an technische Beiräte delegieren, die durch ein Mitglied des Lenkungsausschusses zu leiten sind. Der Lenkungsausschuß hat daher einen „Technischen Beirat Struktur“ für Finanzplanung und Richtlinien für die Komiteearbeit sowie einen „Technischen Beirat internationale und nationale Koordinierung“ und acht technische Beiräte für Fachbereiche benannt.

Während der „Technische Beirat Struktur“ und der „Technische Beirat internationale und nationale Koordinierung“ im Organisationsplan waagerechte Aufgaben haben (das heißt über alle Fachbereiche hinweg), wird die eigentliche technische Arbeit in vertikal gegliederten acht Fachbereichen geleistet. Diese acht Fachbereiche sind in Sachgebiete aufgeteilt (Tab. I).

Im Jahre 1971 wurden die Arbeiten in den FNE-Ausschüssen und VDE-Kommissionen im alten Sinne noch weitergeführt, da zunächst die Organisation der Deutschen Elektrotechnischen Kommission von oben her durchgeführt werden mußte. Der Arbeitskreis Richtlinien für die Komiteearbeit hat im Namen des VDE und des DNA die Grundsätze für die gemeinsame Arbeit und die entsprechenden Verfahrensrichtlinien überarbeitet, so daß sie im Jahre 1972 nunmehr in Kraft treten können. Daher wurden auch die Ergebnisse der Deutschen Elektrotechnischen Kommission im Jahre 1971 noch getrennt als DIN-Normen und VDE-Bestimmungen herausgegeben, während im Jahr 1972 dann die Neuregelung in Kraft treten wird.

Der Fachbereichsvorsitzende kann für begrenzte Zeit einen technischen Beirat zu seiner Unterstützung bilden. Ein solcher technischer Beirat soll insbesondere für folgende Aufgaben eingesetzt werden:

Tab. I. Deutsche Elektrotechnische Kommission - Fachnormenausschuß Elektrotechnik im DNA gemeinsam mit Vorschriftenausschuß des VDE: Fachbereiche

Fachbereich 1		Fachbereich 2		Fachbereich 3		Fachbereich 4		Fachbereich 5		Fachbereich 6		Fachbereich 7		Fachbereich 8																		
Allgemeine Elektrotechnik		Allgemeine Sicherheit, Errichten, Betrieb		Bauinstrumente der Energietechnik		Bauinstrumente der Stromverteilung, Nachrichtenkabel		Geräte für Haupt- u. Zwecke, Installationsmaterial		Bauelemente und Bau- teile der Nachrichtentechnik und Elektronik		Nachrichtentechnik, Meß und Regelungstechnik, Elektroakustik, Elektromedizin		Werkstoffe der Elektrotechnik																		
Vors. Hossmann	Technischer Beirat 1 (TB 1)	Vors. Thielein	Technischer Beirat 2 (TB 2)	Vors. Schönen	Technischer Beirat 3 (TB 3)	Vors. Hornens	Technischer Beirat 4 (TB 4)	Vors. Lindner	Technischer Beirat 5 (TB 5)	Vors. Wilde	Technischer Beirat 6 (TB 6)	Vors. Lenertz	Technischer Beirat 7 (TB 7)	Vors. Gath	Technischer Beirat 8 (TB 8)																	
Sachgebiete:		Sachgebiete:		Sachgebiete:		Sachgebiete:		Sachgebiete:		Sachgebiete:		Sachgebiete:		Sachgebiete:																		
1.1 Allgemeine Befestigungen, Kennzeichnungen, Bezugswerte und Anforderungen	1.2 Isolationsverhältnisse	2.1 Allgemeine Sicherheitsfragen	2.2 Errichten und Betrieb von elektrischen Anlagen	2.3 Errichten und Betrieb von elektrischen Anlagen zum Einsatz unter Sonderbedingungen	2.4 Explosions-, Schlagwetter- und Explosionsfördergaschutz, Betriebsanlagen	3.1 Motoren und Generatoren	3.2 Transformatoren und Drosseln	3.3 Stromrichter	3.4 Leistungskondensatoren	4.1 Kabel und Leitungen	4.2 Freileitungen	4.3 NS-Schaltgeräte bis 1000 V	4.4 NS-Schaltgeräte über 1 kV	4.5 Isolatoren	5.1 Elektromotorische und Elektrowärme-Lösungen	5.2 Leuchten, Lampen, Leuchtmittel, Fassungen	5.3 Elektrofahrzeuge	5.4 Elektrische Büro- und Laborgeräte	5.5 Installationsmaterial	6.1 Kondensatoren und Widerstände	6.2 Spulen, Übertrager	6.3 Halleleiter	6.4 Rohren	6.5 Brüder	7.1 Fernmechaniken, Übertragungstechnik	7.2 Messen, Steuern, Regeln und Prozeß-automation	7.3 Funktechnik	7.4 Signalelektronik, Elektroakustik, Photoelektronik	7.5 Gütebestätigung	7.6 Funkentstörmittel	7.7 Funkinstrumentierung und Schutz gegen Beleuchtung (EMC)	7.8 Elektromedizin
1.2 Allgemeine Richtlinien für die Hochspannungs-Messung und -Prüfung	1.4 Allgemeine Richtlinien über Zuverlässigkeit und Umgebungseinflüsse	2.5 Blitzschutzanlagen	3.7 Stromquellen																													

- Beratung und Festlegung des Arbeitsprogramms der Arbeitsgemeinschaften des Fachbereiches und deren Koordinierung untereinander.
- Festlegung der Untergliederung des Fachbereiches in der Planungsphase der Deutschen Elektrotechnischen Kommission in Zusammenarbeit mit dem Technischen Beirat Struktur.
- Schlichtung von Meinungsverschiedenheiten und
- ganz allgemein – Unterstützung des Fachbereichsvorsitzenden bei der Erledigung seiner Aufgaben.

Diese Aufgaben sind zunächst die Neuorganisation der Komitees, Unterkomitees und Arbeitskreise, die die eigentliche Facharbeit leisten sollen. Den Aufgaben gemäß sollen diese Gremien so gestaltet werden, daß sie möglichst den internationalen Gremien entsprechen, das heißt sogenannte „Spiegelgremien“ darstellen, zum anderen soll durch sinnvolle Zusammenfassung die Anforderung an ehrenamtliche Mitarbeiter in den vielen Gremien vermindert werden. Die Vorarbeiten sind dabei so

weit gediehen, daß die Fachbereichsvorsitzenden zusammen mit den bisherigen Obmännern der FNE-Ausschüsse und den Vorsitzenden der VDE-Kommissionen nunmehr an die Neuorganisation der eigentlichen Facharbeit schreiten können. Von den zur Zeit bestehenden über 750 Ausschüssen, Kommissionen, Unterausschüssen, Unterkomiteen und Arbeitsgemeinschaften werden nach der Neuorganisation voraussichtlich etwa nur die Hälfte weiterhin bestehen bleiben.

Infolge der langen Verhandlungsdauer über die Zusammenführung des Deutschen Elektrotechnischen Normenwerkes und des VDE-Vorschriftenwerkes waren sowohl beim FNE als auch bei der VDE-Vorschriftenstelle schon seit Jahren die erwünschten und notwendigen Personalverstärkungen unterblieben, um künftigen Organisationen nicht vorzugreifen. Sogar notwendige Ersatzstellen wurden zum Teil nicht ausgeführt. Daher war es notwendig, zunächst eine Neueinstellung von Referenten für die Deutsche Elektrotechnische Kommission vorzunehmen, um wenigstens dem größten Mangel an Betreuung der ehrenamtlichen Mitarbeiter abzuhelfen.

Die positiven Auswirkungen der Zusammenführung des bisherigen FNE und der bisherigen VDE-Vorschriftenstelle werden sich erst im Jahre 1972 zeigen. Der neu gebildeten Deutschen Elektrotechnischen Kommission fällt nunmehr auch eine weitere Aufgabe zu, nämlich die, umgehend die von der VDE-Prüfstelle erarbeiteten Prüfunterlagen für Geräte in Abweichung von VDE-Bestimmungen oder für Geräte, für die noch keine gültigen VDE-Bestimmungen vorhanden sind, zu überprüfen und, wenn notwendig, beschleunigt Entwürfe für Änderungen oder neue VDE-Bestimmungen zu erarbeiten. Dabei muß jedoch strengstens darauf geachtet werden, daß durch neue VDE-Bestimmungen keine zusätzlichen Handelshemmnisse entstehen. Diese Aufgabe der Deutschen Elektrotechnischen Kommission ist eine Folge der der VDE-Prüfstelle erteilten Ermächtigung, Genehmigungen zum Benutzen von VDE-Verbandszeichen auch bei Abweichungen von VDE-Bestimmungen oder auf Grund von vorläufigen Festlegungen zu erteilen. Im ersten Fall muß gewährleistet sein, daß durch die Abweichungen mindestens die gleiche Sicherheit gegeben ist. Dies muß durch besondere sachgemäße Prüfungen festgestellt werden. Im zweiten Fall werden Zeichenprüfungen auch an solchen Erzeugnissen durchgeführt, für die noch keine speziell gültigen VDE-Bestimmungen oder Entwürfe bestehen. Hierbei werden der Prüfung zu grunde gelegt:

- grundsätzliche und spezielle Festlegungen aus vorhandenen VDE-Bestimmungen für vergleichbare Erzeugnisse;
- allgemein anerkannte Regeln der Technik außerhalb des VDE-Vorschriftenwerks, soweit sie zur Beurteilung des zu prüfenden Erzeugnisses sinngemäß und sachdienlich herangezogen werden können;
- Kriterien, die im Wege der Prüfungen nach a) und b) nicht oder nicht ausreichend erfaßt werden können, werden unter sinngemäßer Berücksichtigung der besonderen Umstände des Einzelfalles nach sachgerechtem Ermessen der VDE-Prüfstelle und auf Grund der sich bei der Prüfung ergebenden Erkenntnisse beurteilt.

In beiden Fällen ist die VDE-Prüfstelle verpflichtet, alle herangezogenen Bestimmungen und Kriterien schriftlich festzulegen und die Geschäftsstelle der Deutschen Elektrotechnischen Kommission über die Einzelheiten der Prüfung so früh wie möglich zu unterrichten.

Da die VDE-Bestimmungen schon immer die Sicherheit elektrotechnischer Geräte beinhalten, aber im Zeichen des sogenannten „MaschinenSchutzgesetzes“ außer der elektrischen Sicherheit nunmehr auch die mechanische, chemische und andere Sicherheiten im einzelnen gewährleistet sein müssen, ist es ferner Aufgabe der Delegierten der Deutschen Elektrotechnischen Kommission, mit den anderen Fachnormenausschüssen des DNA engstens in der Bearbeitung von sicherheitstechnischen Anforderungen zusammenzuarbeiten, soweit diese auch für elektrotechnische Geräte in Frage kommen. Dabei ist darauf zu achten, daß die gleichen Anforderungen auch in die internationalen Empfehlungen aufgenommen werden, da nur dann auf Dauer Handelshemmnisse vermieden werden können. Wie bereits erwähnt, obliegt es der Deutschen Elektrotechnischen Kommission, die Mitarbeit an den internationalen Bestimmungen voranzutreiben. Es gilt nach wie vor das Prinzip, daß der weltweiten Regelung der Vorrang vor gesamteuropäischen und diesen von westeuropäischen Bestimmungen gegeben werden muß. Lösungen im Bereich der Europäischen Wirtschaftsgemeinschaft allein sollten, soweit irgend möglich, vermieden werden; sie können nur als Vorläufer für gesamteuropäische oder weltweite Regelungen angesehen werden. ja

# Hi-Fi-Steuergerät „regie 510“

## 1. Allgemeines

Das Hi-Fi-Steuergerät „regie 510“ von Braun (Bild 1) entspricht im Design dem Typ „regie 501“. Von der technischen Seite her aber ist es ein völlig neu konzipiertes Steuergerät

die beiden Leiterplatten sind von der Leiterbahn- und Bestückungsseite her während des Betriebs zugänglich. Der UKW-Baustein lässt sich ebenfalls als geschlossene Einheit ausbauen.

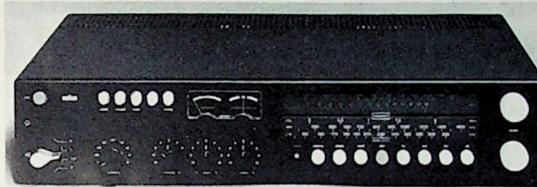


Bild 1. Steuergerät „regie 510“ von Braun

mit hohem Bedienungskomfort. Das Gerät weist eine Reihe von Besonderheiten auf. Diese sind:

getrennter Schwingradantrieb für AM/FM-Sendereinstellung;

gespreiztes Mittenabstimminstrument für UKW;

logarithmische Feldstärkeanzeige; automatische Scharfjustierung (AFC);

Stummschaltung (Muting);

Nur-Stereo-Senderwahl;

Stereo-Senderanzeige;

leichtgängige sich gegenseitig auslösende Tasten mit eingebauter Stilltaste für geräuscharme Betätigung zur Umschaltung auf die Betriebsarten KW, MW, LW, UKW, Phono, Reserve;

Bandtaste, die Tonbandwiedergabe und das Mithören von Aufnahmen bei Geräten mit getrennten Aufnahmewiedergabeköpfen gestattet;

großer Lautstärkeregler mit Zugschalter für lineare Wiedergabe;

getrennte Lautstärkeinsteller für beide Kanäle zur Einstellung der Balance und des individuellen Grades der Tiefen- und Höhenabhebung bei gehörrichtiger Lautstärke;

getrennte Höhen- und Tiefenregler für beide Kanäle zur optimalen Anpassung an die Raumakustik;

Rumpel- und Rauschfilter;

Kopfhöreranschlüsse;

Lautsprechergruppen-Wahlschalter.

Die Auslegung der Schaltung wurde von der Absicht bestimmt, optimale Übertragungseigenschaften zu erreichen und einen in jeder Hinsicht modernen, nach dem neuesten Stand der Technik entwickelten Receiver auf den Markt zu bringen.

Der Aufbau des Geräts ist servicefreundlich. Die Leistungs-Endstufe mit Netzteil lässt sich als kompakte Einheit mit vier Schrauben lösen, und

## 2. Schaltung

### 2.1. FM-Empfangsteil

#### 2.1.1. UKW-Tuner

Der UKW-Tuner hat vier Stufen, die mit einem 4fach-Drehkondensator abgestimmt werden (Bild 2). Die einzelnen Stufen sind zur Abschirmung in getrennten Kammern untergebracht,

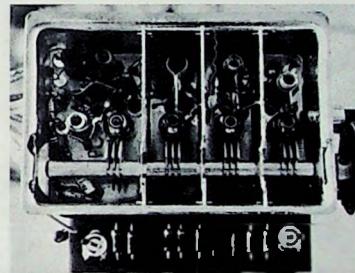


Bild 2. Innenansicht des UKW-Tuners

und die notwendige Spannungsversorgung erfolgt über Durchführungs kondensatoren. Das trägt dazu bei, daß das bei der Entwicklung des Geräts angestrebte gute Großsignalverhalten, die gute Nebenwellendämpfung (>100 dB), Spiegelselektion (>96 dB) und ZF-Festigkeit (>106 dB) sowie gute Störstrahlungssicherheit auch in der Serienfertigung erreicht werden.

In der Vorstufe bewirkt der abgestimmte Antennenkreis mit dem FET BF 256 B (Bild 3) optimale Anpassung für Empfindlichkeit und Rauschen, Grenzempfindlichkeit (0,2 µV für 6 dB Signal-Rausch-Abstand) und Selektion vor der ersten nichtlinearen Kennlinie. Der geringere Grad der Krümmung der FET-Kennlinie gegenüber einer Transistoreingangskennlinie verringert die Möglichkeit der Mischproduktbildung. Außerdem lässt sich der FET ohne Veränderung des Großsignalverhaltens in der Verstärkung um etwa 40 dB herunterregeln.

Zur Erhöhung der Selektion vor der Mischstufe hat der Tuner zwei ent-

koppelte HF-Zwischenstufen mit abgestimmten Einzelkreisen, die HF-Bandbreite auf etwa 400 kHz verengern. Als multiplikativer Mischer ist ein Dual-Gate-MOSFET eingesetzt, wobei dem einen Gate die Empfangsfrequenz und dem anderen die Oszillatorkennlinie zugeführt wird. Auch hier verhindert der geringe Krümmungsgrad der Kennlinie die Bildung von Mischprodukten. Wegen der getrennten Steuerelektroden wird eine sichere Entkopplung des Oszillators von der Eingangsspannung und somit eine ausgezeichnete Frequenzstabilität des Oszillators erreicht. Der temperaturkompensierte Oszillator lässt sich für die automatische Scharfjustierung mit einer Kapazitätsdiode und einem abgrenzenden Verstärker um ±150 kHz nachstimmen.

#### 2.1.2. UKW-ZF-Verstärker

Da ZF-Verstärker die Empfangseigenschaften wesentlich beeinflussen, sind zur optimalen Auslegung für Bandbreite, Trennschärfe, Störabstand und Störbegrenzung die FM- und AM-ZF-Verstärker getrennt.

Der FM-ZF-Verstärker besteht aus vier entkoppelten 2-Kreis-Bandfiltern, fünf integrierten Schaltungen als symmetrische Begrenzerverstärker und einem Ratiotodetektor. Die Bandfilter sind so dimensioniert, daß die ZF-Gesamtdurchlaßkurve (Bild 4) im Übertragungsbereich gaußförmig verläuft. Dadurch wird die für geringen Klirrfaktor erforderliche konstante Gruppenlaufzeit im Bereich von ±120 kHz erreicht, so daß auch der Phasenfehler im Stereo-Multiplexsignal gering gehalten wird. So wird eine sehr gute Übersprechdämpfung erreicht, die auch in der Begrenzung erhalten bleibt, da symmetrische Begrenzerverstärker verwendet werden, deren Eingangs- und Ausgangsparameter sich nicht mit der Aussteuerung ändern. Die Verstärkung des ZF-Teils ist so hoch, daß alle Signale vom Eigenrauschen bis zum stärksten Eingangssignal genügend stark begrenzt werden (Bild 5). Das führt zu einer einwandfreien symmetrischen Amplitudenbegrenzung mit hoher AM- und Störimpulsunterdrückung.

Als FM-Demodulator dient ein Ratiotodetektor, der gegenüber anderen Demodulatoren die Vorteile eines hohen Störabstandes und der AM-Unterdrückung hat. Das macht sich bei Empfang kleiner Eingangssignale in der Störfreiheit und Impulsunterdrückung deutlich bemerkbar. Um eine lange lineare Demodulatorkennlinie für gute Gleichwellenselektion, geringen Klirrfaktor und hohe obere Grenzfrequenz zu erreichen, wurde der Höckerabstand des Ratiotodektors auf über 600 kHz festgelegt.

Ing. (grad.) Heinz Schiebelhuth ist Mitarbeiter der Elektronik-Entwicklung der Braun AG, Frankfurt/M.

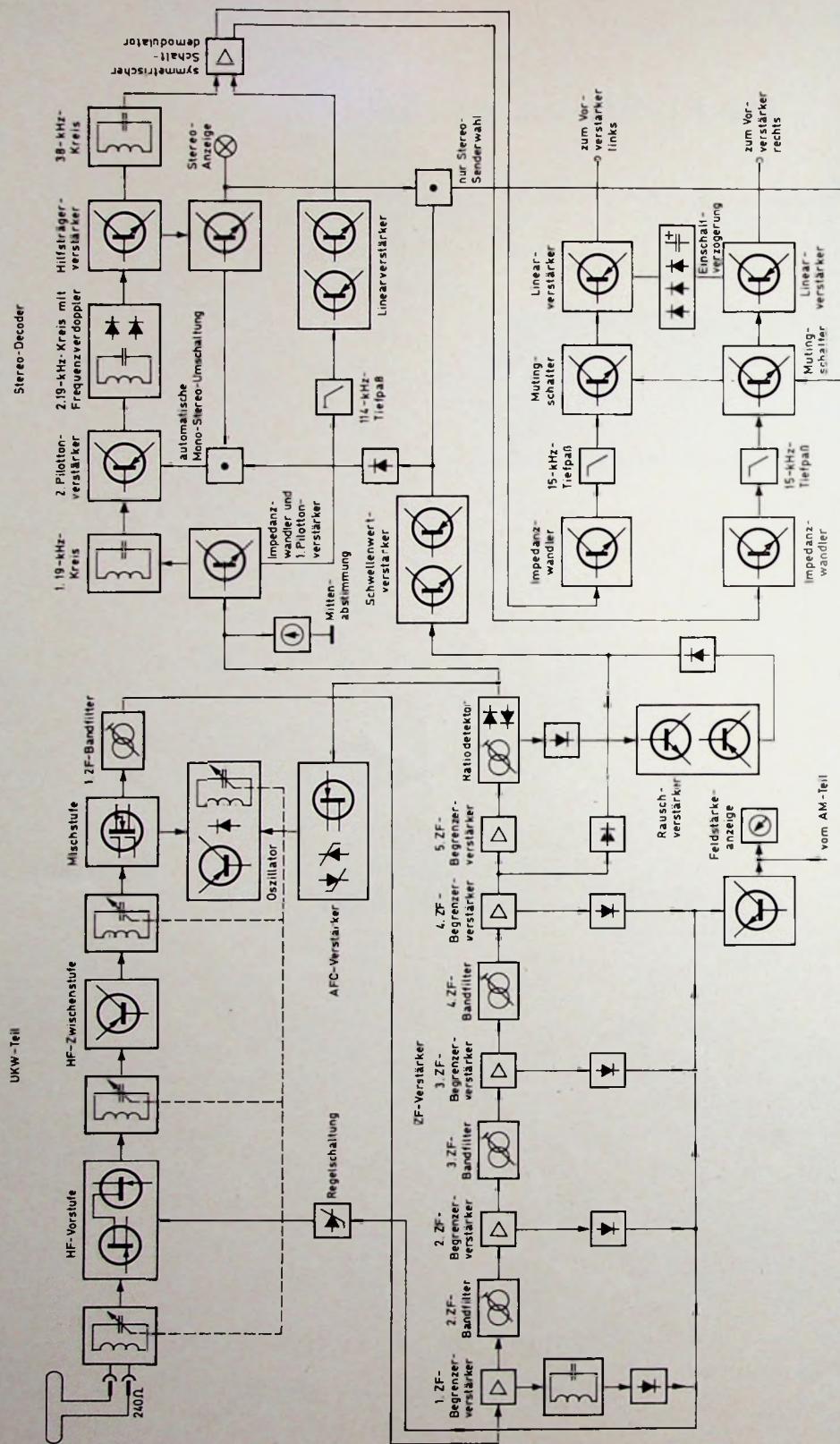


Bild 3. Blockschaltung des FM-Teils und Stereo-Decoders

Um eine Rotorantenne einwandfrei ausrichten zu können, ist eine logarithmische Anzeige der Eingangsfeldstärke erforderlich. Bei der für den „regie 510“ gewählten ZF-Verstärkerkonzeption lässt sich für diese Anzeige von jeder ZF-Stufe eine Richtspannung gewinnen. Da diese Richtspannung von einem ohmschen Lastwiderstand im Kollektor des jeweiligen Begrenzerverstärkers gewonnen wird (Bild 6), kann die Belastung mit der Diode die ZF-Durchlauffkurve nicht beeinflussen.

In der ersten ZF-Stufe wird die Richtspannung einem ZF-Hilfskreis entnommen und dient auch zur Regelung der HF-Vorstufe bei großen Ein-

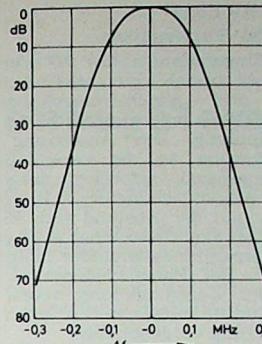


Bild 4 (oben): FM-ZF-Durchlauffkurve

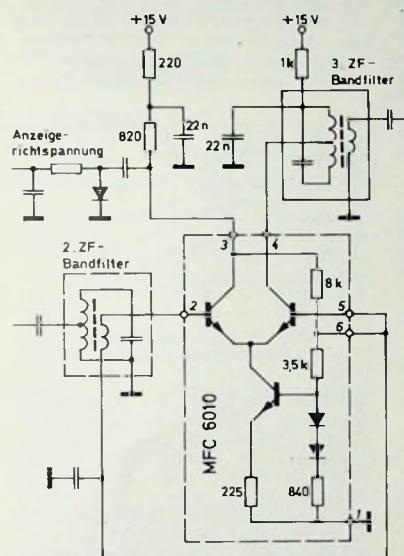


Bild 5: Signal-Rausch-Abstand bei 100 MHz (THD = Vezerrung, Rauschen, Brumm; 0 dB ≈ 1 V)

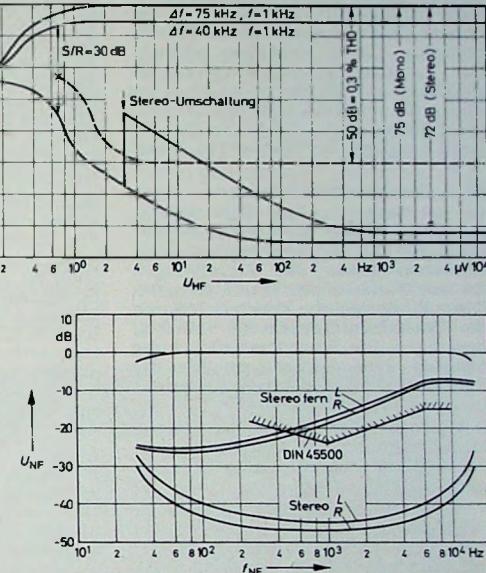
Bild 6: ZF-Stufe des „regie 510“

Bild 7: Stereo-Ubersprechdämpfung vom Antenneneingang bis Decoderausgang gemessen

gangssignalen. Die Anzeige reicht von  $2 \mu\text{V}$  bis über  $50 \text{ mV}$  Eingangsspannung.

### 2.1.3. Stereo-Decoder

Dem hohen Schaltungsaufwand im HF- und ZF-Teil entspricht auch der Aufbau des Stereo-Decoders, der für eine einwandfreie Stereo-Wiedergabe sorgt. Der Klirrfaktor bei Mono- und Stereo-Wiedergabe für  $75 \text{ kHz}$  Hub ist  $< 0.1 \%$ , der Frequenzgang mit Preemphasis ist  $40 \text{ Hz}$  bis  $12.5 \text{ kHz} \pm 0.5 \text{ dB}$ , und die Übersprechdämpfung beträgt  $35 \text{ dB}$  bei  $50 \text{ Hz}$ ,  $45 \text{ dB}$  bei  $1 \text{ kHz}$  sowie  $38 \text{ dB}$  bei  $12.5 \text{ kHz}$  (Bild 7). Der BFC-Klirrfaktor bei  $14 \text{ kHz}$  ist  $1.8 \%$ , die Pilotton-



und Hilfsträgerunterdrückung beträgt  $60 \text{ dB}$  und die Interferenzproduktunterdrückung  $50 \text{ dB}$ .

Aus dem Multiplex-Signal (MPX-Signal) wird im Kollektor des ersten Decodertransistors der  $19\text{-kHz}$ -Pilotton herausgefiltert, mit der zweiten Pilottonstufe selektiv verstärkt und durch Frequenzverdopplung der  $38\text{-kHz}$ -Hilfsträger gewonnen. Dieser wird nochmals selektiv verstärkt und dem symmetrischen Schaltdemodulator mit der IS  $\mu\text{A} 796$  (Bild 8) zugeführt. Dabei dient der Gleichspannungsanteil, der bei der Frequenzverdopplung entsteht, zum Ansteuern der Stereo-Anzeigelampe und zur automatischen Mono-Stereo-Umschaltung.

Bevor das MPX-Signal zum Schaltdemodulator gelangt, wird es durch ein Filter mit einem Dämpfungspol bei  $114 \text{ kHz}$  von Nachbarkanalstörungen befreit und verstärkt.

Der symmetrische Schaltdemodulator arbeitet als aktiver Ringdemodulator mit Einstellmöglichkeit für die Übersprechdämpfung. Durch Impedanzwandler entkoppelte Tiefpässe mit  $15\text{-kHz}$ -Grenzfrequenz befreien das an den Ausgängen 6 und 9 abgenommene Stereo-Signal von Pilotton- und Hilfsträgerresten.

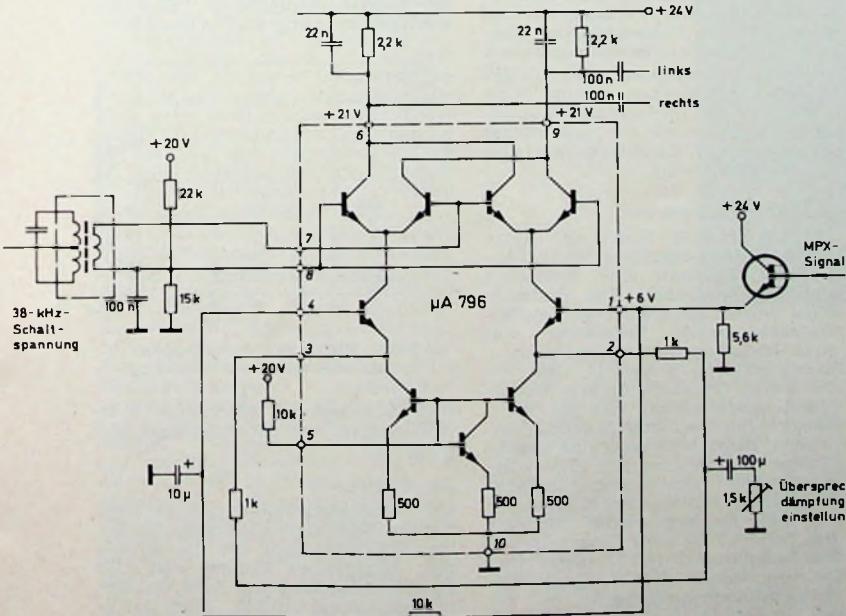


Bild 8: Symmetrischer Schaltdemodulator des Multiplex-Decoders

Für die automatische Mono-Stereo-Umschaltung sperrt die Mutingschaltung den zweiten Pilottonverstärker so lange, bis ein Sender eingestellt ist, der störungsfrei mit einer Mindestfeldstärke von etwa  $5\mu\text{V}$  einfällt. Wenn der eingestellte Sender einen 19-kHz-Pilotton für Stereo-Sendungen überträgt, schaltet der Decoder von Mono- auf Stereo-Wiedergabe um.

Eine Rückkopplung von der Stereo-Anzeige auf den zweiten Pilottonverstärker erhöht die Verstärkung, so daß der Hilfsträgerverstärker als Begrenzer arbeitet. Wegen der guten Selektion und Begrenzung der Hilfsträgerstufe wird der Schaltdemodulator mit einer exakten Rechteckspannung angesteuert, so daß auch bei hohen NF-Frequenzen keine Mischprodukte (BFC) entstehen können. Die Verkopplung der Rauschunterdrückung mit der Stereo-Anzeige bewirkt die ausschließliche Wiedergabe empfangswürdiger FM-Stereo-Sender beim Betätigen der Nur-Stereo-Taste.

#### 2.1.4. Rauschunterdrückung

Bei der Senderwahl im UKW-Bereich stören das wegen der hohen ZF-Verstärkung laute Rauschen zwischen den Stationen sowie die Verzerrungen an den Flanken der Durchlaßkurve. Diese Störgeräusche lassen sich durch die Rauschunterdrückung (Muting) beseitigen. Die Rauschunterdrückung benötigt zwei Indikatoren für die Freigabe des Niederfrequenzsignals im Ausgang des Decoders:

Der eingestellte Sender muß eine Mindestsignalstärke haben; der Sender muß störungsfrei einfallen.

Der Signalstärkeindikator wird als Richtspannung aus der vierten ZF-Begrenzerverstärkerstufe gewonnen und dem Schwellenwertverstärker mit einstellbarer Ansprechschwelle zugeführt. Der Indikator für den Störspannungsabstand entsteht durch Amplitudendemodulation der ZF im Ratiotektor. Das Signal wird im Rauschverstärker verstärkt, gleichgerichtet, begrenzt und dem Schwellenwertverstärker mit dem Schwellenwertschalter zugeführt.

Wenn die oben genannten Bedingungen erfüllt sind, entfällt der NF-Kurzschluß im Decoder. Diese neuartige Mutingschaltung arbeitet bis zu Eingangssignalen von 2 bis 3  $\mu\text{V}$  einwandfrei.

#### 2.2. AM-Empfangsteil

Obwohl die AM-Bereiche wegen ihres eingeschränkten Frequenzübertragungsbereiches nicht für die Wiedergabe von hochwertigen Musiksendungen geeignet sind, erreichte man auch hier optimale Übertragungseigenschaften. Durchstimmbare Eingangsfilter für LW und MW, getrennter Mischer und Oszillator, dreistufiger ZF-Verstärker mit Bandfiltern sowie eine auf zwei Stufen wirksame Regelung sorgen für gute Empfindlichkeit, Trennschärfe, sehr gutes Großsignalverhalten und ausgezeichneten Störabstand. Der zweistufige Regelspannungsverstärker ermöglicht zudem noch eine logarithmische Anzeige der AM-Feldstärke.

### 2.3. NF-Teil

#### 2.3.1. NF-Vorverstärker

Die Eingangsstufe des NF-Vorverstärkers besteht aus einer Gruppe von drei gleichstromgekoppelten Transistoren mit umschaltbarer Gegenkopplung. Die Anpassung der Verstärkung an die verschiedenen Eingangspegel erfordert deswegen keine Abschwächung der anliegenden Pegel, und der Abstand zum Eigenrauschen zugunsten eines sehr guten Fremdspannungsabstandes bleibt erhalten. Bei Phonowiedergabe wird mit der Gegenkopplung neben der Empfindlichkeitskorrektur auch die Entzerrung vorgenommen.

Separate Tonbandeingangsstufen vermeiden eine Rückkopplung über ein Bandgerät mit Monitoreinrichtung. Auf den Pegelregler folgt ein aktiver Filterbaustein mit dem Rumpelfilter, das eine Steilheit von 16 dB/Oktave mit einer Grenzfrequenz von 50 Hz hat, und dem Rauschfilter mit 12 dB/Oktave von 8 kHz an (Bild 9). Der Durchlaßbereich wird durch die aktive Schaltung nicht bedämpft.

Ein aktives Klangregelnetzwerk gestattet die Anhebung und Absenkung der tiefen und hohen Frequenzen ohne Veränderung des Mittenpegels (Bild 10). Auf Grund einer neuartigen Schaltung entspricht die mechanische Mittenstellung zwangsweise der elektrischen Linearstellung, da in die Mittenabgriffe der Potentiometer niederohmig eine frequenzunabhängige Spannung eingespeist wird.

Der Lautstärkeeinsteller befindet sich am Ausgang des Vorverstärkers, so daß auch für kleine Ausgangsleistungen keine schlechteren Werte als bei Vollaussteuerung erreicht werden. Das Potentiometer ist an zwei Abgriffen für die physiologische Lautstärkeeinstellung (Bild 11) beschaltet. Durch den Zugschalter am Einsteller wird diese abgeschaltet und der Pfeil für die lineare Wiedergabe um etwa 3 dB zur Erreichung des gleichen Lautstärkeeindrucks angehoben. Die Übersteuerungsfestigkeit des gesamten Vorverstärkers beträgt 26 dB und erhöht sich noch, wenn der Lautstärkeeinsteller für die gewünschte physiologische Lautstärkeanhebung zurückgedreht wird.

#### 2.3.2. NF-Endverstärker

Die NF-Endstufe bildet mit Netzteil, Lautsprechergruppen-Wahlschalter und -Buchsen eine kompakte konstruktive Einheit. Die Endstufe selbst wurde als dreistufiger gleichstromgekoppelter Verstärker mit quasi-komplementär-symmetrischen Endtransistoren ausgelegt. Die ersten beiden Transistoren arbeiten als Spannungsverstärker, die die komplementären Treibertransistoren ansteuern. Diese bewirken eine gegenphasige Ansteuerung der Endtransistoren. Der Temperaturkompensationstransistor ist auf dem Kühlkörper mit den Endtransistoren montiert und bewirkt so eine Stabilisierung des Ruhestroms der Treiber- und Endstufentransistoren gegenüber Temperaturschwankungen.

Die Gegenkopplung vom Ausgang auf die Eingangsstufe des Endver-

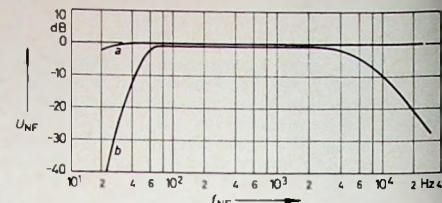


Bild 9. Frequenzgangkurven: a) ohne Filter, b) mit Rumpel- und Rauschfilter

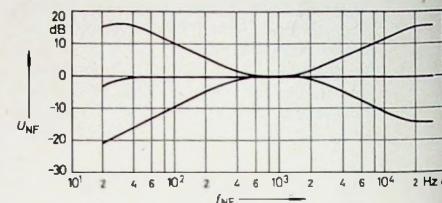


Bild 10. Wirkungsweise der Höhen- und Tiefenregler

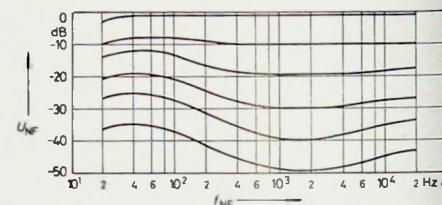


Bild 11. Gehörrichtige Lautstärke-regelung des 'regie 510'

stärkers stabilisiert die Mittenspannung und reduziert den Klirrfaktor. Gegen Überlastung durch Unteraussteuerung oder Kurzschluß wird die Endstufe durch eine Strombegrenzungsschaltung sowie eine Kurzschlußautomatik mit bistabiler Kippstufe geschützt. Bei Überschreiten der maximal zulässigen Kühlkörpertemperatur schaltet ein Thermoschalter die Betriebsspannung der Endstufe wechselstromseitig ab. Die Kurven im

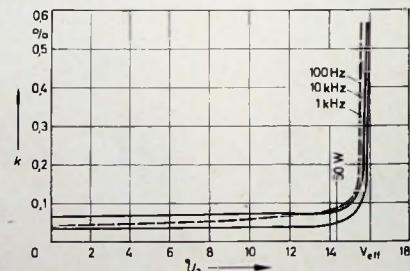


Bild 12. Klirrfaktor k in Abhängigkeit von der Ausgangsspannung  $U_o$

Bild 12 zeigt den Klirrfaktor k in Abhängigkeit von der Ausgangsspannung  $U_o$ .

#### 2.4. Netzeil

Der Netztromtransformator hat zwei getrennte Sekundärwicklungen, die die Betriebsspannungen für die einzelnen Baugruppen liefern. Für das Rundfunkempfangsteil wird die Betriebsspannung durch eine kurzschlußsichere elektronische Stabilisierung konstant gehalten.

## Navigationssystem „Omega“

Seit einiger Zeit wird in der Fachwelt über das Funk-Navigationssystem „Omega“ diskutiert, das nach Fertigstellung Flugzeugen, Landfahrzeugen, Schiffen und Unterwasserfahrzeugen zur Navigation dienen wird. Das System arbeitet im Längstwellenbereich (10...14 kHz). Die Vorteile der Längstwellen, wie hohe Phasenstabilität und sehr geringe Dämpfung, ermöglichen eine weltweite Navigation mit nur acht Sendern. Im folgenden werden Eigenschaften und Wirkungsweise dieses Navigationssystems behandelt [1].

### 1. Allgemeines

Ein weltweit anwendbares Navigationssystem ist an und für sich nichts Neues. Schon die alten Chinesen und Phönizier hatten für Seereisen zwei weltweit anwendbare Navigationshilfen, die Gestirne und den Magnetkompaß. Gegenüber modernen funktechnischen Navigationsverfahren, die in ihrer Reichweite stark beschränkt sind, haben die Astronavigation (Navigation nach Gestirnen) und die Kompaßnavigation zwar den Vorteil, daß sie weltweit anwendbar sind, aber die Nachteile, daß die Navigation nach den Gestirnen nur bei wolkenlosem Himmel möglich ist und daß der magnetische Kompaß nicht die geographisch richtige Nordrichtung anzeigt.

Wegen dieser Unzulänglichkeiten forderte bereits im 15. Jahrhundert Prinz Heinrich von Portugal (Heinrich der Seefahrer) ein weltweites, zuverlässiges Navigationssystem, das unabhängig von der Witterung jederzeit exakte Navigationsinformationen liefert. Zu Beginn des 18. Jahrhunderts stellte die Britische Geographische Gesellschaft dieselbe Forderung, die auch heute noch von der Radio Technical Commission for Aeronautics (RTCA) und der International Civil Aviation Organization (Internationale Zivilluftfahrt-Organisation, abgekürzt ICAO) erhoben wird [2].

Funk-Navigationssysteme sind praktisch unabhängig von der Witterung, können also jederzeit angewandt werden, ihre Genauigkeit ist gut und die Handhabung einfach. Dafür ist die Reichweite begrenzt, ein Nachteil, der an Land (beispielsweise für die Flugnavigation) mit beliebig vielen Navigationsanlagen ausgeglichen werden kann. Zu Wasser aber ist das nicht ohne weiteres möglich. Hier müssen Funk-Navigationssysteme mit größerer Reichweite eingesetzt werden, wofür in erster Linie die sogenannten Hyperbelnavigationssysteme in Betracht kommen, deren Arbeitsweise auf der Messung der Entfernungsdifferenz zwischen zwei Sendern beruht. Da der geometrische Ort aller Punkte mit der gleichen Entfernungsdifferenz zu zwei festen Punkten (hier die beiden Sender) eine Hyperbel ist, bezeichnet man

diese Systeme als Hyperbelnavigationssysteme.

Die beiden bekanntesten Hyperbelnavigationssysteme sind das „Decca“-Navigationssystem und das „Loran“-System. Während das „Decca“-System (benannt nach der Herstellerfirma) mit einer Reichweite von etwa 350 sm (1 sm = 1,852 km) noch zu den Mittelbereichs-Navigationssystemen zählt, ist das „Loran“-System ein ausgesprochenes Langstrecken-Navigationssystem („Loran“ ist die Abkürzung für long range navigation). Die Reichweiten des „Loran“-Systems betragen bei Ausnutzung der Bodenwelle am Tage etwa 700...800 sm und nachts etwa 450 sm. Bei Ausnutzung der Raumwelle erhält man nachts eine Reichweite bis zu etwa 1400 sm, was allerdings eine wesentlich schlechtere Genauigkeit ergibt als die mit Bodenwellen erreichbare.

Während das „Decca“-Verfahren hauptsächlich in Europa angewendet wird, versorgen „Loran“-Anlagen insbesondere den nordatlantischen

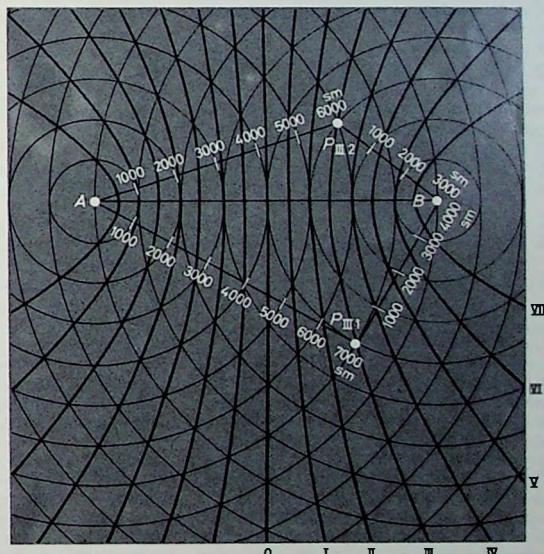
sehr teuer und außerdem nach längerer Betriebszeit zunehmenden Ungenauigkeiten unterworfen sind.

Ein den heutigen Anforderungen entsprechendes, weltweit anwendbares Funk-Navigationssystem verspricht das „Omega“-System zu werden, das ebenso wie das „Decca“- und das „Loran“-System zur Gruppe der Hyperbelnavigationssysteme gehört.

### 2. Prinzip der Hyperbelnavigation

Das Prinzip der Hyperbelnavigation zeigt Bild 1. Die beiden Punkte A und B stellen zwei Sender dar, die beide Funkwellen aussenden. Um jede dieser beiden Sendestationen sind in gleichem Abstand voneinander konzentrische Kreise gezeichnet. Verbindet man die Schnittpunkte der Kreise miteinander, so erhält man als Verbindungslinien Hyperbeln. Die beiden Punkte A und B bilden die Brennpunkte der Hyperbeln, bei denen die Differenz der Entfernung zu den Sendern A und B an allen Punkten der Hyperbel gleich groß ist.

Bild 1. Grundprinzip der Hyperbelnavigation



und den nordpazifischen Raum. Auf der südlichen Hemisphäre fehlen derartige Navigationssysteme (abgesehen von einigen „Decca“-Anlagen in Südafrika). Das starke Anwachsen des weltweiten Luft- und Schiffsverkehrs und die guten Ergebnisse, die man mit Funk-Navigationssystemen erreichte, haben gerade in den letzten Jahren in verstärktem Maße die Notwendigkeit eines weltweiten Funk-Navigationssystems aufgezeigt. Ein anderer Grund ist, daß bodenunabhängige Navigationssysteme, wie beispielsweise die Trägheitsnavigationssysteme und der Doppler-Navigator,

Man nennt sie daher auch Linien gleicher Entfernungsdifferenz oder Isodromen (griechisch *iso* = gleich). Als Beispiel sei angenommen, daß der Abstand zwischen den Kreisen um die Sender A und B 1000 sm ist. Die Entfernung zwischen Sender A und Punkt  $P_{III1}$  auf der Hyperbel III beträgt dann 7000 sm, und zwischen Sender B und Punkt  $P_{III1}$  ist die Entfernung 4000 sm. Die Differenz zwischen beiden Entfernungen beträgt also  $7000 \text{ sm} - 4000 \text{ sm} = 3000 \text{ sm}$ . Die Entfernung zwischen Sender A und Punkt  $P_{III2}$  ist 6000 sm; zwischen dem Sender B und dem Punkt

$P_{III2}$  beträgt sie 3000 sm. Die Entfernungsdifferenz ist hier  $6000 \text{ sm} - 3000 \text{ sm} = 3000 \text{ sm}$ , also genauso groß wie im ersten Beispiel bei Punkt  $P_{III1}$ . Bei sämtlichen anderen Punkten auf der Hyperbel  $III$  entspricht die Entfernungsdifferenz ebenfalls 3000 sm, wie man leicht nachprüfen kann. Ähnlich verhält es sich bei allen anderen Hyperbeln der Hyperbelschar. Eine Hyperbel könnte als Standlinie von einem Schiff (oder einem Flugzeug) zur Navigation gewissermaßen als Leitlinie benutzt werden. Dazu müssten nur laufend die Entfernungen zwischen dem augenblicklichen Standort und den beiden Sendern  $A$  und  $B$  gemessen und die Entfernungen voneinander abgezogen werden, und es müsste nur darauf geachtet werden, daß diese Entfernungsdifferenz immer gleich groß bleibt. Befände sich das Schiff zum Beispiel im Punkt  $P_{III1}$  im Bild 1, so wäre die Entfernungsdifferenz 3000 sm. Würde das Schiff nun so gelenkt, daß die Navigations-Meßapparatur an Bord des Schiffes stets eine Entfernungsdifferenz von 3000 sm anzeigt, so würde das Schiff einen Kurs haben, der der Hyperbel  $III$  entsprechen würde. Da sich allerdings der Verlauf einer Hyperbel meistens nicht mit dem gewünschten Kurs deckt, muß das Schiff mit Hilfe von zwei Hyperbelscharen laufend seinen Standort bestimmen können. Die Schnittpunkte der Hyperbeln beider Hyperbelscharen ergeben dann die gewünschten Standorte.

Zur Auswertung der von der Navigations-Empfangseinrichtung gelieferten Informationen können Karten benutzt werden, in die die Hyperbeln mit den Werten der zugehörigen Entfernungsdifferenzen eingetragen sind.

### 3. Wirkungsweise und Eigenschaften des „Omega“-Navigationssystems

#### 3.1. Sender

Das „Omega“-Navigationssystem ist mit acht an geeigneten Orten aufgestellten Sendern in der Lage, die ganze Erde mit zuverlässigen Navigationsinformationen zu versorgen. Gegenwärtig arbeitet es aber im Versuchsstadium mit nur vier Sendern, die bei Forestport im US-Staat New York, Port of Spain auf Trinidad, Haiku auf der Hawaii-Insel Oahu sowie Bratland in Norwegen installiert sind. Für die weiteren vier Sendestationen sind folgende Aufstellungsorte geplant: die Insel Réunion (östlich Madagaskar), Japan, Argentinien sowie Australien oder Neuseeland [2]. Im voll ausgebauten Stadium wird der jetzt bei Forestport, N.Y., stehende Sender nach Nord-Dakota oder Minnesota verlegt werden. Diese acht Sendestationen ermöglichen dann insgesamt sieben Hyperbelscharen.

Mit den vier gegenwärtig im Betrieb befindlichen Versuchsstationen erreicht man die Bedeckung eines Gebietes etwa zwischen  $0^\circ$  und  $90^\circ N$  sowie  $0^\circ$  und  $150^\circ W$  (Bild 2). Der Standort der zur Zeit noch bei Forestport, N.Y., befindlichen Station ist hier bereits für Minnesota angenommen.

Bild 2. Bedeckung der vier gegenwärtig im Betrieb befindlichen Versuchsstationen des „Omega“-Systems [3]

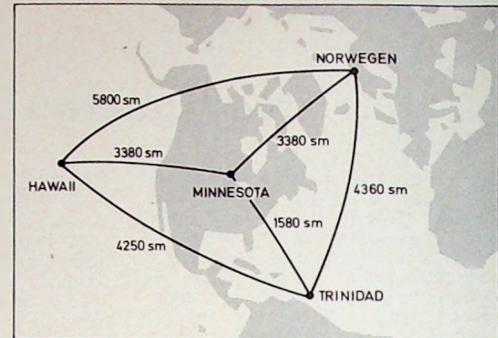
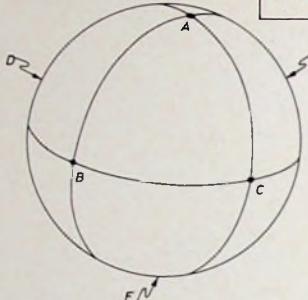


Bild 3 (unten). Idealverteilung von nur sechs „Omega“-Sendern  $A \dots F$  auf der Erdkugel [4]



Ideal für die Bedeckung der Erde wäre die Verwendung von nur sechs Stationen. Von diesen sechs Sendern  $A \dots F$  müßten, wie Bild 3 zeigt, je einer am Nord- und am Südpol und die vier weiteren in je  $90^\circ$  Längsabstand auf dem Äquator platziert werden. Man würde dann überall einen Abstand von  $90^\circ$  von Sendestation zu Sendestation und damit eine geometrisch günstige Lage der Hyperbelstandlinien erhalten. Wegen der Verteilung von Land und Meer auf dem Erdball sowie der ungünstigen klimatischen Verhältnisse an den beiden Erdpolen ist diese Idealverteilung allerdings nicht möglich. Aus diesem Grund sind insgesamt acht Sender mit den oben genannten Aufstellungsorten vorgesehen.

Wie eingangs erwähnt, arbeitet das „Omega“-System im Längstwellenbereich von  $10 \dots 14 \text{ kHz}$ . Längstwellen passen sich bei ihrer Ausbreitung der Krümmung der Erdoberfläche an; wegen der sehr geringen Dämpfung, die sie bei der Ausbreitung erfahren, ist die Reichweite groß. Da Längstwellen bis zu 15 m Tiefe in das Wasser eindringen, ist eine Anwendung des „Omega“-Verfahrens auch für Unterwasserfahrzeuge möglich. Die Genauigkeit des Systems beträgt etwa 1 sm bei Tag und 2 sm in der Nacht.

Für die Messung der Differenz der Entfernungen zwischen den „Omega“-Sendern und dem augenblicklichen Standort eines Schiffes oder Flugzeuges gibt es zwei Methoden. Bei der einen ermittelt man die Differenz der Laufzeiten der von den beiden Sendern, die man zur Standlinienbestimmung ausgewählt hat, ausgestrahlten Längstwellenimpulsen (Laufzeitdifferenzmessung), und bei der zweiten Methode muß man die Phasendifferenz zwischen den von den beiden ausgewählten Sendern kommenden Funkwellen (Phasendifferenzmessung).

Das „Omega“-System arbeitet nach dem Verfahren der Phasendifferenzmessung, wozu die Sender ein Signal mit der Grundfrequenz von  $10.2 \text{ kHz}$  senden. Die Phasendifferenzmessung ergibt aber keine eindeutige Standlinienbestimmung, da sich die Linien gleicher Phasendifferenz periodisch wiederholen. Diese Wiederholung tritt entlang der Basis, das heißt der kürzesten Verbindungsstrecke zwischen den beiden für die Standlinienbestimmung ausgewählten Sendestationen, nach jeweils der halben Wellenlänge auf, bei der Frequenz  $10.2 \text{ kHz}$  also etwa alle 8 sm. In größerem Abstand von der Basis werden die Abstände größer, nach denen sich die Linien gleicher Phasendifferenz wiederholen. Die Standlinien- beziehungsweise Standortbestimmung nach der Methode der Phasendifferenzmessung ist also mehrdeutig. Um diese Mehrdeutigkeit zu beseitigen, müssen außer der erwähnten Frequenz von  $10.2 \text{ kHz}$  noch weitere Frequenzen gesendet werden.

Für den endgültigen Ausbau des „Omega“-Systems wurde daher das Frequenzfolgeschema nach Bild 4 vorgeschlagen. Die acht Sendestationen sind mit den Buchstaben  $A \dots H$  bezeichnet. Jede Station sendet etwa eine Sekunde lang je eine Frequenz von  $10.2 \text{ kHz}$ ,  $13.6 \text{ kHz}$  und  $11.33 \text{ kHz}$ , die nach jeweils 10 s wiederholt werden. Für den verbleibenden Zeitraum von etwa 6 s sendet jede Station eine Frequenz, die nur dieser Station eigen ist. Bei Station  $A$  zum Beispiel beträgt diese Frequenz  $10.462 \text{ kHz}$ , bei Station  $B$   $10.736 \text{ kHz}$ , bei Station  $C$   $11.027 \text{ kHz}$  usw. Diese für die einzelnen Sendestationen charakteristischen Frequenzen (Kennfrequenzen) erhält man durch Teilung von  $408 \text{ kHz}$  durch zwischen 30 und 40 liegende Zahlen.

Die von jedem Sender ausgestrahlte Frequenz von  $10.2 \text{ kHz}$  (Grundfrequenz) dient zum Messen des Phasenunterschiedes. Damit die dabei entstehende Mehrdeutigkeit der Standlinienbestimmung beseitigt wird, sendet man zusätzlich die Frequenzen von  $13.6 \text{ kHz}$  und  $11.33 \text{ kHz}$ . Sie ergeben mit der Frequenz von  $10.2 \text{ kHz}$  zwei Differenzfrequenzen von  $3.4 \text{ kHz}$  und  $1.13 \text{ kHz}$ . Diese Frequenzen führen zu Bereichen, in denen eine eindeutige Standortbestimmung möglich ist. Dabei entspricht die Differenzfrequenz von  $3.4 \text{ kHz}$  einem Bereich oder Streifen von etwa 24 sm

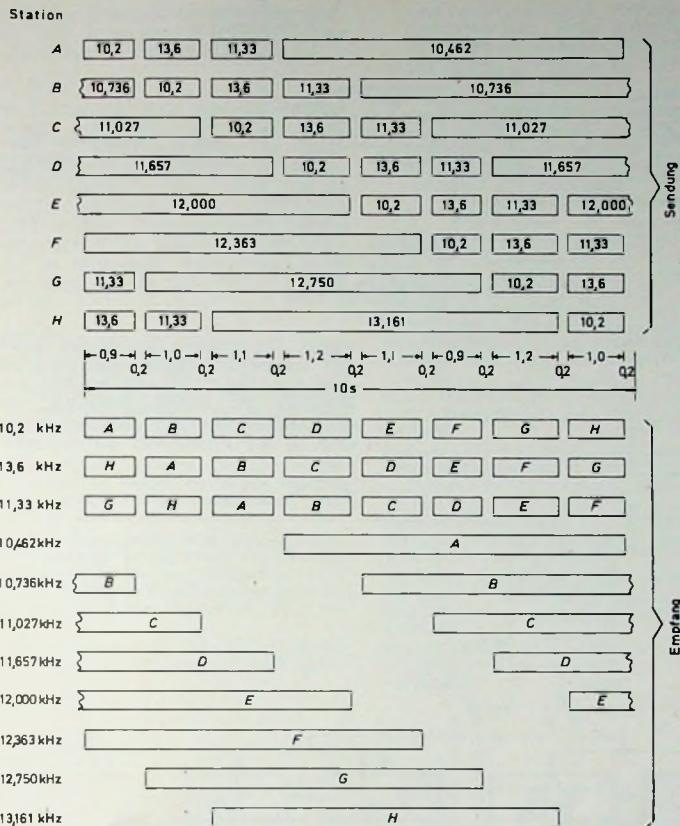


Bild 4. Frequenzfolgeschema für das „Omega“-System [5]

Breite entlang der Basis und die Frequenz von 1,13 kHz einem Bereich von etwa 71 sm Breite.

Reicht diese Genauigkeit nicht aus, so kann man die Sende frequenzen noch modulieren, und zwar die Frequenz von 10,2 kHz mit 11½ Hz, die Frequenz von 13,6 kHz mit 226½ Hz und die Frequenz von 11,33 kHz mit 45½ Hz. Diese Modulationsfrequenzen führen entlang der Basis zu 7142 sm, 357 sm und 1786 sm breiten Streifen eindeutiger Standortbestimmung.

Ein wichtiges Problem ist die Synchronisierung der weit auseinander liegenden Sender, denn um Phasendifferenzmessungen durchzuführen, müssen alle Sender absolut synchron arbeiten. Nach [4] wird der Synchronismus zwischen den „Omega“-Sendern so definiert, daß die Antennenströme aller Sender ohne Rücksicht auf deren Standort beziehungsweise auf den Standort der Sendeantennen absolut phasengleich sind. Dabei wird allerdings nicht berücksichtigt, daß die verschiedenen Sender ihre gemeinsamen Frequenzen, wie Bild 4 zeigt, zu verschiedenen Zeiten aussenden. Eine Phasengleichheit aller Sender erreicht man dadurch, daß man für die Steuerfrequenzen den Mittelwert der Frequenzen von vier Atomfrequenznormalen benutzt, die jedoch im Bereich von wenigen  $10^{-11}$  verstellt werden

Tab. I. Technische Daten der „Omega“-Sendestationen [6]

	Versuchssystem	endgültiges System
Zahl der Sender Frequenzband abgestrahlte Leistung Sendeform Bedeckung Länge der Basislinien	vier 10...14 kHz 0,2...6 kW auf 10,2 kHz CW in Zeitfolge 0...90° N; 0...150° W 4000...10 000 sm	acht 10...14 kHz 10 kW auf 10,2 kHz CW moduliert in Zeitfolge gesamte Erdoberfläche 4000...10 000 sm

können. Alle Frequenzen, die der Sender benötigt, werden davon abgeleitet. Man erreicht auf diese Weise eine Phasengenauigkeit von etwa  $1\mu\text{s}/\text{Tag}$ . Die Phasen der Frequenznormale aller Sender werden außerdem wenigstens einmal am Tag durch besondere Verfahren, deren Beschreibung hier zu weit führen würde, miteinander verglichen, um eventuell eingetretene Phasenverschiebungen aufzudecken und zu korrigieren [4]. Die wichtigsten Daten der „Omega“-Sender sind aus Tab. I ersichtlich.

### 3.2. Empfänger

Um den Standort eines Schiffes oder Flugzeugs mit den vom „Omega“-System gelieferten Informationen zu ermitteln, kann der Navigator eine Standlinie aus jedem geeigneten Paar der acht Sendestationen bestimmen, wobei er zweckmäßigerverweise solche Standlinien auswählen wird, die einen großen Schnittwinkel miteinander bilden. Acht Stationen

würden eine ausreichende Redundanz ergeben.

Der „Omega“-Empfänger kann von Hand bedient werden, kann aber auch teil- oder vollautomatisch arbeiten. Ein automatisch arbeitender Empfänger verfolgt die Signale, aus denen sich die gewünschten Standlinien ergeben, so lange, bis der Navigator andere Senderpaare auswählt oder bis der Zielort erreicht ist. Die Standlinien werden am Empfänger angezeigt, können aber zur Erleichterung für den Navigator auch automatisch aufgezeichnet werden.

Zum Auswerten der vom „Omega“-Empfänger an Bord eines Schiffes gelieferten Navigationsdaten kann man – wie schon erwähnt – Seekarten benutzen, in die die Hyperbelscharen eingetragen sind. Das hat jedoch den Nachteil, daß der Aufwand an Karten beträchtlich wird, wenn man die Genauigkeit voll ausnutzen will, die das System bietet. Zweckmäßiger ist es daher, die vom „Omega“-Empfänger gelieferten Meßwerte von einem Elektronenrechner unmittelbar in geographische Koordinaten umzurechnen zu lassen, wie es in Flugzeugen üblich ist. Auch für Schiffe lohnt sich der Aufwand eines Rechners, da er Ungenauigkeiten vermeidet, die bei der Ermittlung von Standlinien an Hand von Seekarten entstehen könnten.

Die Ausbreitungsbedingungen der Längstwellen sind Schwankungen unterworfen, da sich die Höhe der Ionosphäre im Laufe eines Tages ändert. Dadurch unterliegt auch die an einem festen Ort ermittelte Phasendifferenz Schwankungen, die sich täglich mit großer Regelmäßigkeit,

jedoch mit einer geringen jahreszeitlichen Verschiebung wiederholen. Außerdem hängen die Schwankungen von lokalen Gegebenheiten ab. Sie lassen sich jedoch vorhersagen. Diese Vorhersagen von Korrekturen (skywave corrections genannt) liegen in Form von Korrekturtafeln vor, die vom US-Hydrographic Office in Washington herausgegeben werden. Die Korrekturwerte müssen beim Auswerten der vom „Omega“-Empfänger gelieferten Meßwerte berücksichtigt werden.

An Empfängern für das „Omega“-System stehen vor allem zwei Typen zur Verfügung, einer in Analogausführung und einer in Digitalausführung. Sie werden nachstehend kurz beschrieben. Darüber hinaus gibt es aber noch andere Empfänger, auf die hier jedoch nicht näher eingegangen werden soll. Bild 5 zeigt das vereinfachte Blockschaltbild des Analogempfängers. Es handelt sich dabei um einen Doppelempfänger, mit dem sich

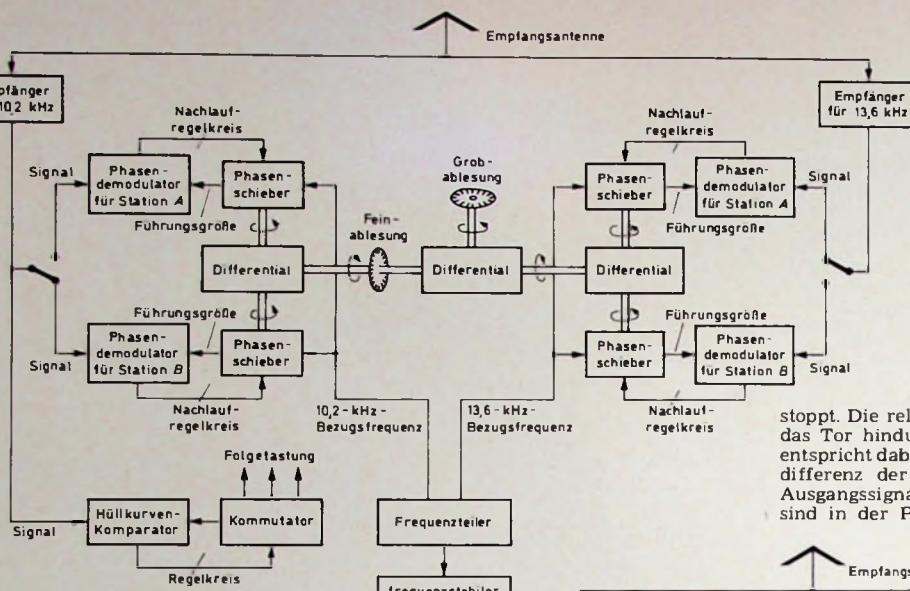
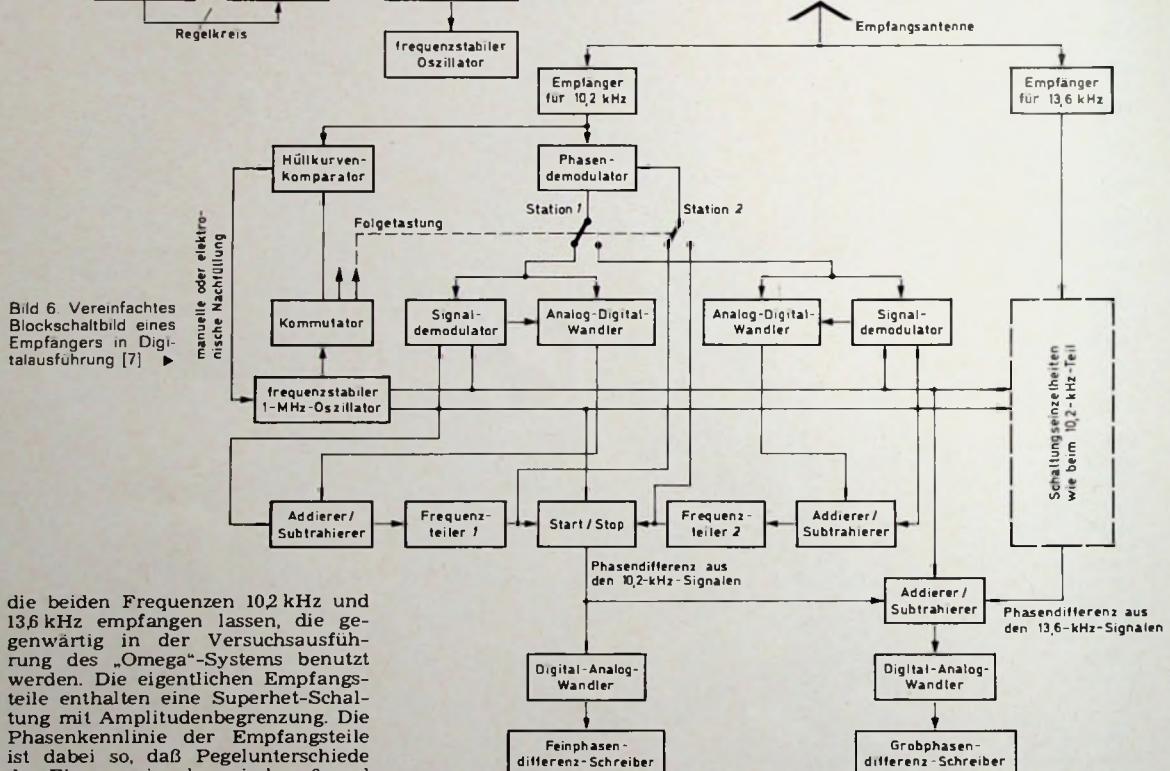


Bild 5. Vereinfachtes Blockschaltbild eines Empfängers in Analogausführung [7]



die beiden Frequenzen 10,2 kHz und 13,6 kHz empfangen lassen, die gegenwärtig in der Versuchsausführung des „Omega“-Systems benutzt werden. Die eigentlichen Empfangsteile enthalten eine Superhet-Schaltung mit Amplitudenbegrenzung. Die Phasenkennlinie der Empfangsteile ist dabei so, daß Pegelunterschiede des Eingangssignals zwischen 0 und 80 dB nur eine vernachlässigbar geringe Änderung der Gesamtphasenverschiebung verursachen. Für jeden der beiden empfangenen Sender steht ein Phasendemodulator zur Verfügung. Da die Empfangssignale gleicher Frequenz, aus denen die Phasendifferenz gebildet werden soll, zeitlich hintereinander am Empfangsort eintreffen (s. Bild 4), speichern Integrerschaltungen die von den Phasendemodulatoren gelieferten Phaseninformationen für jedes Empfangssignal in der richtigen Reihenfolge, bis alle für die Phasendifferenzmessung erforderlichen Signale eingetroffen sind.

Bild 6 zeigt das vereinfachte Blockschaltbild eines Empfängers in Digi-

tausführung. Auch hierbei handelt es sich um einen Doppelfrequenzempfänger für 10,2 kHz und 13,6 kHz. Die Phasendemodulatoren für die hintereinander eintreffenden Empfangssignale arbeiten im Zeitmultiplexverfahren. Die feine Phasendifferenz, der die 8 sm breiten Bereiche oder Streifen eindeutiger Standortbestimmung entsprechen, erhält man dadurch, daß eine Signalphase, wie sie am Ausgang des Frequenzteilers 1 auftritt, eine Folge von Impulsen aus einem frequenzstabilen 1-MHz-Oszillator eine Torschaltung (Start/Stop) passieren läßt, während eine zweite Signalphase, die am Ausgang des Frequenzteilers 2 liegt, die Impulsfolge

stoppt. Die relative Anzahl der durch das Tor hindurchgelassenen Impulse entspricht dabei der relativen Phasendifferenz der Empfangssignale. Die Ausgangssignale der Frequenzteiler sind in der Phase mit den entspre-

chenden Empfangssignalen starr verknüpft. Die grobe Phasendifferenz, der die 24 sm breiten Streifen eindeutiger Standortbestimmung entsprechen, erhält man dadurch, daß aus dem Phasendifferenzausgang des 10,2-kHz-Kanals des Empfängers Impulse zu einer Impulsfolge aus dem frequenzstabilen 1-MHz-Oszillator addiert und aus dem Phasendifferenzausgang des 13,6-kHz-Kanals Impulse von dieser Impulsreihe subtrahiert werden. Aus der resultierenden Impulsfolge erhält man dann durch Umwandlung mit einem Digital-Analog-Wandler den Anzeigewert als Analogsignal. Sowohl die Feinphasendifferenz als

auch die Grobphasendifferenz können von je einem Kurvenschreiber aufgezeichnet werden [7].

### 3.3. Kosten

Die Kosten für eine „Omega“-Sendestation belaufen sich auf rund 9 Mill. \$, und die Kosten für Empfangsanlagen betragen bis zu 50 000 \$ für Flugzeuge, etwa 20 000 \$ für Schiffsempfangsanlagen, 10 000 bis 25 000 \$ für Flugzeugträger sowie 2000 ... 5000 \$ für Handelsschiffe. Geräte in einfacher Ausführung sind aber auch schon für 2000 \$ erhältlich [8].

### Schrifttum

- [1] Das „OMEGA“-Navigationssystem. Funktechn. Bd. 26 (1971) Nr. 4, S. 134
  - [2] AN/SRN-14, AN/BRN-4, Omega Receiving Systems. Werbeschreif. der International Telephone and Telegraph Corporation (ITT), 1970
  - [3] Ryan Omega Navigation Receiver. Werbeprospekt für Omega-Empfänger der Ryan Aeronautical Company, San Diego, Kalifornien
  - [4] Pierce, J. A.: Omega, eine weltweite Navigationshilfe. Vortrag DGON, München 1965 (Übersetzung aus dem Englischen von R. Tonndorf) sowie IEEE Trans. Aerospace and Electronic Systems Bd. AES-1, Nr. 3, Dez. 1965
  - [5] Freiesleben, H. C.: Das „Omega“-Standortbestimmungs-System und seine Bedeutung für die Navigation. Unveröffentlichte wissenschaftliche Studie, Standard Elektrik Lorenz AG, Stuttgart, März/April 1968
  - [6] Stout, C. C.: The Omega System of Navigation. Vortrag Mailand, 1967
  - [7] Tibbals, M. L.: Die Anwendung des Navigationsverfahrens OMEGA in der Seefahrt. Vortrag München, 1965 (Übersetzung aus dem Englischen von R. Tonndorf)
  - [8] Final Report of the Ad hoc Joint Navigation Satellite Committee, 1966
- Weiteres Schrifttum
- Bärner, K.: Flugsicherungstechnik I, Navigationsanlagen. München 1957, Hanns Reich
  - Burgess, B.: Der Einfluß von Ausbreitungsbedingungen auf den Entwurf von Langwellen-Navigationssystemen für den Weltverkehr. Vortrag DGON, München 1965. DGON Weltbereichs-Navigation in See-, Luft- und Raumfahrt, Bestell-Nr. 2040/1
  - Casselman, C. J., Heritage, D. R. u. Tibbals, M. L.: VLF Propagation Measurements of the Radux Omega System. Proc. IRE Bd. 47 (1959), S. 829-833
  - Eisenberg, R. L. u. Williams, M. F.: Interim Report of Precipitation Effects in Omega Aircraft Receivers. Naval Research Lab. Memorandum Report 1810, August 1967
  - Enge, F. J.: An Omega Receiver Navigation Set for High Performance Aircraft. Navigation (US) Bd. 13 (1966/67) S. 343-347
  - Enright, J. E.: The Contribution of the Omega Navigation System to Safe and Economical Ship Operation. Navigation (US) Bd. 14 (1967) S. 150-156
  - Freiesleben, H. C.: Navigation. Lübeck 1957, Matthiesen
  - Freiesleben, H. C.: La Théorie des Erreurs sur les lignes de Position Hyperboliques. Navigation (Paris) Bd. 5 (1957) S. 181-188
  - Fusca, J. A.: Omega Navigation System Could Serve World. Aviation Week (1957), Nov. 11, S. 83-87
  - Kramar, E.: Überblick über die derzeitige Ausstattung der Weltmeere mit Funknavigationssystemen. Bücherei der Funkortung. Bd. 8 (1962), Teil VI, S. 119-129, und Vortrag Kiel, 1960
  - Laughlin, C. R.: Relay of Omega Navigation Signals by Satellite to a Central Processing Facility. Vortrag AGARD-Tagung, Mailand 1967
  - Meyer, W. E.: Moderne Funkortung. Wolfsburg-Scharbeutz 1958, Westphal (jetzt Berlin, Schiele & Schön)
  - Pierce, J. A.: The Diurnal Carrier-Phase Variation of a 16-kilocycle Transatlantic Signal. Proc. IRE Bd. 43 (1955) S. 584-588
  - Pierce, J. A., McKenzie, A. A. u. Woodward, R. H.: Loran. Radiation Laboratory Series. Bd. 4, New York 1948, McGraw Hill
  - Samek, C. u. Pike, H. S.: A Precision Electronic Navigation System Using Omega and a Synchronous Satellite Network. Navigation (US) Bd. 13, S. 105-110
  - Stanbrough, J. H.: A Relative VLF Navigation System. Navigation (US) Bd. 11 (1964/65), S. 417-428
  - Tibbals, M. L.: Omega Applications to On-Station Positioning. Navigation (US) Bd. 13 (1966), S. 134-140
  - Lueg, H.: Delrac und Omega. Funkortungssystem für Luft- und Seefahrt, Stand 1961. S. 169-174. Dortmund 1962

R. HÜBNER

Halbleiter

## Gunnelemente und Schottky-Barrier-Dioden

Im Mikrowellengebiet, das sich bis zu 300 GHz erstreckt, werden die Elektronen- und Laufzeitröhren schrittweise durch Halbleiterbauelemente verdrängt, die bereits bis zu Frequenzen von 100 GHz eingesetzt werden. Das Spektrum der Anwendung der neuen Mikrowellen-Halbleiterbauelemente umfaßt:

Schwingungserzeugung und Verstärkung mit HF-Transistoren, Gunnelementen und Impatt-Dioden;

Frequenzvervielfacher und parametrische Verstärker mit Kapazitätsdiode, Step-Recovery-Dioden und MOS-Varactoren, Modulatoren und Demodulatoren mit Punktkontaktdioden und Schottky-Barrier-Dioden; HF-Filter, Phasenschieber und variable Dämpfungsglieder mit PIN-Dioden.

Im folgenden wird über zwei neue Mikrowellenbauteile, das Gunnelement und die Schottky-Barrier-Diode, berichtet, die in letzter Zeit eine rasche Entwicklung durchgemacht haben. Der Einsatz dieser Bauelemente im GHz-Bereich erfordert spezielle Gehäuse, deren Abmessungen unterhalb der Betriebswellenlänge liegen und die kleine Zuleitungsinduktivitäten und vernachlässigbare parasitäre Kapazitäten haben.

### 1. Gunnelemente

#### 1.1. Eigenschaften

Im Gegensatz zur normalen PN-Diode, die mit einer Sperrsicht arbeitet,

beruht die Arbeitsweise der Gunnelemente auf einem spannungsgesteuerten Volumenmechanismus, der es ermöglicht, Höchstfrequenzschwingungen mit großer Spannungsamplitude zu erzeugen. Die Gunnelemente haben, obwohl sie den Dioden ähnlich sind, keine PN-Sperrsicht und keine Gleichrichtereigenschaften; bei entgegengesetzter Polung würde das Element zerstört werden. Daher ist bei der Anwendung von Gunnelementen stets auf richtige Polung zu achten. Ihre Wirkungsweise beruht im wesentlichen darauf, daß bei dem verwendeten Grundmaterial (meistens Galliumarsenid) die bei den hohen elektrischen Feldstärken auftretende negative differentielle Elektronenbeweglichkeit im Bereich fallender negativer Charakteristik ausgenutzt wird. Der Gunneffekt ist im Grunde

ein Laufzeiteffekt, das heißt, er beruht auf der Wanderung eines Raumladungspaketes (Domäne) durch den Halbleiter von der Kathode zur Anode während eines jeden Stromzyklus. Aus Bild 1 geht hervor, daß ein Gunnoszillator stets mit einer Vorspannung  $U_0$  betrieben werden muß, die entsprechend größer als die Schwellenspannung (kritische Feldstärke)  $U_1$  ist. Solange die Spannung am Gunnelement  $U < U_1$  ist, folgt der Strom durch das Element dem Ohmschen Gesetz. Bei weiterer Erhöhung steigt die Elektronendriftgeschwindigkeit  $v$  rasch bis  $U_1$  an. Bei Überschreiten der kritischen Feldstärke treten in der Nähe der Kathode Stromunstabilitäten auf, die damit zusammenhängen, daß immer mehr Elektronen in ein höheres Energieniveau überwechseln, so daß selbst bei steigender Feldstärke der Strom abnimmt. Dadurch entsteht die negative, fallende Charakteristik  $U_1 \dots U_2$ . Es kommt zu einem Hin- und Herlaufen der Leitungsträger (Domänen) und damit zur Schwingung  $S$  mit einer Frequenz, die im wesentlichen von der Dicke der aktiven Schicht abhängt. Eine Schichtdicke von 5 bis 15  $\mu\text{m}$  beispielsweise bewirkt eine Frequenz von 20 bis 7 GHz.

Baut man ein solches Element in einen Resonator (in einer Entfernung von  $\lambda/2$  vom Kurzschlußpunkt) ein, dann ist es in der Lage, eine Niederspannungs-Gleichstrom-Eingangsleistung nun direkt in eine Höchstfrequenz-Ausgangsleistung umzuformen. Im

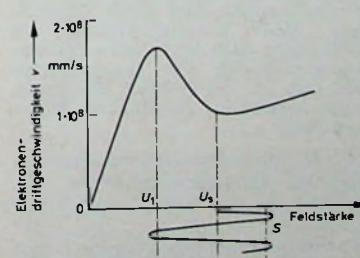


Bild 1. Typische Charakteristik eines Gunnelements

Resonator überlagert sich der Vorspannung eine Wechselspannung mit der Frequenz des Resonators. Das Gunnelement kann daher im Domänenverzögerungsmodus betrieben und durch Eigensynchronisation über eine Oktave durchgestimmt werden, vorausgesetzt, der Resonator und die Vorspannung werden entsprechend ausgewählt.

## 1.2. Aufbau

Als Ausgangsmaterial für ein Gunnelement kann Galliumarsenid (GaAs), Indiumphosphid (InP) oder Cadmiumtellurid (CdTe) verwendet werden. Bei diesen Materialien tritt oberhalb einer kritischen Feldstärke (beispielsweise 3.8 kV/cm) ein Bereich negativer Leitfähigkeit auf ( $U_1 \dots U_2$ ). Gegenwärtig werden GaAs-Dioden wegen der leichteren Herstellung, ihrer guten Wärmeleitfähigkeit und niedrigen Schwellenspannung bevorzugt. Bild 2 zeigt den prinzipiellen Aufbau eines Gunnelements. Das Grundmate-

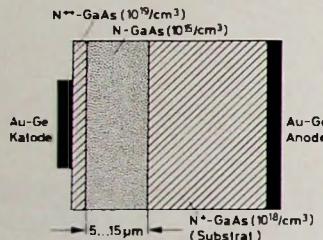


Bild 2. Prinzipieller Aufbau eines Gunnelements

rial (GaAs) ist hochdotiert ( $N^+$ ); es bildet die Anode. Darauf folgt eine schwächer dotierte Zone (N), die maßgebend für den Gunneffekt ist und deren Länge die Schwingungsfrequenz bestimmt. Den Abschluß bildet eine sehr stark dotierte Zone ( $N^{++}$ ), die Kathode. An beiden Enden sind sperrschichtfreie Kontakte zum Anschluß der Gleichspannung angebracht. Den Einbau in ein für Koaxial- und Hohlleitertechnik geeignetes Mikrowellengehäuse zeigt Bild 3.

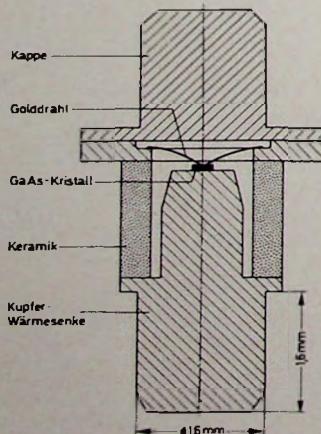


Bild 3. Gunnelement in einem Spezialgehäuse (AEG-Telefunken)

Tab. I. Typische Eigenschaften von Gunnelementen verglichen mit denen von Impatt-Dioden

	Gunnelemente	Impatt-Dioden
Betriebsspannung	6...15 V	30...90 V
Oszillatorkreisfrequenz		
Dauerstrichbetrieb	5...10 (50) GHz	5...40 (100) GHz
Impulsbetrieb	$\approx 9$ GHz	$\approx 1$ GHz
Ausgangsleistung		
Dauerstrichbetrieb	50...1000 mW	100...1000 (5000) mW
Impulsbetrieb	$\approx 5000$ mW	$\approx 25000$ mW
Wirkungsgrad	2...3 (8)%	3...8 (10)%
Lebensdauer	relativ lang	kurz
Verlustleistung	1.5...2.5 W	

Tab. II. Technische Daten handelsüblicher Gunnelemente

Typ	Frequenzbereich GHz	Band	Dauerstrich-Ausgangsleistung mW	Betriebsstrom mA	Spannung $U_s$ V	Verlustleistung W
GS 10/12 D (ITT)	10...12	X	min. 20	200	8	
GAS 311 B (ITT)	9...11	X	min. 5	180	8	
Mod 450 (Bradley)	8...12.5	X	5...100			
Mod 451 (Bradley)	12.4...18	J(Ku)	5...30			
CGY 12 (AEG-Telefunken)	8.2...12.4	X	50	160	9	1.6
CGY 13 (AEG-Telefunken)	12.4...18	J(Ku)	20	200	7.5	2

## 1.3. Eigenschaften

Auf Grund besonderer Eigenschaften hat der Gunnoszillator die Mikrowellentechnik wesentlich beeinflußt: Er benötigt keine Heizung, ist stets betriebsbereit, ist einfach in der Herstellung, hat Miniaturabmessungen, kommt mit einer einfachen Stromversorgung mit niedriger Spannung aus und scheint zur Schwingungserzeugung bis über 100 GHz geeignet zu sein. Man arbeitet momentan daran, die Leistung zu erhöhen und das damit zusammenhängende Problem der Wärmeabfuhr zu lösen. Auch hofft man, den Wirkungsgrad, der gegenwärtig noch unter 3 % liegt, auf 8 % im Dauerstrichbetrieb und auf 16 % im Impulsbetrieb erhöhen zu können. Selbstverständlich sind Elemente für niedrige Frequenzen leichter für höhere Leistungen zu bauen, als solche für hohe Frequenzen. Die theoretische Grenze für die Ausgangsleistung  $P_o$  liegt bei

$$P_o = \frac{240}{R \cdot f^2}$$

( $P$  in W,  $R$  in Ohm,  $f$  in GHz).

In Tab. I werden die technischen Daten von Gunnelementen mit denen von Impatt-Dioden<sup>1</sup>) verglichen, während Tab. II typische Daten einiger handelsüblichen Gunnelemente gibt.

## 1.4. Resonatoreinbaumöglichkeiten

Optimale Lastanpassung an die Gunnelemente erhält man durch Zuschaltung eines Resonanzkreises, der gleichzeitig auch noch frequenzstabilisierend wirkt. Ein Resonanzkreis läßt sich in Verbindung mit einem Gunnelement auf verschiedene Weise aufbauen.

### 1.4.1. Rechteck-Hohlleiterresonator

Rechteck-Hohlleiterresonatoren eignen sich da, wo hohe Präzision und

hohe Frequenzstabilität und geringes Rauschen verlangt werden. Sie haben hohe Güte ( $Q \approx 1000$ ) und lassen sich mechanisch in einem weiten Bereich sehr genau abstimmen. Eine typische Schaltung zeigt Bild 4a. Die Wellenlänge der Resonanzfrequenz  $\lambda_g$  im Hohlleiter errechnet sich für den Rechteckhohlleiter mit

$$\lambda_g = \frac{\lambda_o}{\sqrt{1 - \lambda_o/\lambda_a}}$$

wobei  $\lambda_a$  die Breite des Hohlleiters und  $\lambda_o$  die Wellenlänge im freien Raum ist.

### 1.4.2. Zirkulärer Hohlleiterresonator

Zirkuläre Hohlleiterresonatoren sind ebenfalls abstimmbare, mit dem zu-

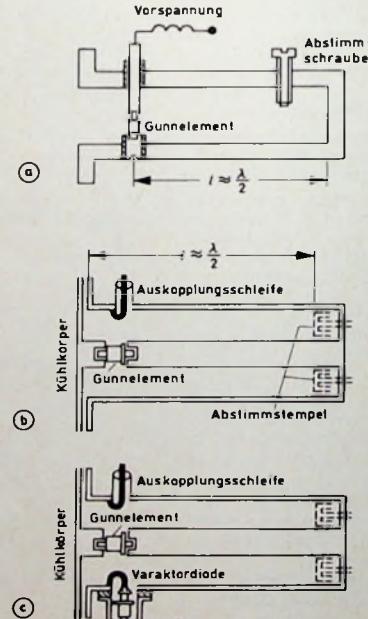


Bild 4. Typische Einbaumöglichkeiten eines Gunnelements in: a) Rechteck-Hohlleiterresonator, b) Koaxialresonator abstimmbar, c) Koaxialresonator mit Varaktordiode abstimmbar

<sup>1)</sup> Impatt-Dioden (Impact Avalanche Transit Time) haben eine PN-Sperrschicht mit der Struktur P', N, N' und müssen vorgespannt werden. Die Anwendung ist ähnlich der von Gunnelementen.

sätzlichen Vorteil einfacher Parallelschaltung mehrerer Elemente. So kann man beispielsweise zwei oder drei Gunnelemente in einem einzigen zylindrischen Hohlraum unterbringen und damit die Ausgangsleistung um das 1,8- bzw. 2,7fache eines Einzellements erhöhen. Die Frequenzstabilität des Resonators lässt sich durch ein externes Referenzsignal ( $P_r$ ) weiter erhöhen auf

$$\Delta f = \frac{f}{2 \cdot Q \sqrt{P_r / P_o}},$$

wobei  $\Delta f$  die Frequenzabweichung,  $f$  die Normal- und Referenzfrequenz und  $P_o$  die Ausgangsleistung ist.

#### 1.4.3. Koaxialresonator

Die Koaxialresonatoren sind ebenfalls abstimmbar (Bild 4b), zeichnen sich durch universelle Anwendungsmöglichkeit aus, und lassen sich in sehr kleinen Abmessungen ausführen. Sie sind extern synchronisierbar, wodurch man eine sehr niedrige Rauschzahl erreicht. Die Abstimmung erfolgt hier mit einem Abstimmstempel oder mit eingebauter Varaktordiode (Bild 4c), und die Auskopplung erfolgt in einfacher Weise mit einer Koppelschleife. Ein Kühlkörper lässt sich leicht aufsetzen und damit die Leistung erhöhen. Die Güte ist  $< 100$ .

#### 1.4.4. Resonatoren aus Bandleitungen

Resonatoren aus Bandleitungen, sogenannte Microstripschaltungen, sind außerst kompakte, einfach und billig herzustellende (in gedruckter Schaltungstechnik) festabgestimmte Oszillatoren. Ihre Genauigkeit erreicht allerdings nicht diejenige von Hohlleitern; die Güte liegt bei etwa 50. Bild 5 zeigt die Prinzipschaltung eines Microstriposzillators für das X-Band, bestehend aus  $\lambda/2$ -Resonator, Tieffuß (als HF-Kurzschluß und Gleichspannungszufuhr) und  $\lambda/4$ -Auskopplungs schleife.

Microstripleitungen sind für kurze Mikrowellenleitungen im Bereich von 1 bis 10 GHz gut geeignet. Ihnen liegt

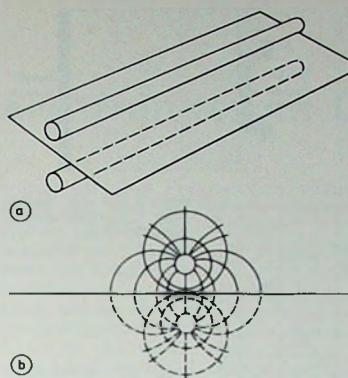


Bild 6. Microstripleitung  
a) Prinzip b) Feldverteilung

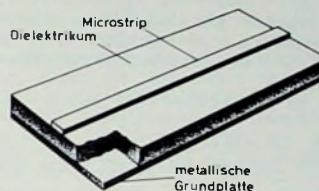


Bild 7. Flachleiter-Microstrip

Bild 7 zeigt eine in der Praxis übliche Ausführungsform einer Microstripleitung mit Flachleiter.

#### 1.4.5. Kurzgeschlossene $\lambda/2$ -Resonatoren

Auch kurzgeschlossene  $\lambda/2$ -Resonatoren können in der Mikrowellenschaltungstechnik in Verbindung mit Gunnoszillatoren eingesetzt werden. Sie lassen sich sehr leicht und verlustarm aufbauen und genau abstimmen.

#### 1.5. Anwendungen der Gunnelemente

Die Hauptanwendung von Gunnelementen liegt auf dem Gebiet der Schwingungserzeugung, wozu sie, wie bereits erwähnt wurde, in geeignete

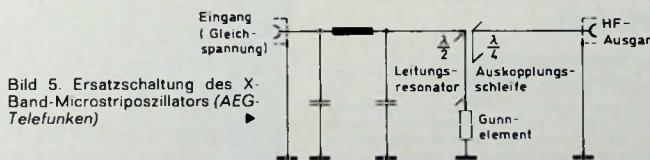


Bild 5. Ersatzschaltung des X-Band-Microstriposzillators (AEG-Telefunken)

das dielektrische Prinzip zugrunde. Man kann sich eine (Eindraht-)Microstripleitung aus einer üblichen Leiter-Paralleldrahtleitung entstanden denken, zwischen die symmetrisch eine dünne Metallplatte geschoben wird (Bild 6a). Aus den im Bild 6b gezeigten Feldverteilung erkennt man, daß es genügt, nur einen einzigen Leiter in entsprechendem Abstand isoliert über eine leitende Grundfläche zu legen, ihn gleichsam an ihr zu spiegeln und den zweiten Leiter wegzulassen. Es ergibt sich dann die gleiche Feldverteilung wie bei einer Zweidrahtleitung. Mit hinreichender Genauigkeit kann die Feldverteilung der in Hohlleitern üblichen TEM-Wellen ausbreitung gleichgesetzt werden.

Resonatoren eingebaut werden, deren Resonanzfrequenz im gleichen Frequenzbereich liegen muß. Sie finden Anwendung in Richtfunkstrecken, im 12-GHz-Fernsehen und Fernsprechern und werden versuchweise im Verkehrsradar (Boden, Luft und Wasser) eingesetzt. Das Dauerstrich-Radar hat sich inzwischen eine ganze Reihe von Anwendungsbereichen erobert wie Verkehrsüberwachung, Geschwindigkeits-, Drehzahl- und Vibrationsmessungen sowie Schiffs- und Flugzeugleiteinrichtungen. Auch für zahlreiche Aufgaben der industriellen Steuertechnik haben sich Gunnelemente bewährt. Für Entfernungsmessungen, bei denen mit Impulsbetrieb gearbeitet wird, können Gunnoszillatoren

ohne weiteres eingesetzt werden, wobei ihnen kurzzeitig höhere Pulseinstellungen entnommen werden können. Für Meßzwecke im unteren GHz-Bereich erweisen sich Gunn-Meßoszillatoren anderen Ausführungen vielfach überlegen. Außer für Mikrowellenanwendungen ist der Einsatz von Gunnelementen auch zum Aufbau logischer Schaltungen denkbar, wobei die Kathode aus zwei oder mehreren kleineren Kontaktflächen gebildet wird. Derartige Schaltungen zeichnen sich durch Einfachheit, kurze Schaltzeiten und sehr kleine Abmessungen aus.

Bild 8 zeigt ein Anwendungsbeispiel. Mit dem Gunnelement CGY 11 als Sender und Oszillator und der (noch zu besprechenden) Schottky-Diode BAW 70 als Mischer (an dem die Geschwindigkeitsproportionale Differenzfrequenz abgenommen wird) wurde von AEG-Telefunken ein X-Band-Doppler-Radarmodul entwickelt, das folgende elektrische Daten hat: minimale Ausgangsleistung 10 mW, Frequenz etwa 10 GHz, typische Empfindlichkeit bis -60 dB.

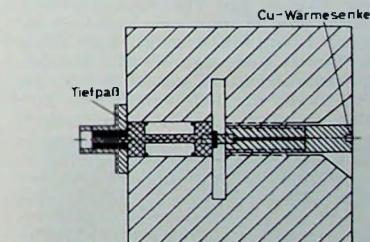
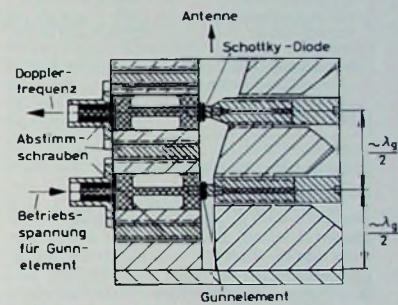
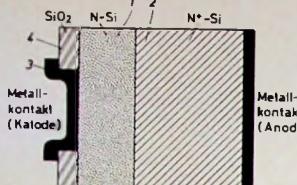


Bild 8. Dauerstrich-Radareinheit nach dem Dopplprinzip mit einem Gunnoszillator und einer Schottky-Diode als Mischer (AEG-Telefunken)

Die Schaltung ist in Hohlleitertechnik ausgeführt. Das Gunnelement wird in der Nachbarschaft eines Spannungsknotens angekoppelt. Die genaue Anpassung erfolgt mit einer Abstimm schraube. Zur galvanischen Trennung des HF-Kreises, zwecks Speisespannungszufuhr, wird eine kurzgeschlossene  $\lambda/2$ -Leitung oder, wie hier, ein koaxialer Tiefpaß (letzterer der größeren Bandbreite wegen) verwendet, dessen Grenzfrequenz bei 1 GHz liegt. Auf den Oszillatorteil folgt ein transformierendes Zwischenstück, das den verjüngten Hohlleiterquerschnitt des Resonators an einen genormten Hohlleiter anpaßt. In diesem Stück befindet sich der Mischer (Schottky-Diode, Tiefpaß und Abstimm schraube). Bei

einem Abstand von  $\lambda_p/2$  zum Gunn-oscillator, wird der Mischere mit etwa 10 dB angekoppelt. Die Diode hat eine hohe Grenzfrequenz bei geringen Mischverlusten (6 dB) sowie hohe Belastungsfähigkeit (bis 5 mW) und hohe Pulsbelastbarkeit. Sie kann noch im X- und J(Ku)-Band eingesetzt werden.



## 2.4. Anwendungen der Schottky-Diode

Wegen der günstigen Eigenschaften dieser Dioden erstreckt sich die Anwendung von schnellen Schaltern mit Schaltzeiten unter 1 ns für schnelle Torschaltungen, Impulsformer, Sampling-Begrenzerschaltungen und Diskriminatoren bis zu Hochstromdioden bei kleinen Flussspannungen für die verschiedensten Zwecke der Mikrowellentechnik. Dabei sind Detektoren und Mischerschaltungen im GHz-Bereich die zur Zeit wichtigsten Anwendungen.

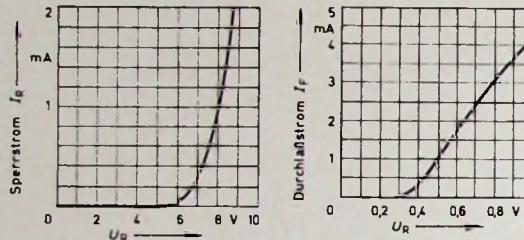


Bild 9 (oben). Aufbau einer Epitaxial-Planar-Schottky-Diode für das X-Band (AEG-Telefunken)

Bild 10. Strom-Spannungs-Charakteristiken einer Schottky-Diode

Tab. III. Technische Daten der Schottky-Dioden BAW 70 und BAW 69

	BAW 70	BAW 69
Sperrschichtkapazität (für $I_F = 10 \text{ mA}$ ):	0.12 pF	0.12 pF
Serienwiderstand (für $I_F = 10 \text{ mA}$ ):	10 Ohm	10 Ohm
Grenzfrequenz:	150 GHz	150 GHz
Serieninduktivität:	1 nH	1.4 nH
ZF-Impedanz (für $f = 30 \text{ MHz}$ ):	300 Ohm	300 Ohm
Rauschzahl (einschl. der eines Einseitenbandempfängers):	6.5 dB	7 dB
Mischverluste:	4.5 dB	5 dB

## 2. Schottky-Barrier-Dioden

### 2.1. Eigenschaften

Die Schottky-Diode (wie sie allgemein genannt wird) ähnelt in der Struktur dem MOS-Varistor; funktionsmäßig unterscheidet sie sich von diesem jedoch sehr. Die Schottky-Diode ist eine Diode im eigentlichen Sinne, das heißt ein Zweiopol mit Sperrcharakteristik. Diese wird durch einen Metall-Halbleiter-Übergang erzeugt. Die Diode verbindet die Vorteile der Spitzkontakte diode und der diffundierten PN-Diode, nämlich vorzügliche HF-Eigenschaften und Zuverlässigkeit, günstige Kennlinieneigenschaften sowie fast ideal exponentielle Durchlaßcharakteristik mit sehr kleinen Durchlaßspannungen, deren Größe innerhalb gewisser Grenzen wählbar ist. Dagegen entfallen die bei der PN-Diode auftretenden Speichereffekte durch injizierte Minoritätsladungsträger. Das gute HF-Verhalten beruht allein auf dem Transport von Majoritätsladungsträgern, worunter man die in Überzahl im dotierten Halbleitermaterial vorhandenen beweglichen Ladungsträger versteht (im N-Material die freien Elektronen, im P-Material die Löcher).

### 2.2. Aufbau

Der prinzipielle Aufbau einer in Epitaxial-Planartechnik aufgebauten Schottky-Diode für X-Band-Betrieb geht aus Bild 9 hervor, und die Spannungs-Strom-Kennlinien sind im Bild 10 dargestellt. Die Diode besteht aus einer niedrig dotierten (0.2 bis 0.3 Ohm cm) N-Epitaxialschicht 1, von etwa 0.2 ... 0.3  $\mu\text{m}$  Dicke, die auf eine hochdotierte N+-Si-Scheibe 2 aufgewachsen wird. Der Schottky-Kontakt 3 ist vollständig von der SiO<sub>2</sub>-Schicht

umgeben; um eine niedrige Schleusenspannung zu erreichen, wird der Kontakt Vanadium verwendet.

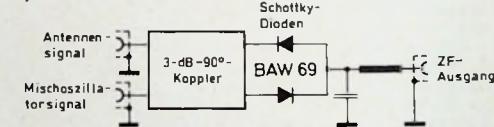
### 2.3. Eigenschaften der Schottky-Diode

Die Schottky-Diode zeichnet sich durch geringes Rauschen sowie eine



Bild 11. Ersatzschaltung einer Mischstufe in Koaxialtechnik mit einer Schottky-Diode

Bild 12. Prinzipschaltung eines Microstrip-Gegentaktmischers für das C-Band, mit zwei Schottky-Dioden



fast ideal exponentielle Durchlaßcharakteristik aus. Das weitere Verhalten geht aus den technischen Daten der beiden neuesten Typen hervor, die in Tab. III aufgeführt sind.

## Wirtschaft

### Neuer Aufsichtsrat von AEG-Telefunken konstituiert

Der auf der Hauptversammlung der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft AEG-Telefunken, Berlin/Frankfurt a. M., neugegründete Aufsichtsrat des Unternehmens trat am 15. Juni in Berlin zu seiner konstituierenden Sitzung zusammen. Der AR wählte erneut Dr. rer. pol. Hans Bühler zu seinem Vorsitzenden. Zu stellvertretenden Vorsitzenden wurden Jürgen Ponto, Mitglied des Vorstands der Dresden Bank AG, Dr. jur. Hans Leibkutsch, Mitglied des Vorstands der Deutschen Bank AG, und wiederum Dr. jur. Eduard von Schwartzkoppen, Vorsitzender des Aufsichtsrats der Berliner Handels-Gesellschaft - Frankfurter Bank, gewählt.

Aus dem Aufsichtsrat von AEG-Telefunken sind ausgeschieden August Neuburger, Dr. h. c. Friedrich Carl Freiherr von Oppenheim, Heinz Osterwind, Hans Rückdäschel sowie Dr. h. c. Erich Vierhub. Die Hauptversammlung wählte an Stelle der ausgeschiedenen Mitglieder neu in den Aufsichtsrat Dr.-Ing. Dr.-Ing. E. h. Friedrich Hämerling, zuvor langjähriges Mitglied des Vorstands von AEG-Telefunken, Dr. jur. Hans Leibkutsch, Will Marx, Mitinhaber des Bankhauses Sal. Oppenheim jun. & Cie., und

Die Fläche im Anschluß an die Schottky-Dioden dient als kapazitiver Kurzschluß für die beiden Eingangssignale, sie bedeutet jedoch Leerlauf für die Zwischenfrequenz.

Jürgen Ponto. Die Arbeitnehmer hatten zuvor bereits fünf der bisherigen AR-Mitglieder in ihrem Amt bestätigt und Kurt Koebcke, Vertriebsingenieur und Mitglied des Gesamtbetriebsrats von AEG-Telefunken, neu in den AR gewählt.

### F.K. Lehmann neuer ZVEI-Vorsitzer

Anlässlich der Delegiertenversammlung des Zentralverbandes der Elektrotechnischen Industrie (ZVEI) wurde Dr. Friedrich Karl Lehmann, Vorstandsmitglied der Felten & Guilleaume Carlswerk AG in Köln, zum Vorsitzer gewählt und tritt damit die Nachfolge von Dr. Felix Herriger an, der vor vier Jahren dieses Amt übernommen hatte. Dr. Lehmann gehörte dem Präsidium des ZVEI seit 1966 an. Von 1962 bis 1966 war er Vorstandsmitglied des Verbandes und leitete dessen Etaausschuß seit 1968. In den Jahren 1959/60 war er Vorsitzer des ZVEI-Fachverbandes Kabel und isolierte Drähte. Im Bundesverband der Deutschen Industrie (BDI) vertritt er seit 1966 die Elektroindustrie als Delegierter.

Zu stellvertretenden Vorsitzern des ZVEI wurden Eberhard Bauer, Inhaber der Eberhard Bauer Elektromotorenfabrik GmbH in Esslingen, und Dr. Hans K. Göhringer, stellvertretender Vorsitzender des Vorstandes der Brown, Boveri & Cie. (BBC) in Mannheim, gewählt.

# Modulationsverzerrungen in Lautsprechern

Schluß von FUNK-TECHNIK Bd. 27 (1972) Nr. 12, S. 450

## 6. Experimentelle Untersuchungen

Bei den experimentellen Untersuchungen wurden folgende Geräte benutzt: zwei Oszillatoren Typ *Hewlett-Packard* „HO2-207A GR 1310A“, ein  $\frac{1}{2}$ -Zoll-Mikrofon von *Bruel & Kjaer* und ein *Tektronix*-Speicheroszilloskop „564“ mit Spektrum-analysator „3LS“ und Zeitbasis „2B67“. Zur NF-Verstärkung diente ein Zweifach-Leistungsverstärker, der die Signale  $f_1$  und  $f_2$  getrennt verstärkte und dessen Ausgangssignale gleichzeitig dem Lautsprecher zugeführt wurden.

### 6.1. Baßlautsprecher

In Tab. I sind vier Baßlautsprecher verglichen, wobei die Frequenzen 50 Hz und 300 Hz benutzt wurden. Die Verstärker-Ausgangsspannung

wurde für jede Frequenz so eingestellt, daß der angegebene Schalldruck in 2 ft Abstand auftrat.

Die Tabelle bestätigt eine Regel, die zwar seit langem bekannt, aber nicht bewiesen ist: Je höher der Wirkungsgrad, um so niedriger ist die totale Modulationsverzerrung. Eine weitere Tatsache, die bisher noch nicht erkannt war, ist, daß Lautsprecher mit niedrigem Wirkungsgrad sehr viel höhere totale Modulationsverzerrungen aufweisen, als der berechneten FM-Verzerrung entspricht. Lautsprecher mit hohem Wirkungsgrad haben dagegen eine totale Modulationsverzerrung, die nur wenig größer ist als die berechnete FM-Verzerrung. Bei der Differenz muß es sich um AM-Verzerrungen handeln. Im Falle des Hornlautsprechers mit hohem Wirkungsgrad lag die Amplitude der Seitenbandfrequenzen rund 45 dB unter der des 300-Hz-Signals (Bild 1). Die Verzerrungen der Oszillatoren, des Verstärkers und des Analysators konnten allerdings einen gewissen Anteil an den gesamten Verzerrungen haben.

Als Qualitätsmerkmale eines Lautsprechers müssen berücksichtigt werden: die abgegebene Schalleistung bei einem bestimmten Verzerrungsgrad, das Richtdiagramm und der Frequenzgang. Wenn die Modulationsverzerrung quantitativ spezifiziert ist, können Lautsprecher genauso beschrieben werden wie Verstärker.

### 6.2. Mitteltonlautsprecher

Die Tests wurden durchgeführt mit einem hochwertigen Mittelton-Hornlautsprecher, einem reflektierenden Horn für den mittleren Frequenzbereich und einem 8-Zoll-Direktstrahler (Tab. II und Bild 2). Wie bei den

Baßlautsprechern, war auch hier die Verzerrung nahezu umgekehrt proportional zum Wirkungsgrad. Im Falle des reflektierenden Horns war das Verhältnis von maximalem zu minimalem Schalldruck (Spitzen und Einbrüche im Frequenzgang) im Arbeitsbereich nahezu 24 dB. Bei Wahl einer Frequenz im Bereich eines Einbruchs wurde festgestellt, daß Schalldruckwerte über 90 dB nur mit starken Verzerrungen zu erreichen waren. Bei 90 dB stieg die totale Modulationsverzerrung auf 10 %.

Die Versuche zeigten auch, daß sich mit Plastikmembranen in den Lautsprechersystemen für die Hörer geringfügig niedrigere totale Modulationsverzerrungen ergeben und größere Ausgangsleistungen verarbeiten lassen als mit Membranen aus Metall.

### 6.3. Hochtonlautsprecher

Horn-Hochtonlautsprecher haben einen etwas höheren Wirkungsgrad, und es gilt die Regel: je höher der Wirkungsgrad, um so niedriger die Verzerrungen.

Es wurde auch ein ungewöhnlicher Hochtonlautsprecher getestet, und

Tab. I. Totale Modulationsverzerrung von Baßlautsprechern

	Schall-druck in 2 ft Ab-stand dB	totale Modula-tions-ver-zerrung %
großer, gut aufgebauter Hornlautsprecher	100	0,7
direkt strahlender 15-Zoll-Lautsprecher im offenen 6,5-ft <sup>3</sup> -Gehäuse	95	2,2
direkt strahlender 10-Zoll-Lautsprecher im geschlossenen 1,5-ft <sup>3</sup> -Gehäuse	95	6,8
direkt strahlender 7-Zoll-Lautsprecher im geschlossenen 1-ft <sup>3</sup> -Gehäuse	90	14

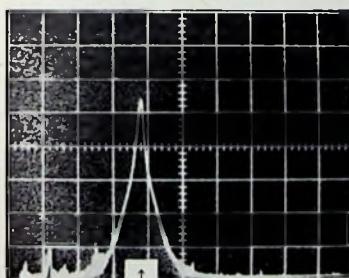


Bild 1. Spektren von Baßlautsprechern. Oben: hochwertiger Hornlautsprecher bei 100 dB Schalldruck in 2 ft Abstand; die totale Modulationsverzerrung ist durch das Umgebungsgeräusch verdeckt, könnte aber etwa 0,7% sein. Unten: 10-Zoll-Direktstrahler im geschlossenen 1,5-ft<sup>3</sup>-Gehäuse bei 90 dB Schalldruck in 2 ft Abstand; die totale Modulationsverzerrung ist etwa 7% ( $f_1 = 50$  Hz,  $f_2 = 300$  Hz; Vertikalachse 10 dB/Rasterlig., Horizontalachse 50 Hz/Rasterlig.)

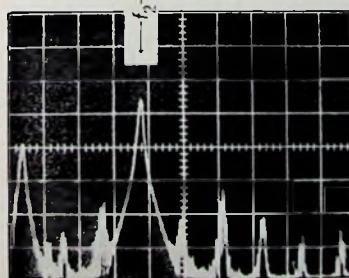
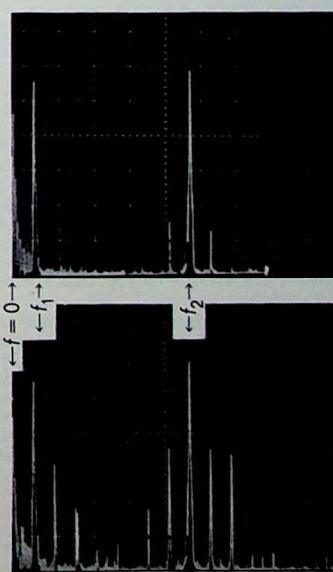


Bild 2. Spektren von Mitteltonlautsprechern. Oben: hochwertiger Hornlautsprecher bei 100 dB Schalldruck in 2 ft Abstand; Harmonische von  $f_1$  sind nicht vorhanden, und die Seitenbänder 1. Ordnung liegen 43 dB (0,7%) und 46 dB (0,6%) unter dem Wert von  $f_2$ ; die totale Modulationsverzerrung ist 0,9 %. Unten: 8-Zoll-Direktstrahler bei 90 dB Schalldruck in 2 ft Abstand; die Harmonischen von  $f_1$  liegen 23 und 35 dB unter dem Wert von  $f_2$ ; die Seitenbänder 1. Ordnung liegen 23 dB (5,6%) und die 2. Ordnung 26 dB (4,5%) und 42 dB (0,8%) unter dem Wert von  $f_2$ ; die totale Modulationsverzerrung ist 9,1% ( $f_1 = 510$  Hz,  $f_2 = 4$  kHz; Vertikalachse 10 dB/Rasterlig., Horizontalachse 500 Hz/Rasterlig.)



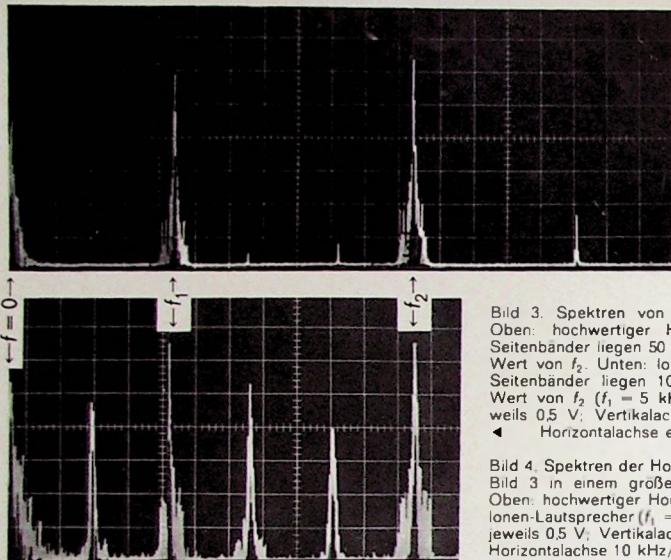


Bild 3. Spektren von Hochtonlautsprechern. Oben: hochwertiger Hornlautsprecher, die Seitenbänder liegen 50 und 45 dB unter dem Wert von  $f_2$ . Unten: Ionen-Lautsprecher, die Seitenbänder liegen 10...25 dB unter dem Wert von  $f_2$  ( $f_1 = 5$  kHz,  $f_2 = 12.5$  kHz, jeweils 0.5 V; Vertikalachse 10 dB/Rastertlg. ▲ Horizontalachse etwa 1 kHz/Rastertlg.)

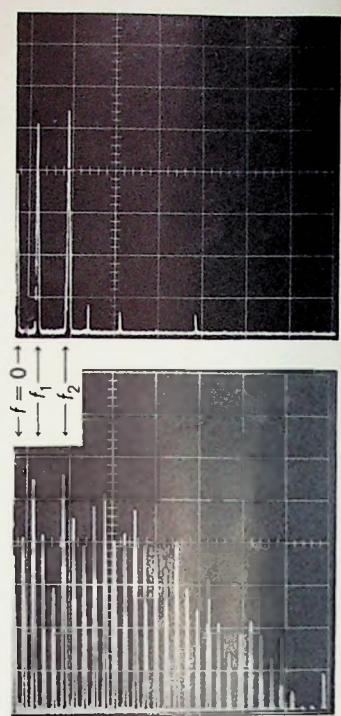


Bild 4. Spektren der Hochtonlautsprecher von Bild 3 in einem größeren Frequenzbereich. Oben: hochwertiger Hornlautsprecher, unten: Ionen-Lautsprecher ( $f_1 = 5$  kHz,  $f_2 = 12.5$  kHz, jeweils 0.5 V; Vertikalachse 10 dB/Rastertlg. ▲ Horizontalachse 10 kHz/Rastertlg.)

zwar ein Ionen-Lautsprecher (Bilder 3 und 4). Er erzeugte Summen- und Differenzfrequenzen mit hohen Amplituden, wenn die Frequenzen 5000 Hz und 12 500 Hz mit jeweils 1 V Eingangsspannung zugeführt wurden. Hörtests zeigten extreme Verzerrungen bei allen Frequenzkombinationen und Amplituden, die so hoch waren, daß sie mit einem Gleichrichtervoltmeter gemessen werden konnten.

Es wurde von vornherein vermutet, daß die Verzerrungen hoch sein würden. Die „Membrane“ besteht hier aus der Grenzschicht zwischen heißer und kalter Luft, und der ionisierte Punkt scheint weniger als 0,1 Zoll Durchmesser zu haben. Die selbstverständliche Folgerung, daß die Modulationsverzerrung hundertmal größer ist als die eines Hochtonlautsprechers mit einer 1-Zoll-Membrane, wurde durch den Spektrumsanalysator bestätigt.

Optimal dimensionierte Horn-Hochtonlautsprecher mit dynamischem Lautsprechersystem weisen eine niedrigere totale Modulationsverzerrung auf als jeder andere hier getestete Typ.

## 7. Demonstrationstonband

Auf einem Tonband wurden ein 50- und ein 300-Hz-Ton gleichzeitig aufgenommen. Anschließend wurde das Band über einen kleinen direkt strahlenden Lautsprecher wiedergegeben. Dabei waren die Verzerrungen deutlich hörbar.

Das Konzert für Klarinette und Orchester von Mozart enthält im dritten Satz anhaltende Klarinetten töne, bei denen bereits geringe Verzerrungen sehr störend wirken. Eine Bandaufnahme dieses Konzerts wurde über einen kleinen Lautsprecher, der die Frequenz 28 Hz praktisch nicht mehr abstrahlte, wiedergegeben, wobei ein 28-Hz-Ton intermittierend dem Lautsprecher zugeführt wurde. Die dabei auftretende Verzerrung war äußerst störend, obwohl die Modulationsfrequenz nicht hörbar war.

## 8. Diskussion

### 8.1. Hoher Schalldruck in der Eingangsöffnung des Horns

Thuras, Jenkins und O’Neil [7] machen das Verhältnis der zweiten Harmonischen zur Grundwelle am Ausgang des Hornlautsprechers von hohen Ausgangsleistungen (beispielsweise 10 W bei 2000 Hz) und besonders von hohen Schalldruckpegeln in der Eingangsöffnung des Horns abhängig. Sobald harmonische Verzerrungen auftreten, treten auch Modulationsverzerrungen auf.

In [7] werden ebenfalls Summen- und Differenzfrequenzen erwähnt. Bei einem Horn, dem die Frequenzen 600 und 940 Hz zugeführt wurden, fanden die Autoren neben den Grundwellen und Harmonischen die Seitenbandfrequenzen 340 und 1540 Hz. Sie stellten fest, daß bei höheren Ausgangsleistungen der Klang sehr unangenehm war und die Grundtöne kaum unterschieden werden konnten. Ihre Analysen und Messungen befaßten sich aber nur mit harmonischen Verzerrungen; Meßwerte für die Modulationsverzerrung wurden nicht gegeben.

Goldstein und McLachlan [8] führen die harmonischen Verzerrungen auf hohe Schaldruckpegel im Eingang des Horns zurück, aber sie beschreiben und messen keine Modulationsseitenbänder, die dadurch entstehen, daß zwei Frequenzen gleichzeitig wiedergegeben werden.

Offensichtlich entstehen harmonische Verzerrungen zweiter Ordnung und entsprechende Modulationsverzerrungen im Horneingang bei hohen Schaldruckpegeln. Bei den Tests, über die hier berichtet wird, wurde mit Schalldrücken gearbeitet, die weit über diejenigen hinausgingen, die man von Direktstrahlern erwarten kann. Trotzdem betrug die totale Modulationsverzerrung nur etwa  $1/3$ . Offensichtlich kann jeder Lautsprecher bis zu einem Leistungspegel be-

trieben werden, bei dem sehr starke Verzerrungen oder sogar Beschädigungen auftreten müssen. Das Ziel war aber hier, mit den in der Praxis auftretenden Ausgangsleistungen zu arbeiten, um die verschiedenen Lautsprechertypen vergleichen zu können.

### 8.2. Impedanzvariationen durch die Hornöffnung

Wente und Thuras [9] verwenden einen Baßlautsprecher mit einer Hornöffnung von etwa  $25 \text{ ft}^2$  und erhielten ein akustisches Impedanzverhältnis von rund 7 : 1. Das hier verwendete Baß-Horn hatte eine Öffnung von  $5.3 \text{ ft}^2$ . Durch Aufstellung in einer Raumecke wurde eine wirksame Hornöffnung von  $21 \text{ ft}^2$  erreicht. Im Frequenzbereich von 30 bis 100 Hz veränderte sich die Bewegungsimpedanz von 5 bis 35 Ohm. Hörner mit sehr kleinen Öffnungen können akustische Impedanzveränderungen von 50 : 1 oder mehr sowie starke Spitzen und Einbrüche im Schalldruckverlauf aufweisen. Wählt man eine Frequenz, bei der ein starker Einbruch im Schalldruckverlauf auftritt, und erhöht man die zugeführte Leistung, um einen bestimmten Schalldruck zu erreichen, so kann das starke Verzerrungen bewirken. Aber selbst bei einem weniger hochwertigen Hornlautsprecher ist der Wirkungsgrad bei Einbrüchen im Schalldruckverlauf im allgemeinen noch höher als bei einem Direktstrahler, der die gleiche wirksame Fläche hat, und die Verzerrungen sind niedriger.

Es gibt aber auch Ausnahmen: Das reflektierende Mittelton-Horn hatte im Schalldruckverlauf Differenzen zwischen Spitzen und Einbrüchen bis zu 24 dB und zeigte höhere Modulationsverzerrungen, wenn eine der

Frequenzen in den Bereich eines Einbruchs fiel und die zugeführte Leistung gesteigert wurde, um 100 dB Schalldruck zu erreichen. Dieser Lautsprecher war jedoch noch immer ebensogut wie der Direktstrahler. Dies ist keine Kritik am Horn, sondern am Reflexionssystem, das starke Unregelmäßigkeiten im Schalldruckverlauf bewirkt.

#### 9. Schlußfolgerung

Wie stark Modulationsverzerrungen sein dürfen, damit sie kaum feststellbar sind, wann sie stören und wann sie unerträglich sind, wird bei den einzelnen Hörern unterschiedlich sein und auch vom Wiedergaberaum abhängen. Auf das was 1905, 1925 und 1945 als einwandfreie Tonwiedergabe und 1955 als großer Fortschritt bezeichnet wurde, sieht man jetzt mehr oder weniger tolerant herab. Unser Gehör ist sehr anspruchsvoll geworden. Bei dem Vorführband wurden die Pegel so gewählt, daß sich eindeutige Resultate ergaben. Geringere Verzerrungswerte, die sogar bei und unterhalb der Pegel liegen, bei denen sie durch A-B-Vergleich bemerkbar sind, sind unzulässig, da sie zur Ermüdung der Hörer beitragen. Wenn Menschen mit Unzulänglichkeiten der Lautsprecher vertrauter werden, ist damit zu rechnen, daß sie kritischer werden. James Moir [10] weist darauf hin, daß bereits Modulationsverzerrungen von 0,001 % vom Ohr wahrgenommen werden. Er gibt aber nicht an, ob es sich bei diesem Wert um Frequenzabweichung oder Seitenbandamplitude handelt.

Modulationsverzerrungen können in Lautsprechern nicht verhindert werden; was man erwarten kann, ist eine weitgehende Verringerung der Verzerrungen. Jede Bewegung einer Membran bewirkt Verzerrungen. Hornlautsprecher mit hohem Wirkungsgrad haben sehr viel geringere Modulationsverzerrungen als die besten Direktstrahler, die bisher getestet wurden, und es dürfte die Regel gelten, daß mit steigendem Wirkungsgrad die Verzerrungen geringer werden.

Um die Verzerrungen zu reduzieren, scheint es naheliegend, die Membran-

fläche zu vergrößern. Aber das Gewicht, das notwendig ist, um genügende Festigkeit zu erreichen, oder ungenügende Festigkeit bringt andere und noch größere Probleme mit sich. Alle hier getesteten Lautsprecher mit großen Membranen wiesen hörbare Klangverfälschungen auf.

Es wurde auch die Zahl der kleineren direkt strahlenden Lautsprecher vergrößert. Das verbesserte zwar den Wirkungsgrad, jedoch nicht in dem Maße, wie es mit gut dimensionierten Hörern möglich ist. Außerdem entsprechen der Umfang und die Kosten denen für ein Horn oder übersteigen sie, und es treten Schwierigkeiten mit dem Richtdiagramm auf. Derartige Lautsprecher, die hier untersucht wurden, scheinen einen „gedämpften“ Klang zu haben, aber es ist noch nicht klar, ob das auf Modulationsverzerrungen oder auf Verdeckungseffekte durch angehobene Bässe zurückzuführen ist.

Eine weitere Methode, die Verzerrungen bei direkt strahlenden Lautsprechern zu reduzieren, besteht darin, die Bässe unterhalb etwa 70 Hz abzusenken. Da von einem Symphonieorchester kaum Grundtöne unter 45 Hz erzeugt werden, würde eine Baßabsenkung zwar einen Verlust von beispielsweise 5 dB bei den tiefsten Grundtönen eines großen Orchesters zur Folge haben, aber die Modulationsverzerrungen würden um mehr als 5 dB verringert. Offenbar bleibt ein Horn das beste Mittel, um die Membranauslenkungen zu verkleinern und den Wirkungsgrad zu erhöhen und auf diese Weise die Modulationsverzerrungen auf ein Mindestmaß herabzusetzen.

#### Weiteres Schrifttum

- [7] Thuras, A. L., Jenkins, R. T., u. O'Neil, H. T.: Extraneous frequencies generated in an air carrying intense sound pressures. *J. Acoust. Soc. Amer.* Bd. 6 (1935) S. 173
- [8] Goldstein, S. u. McLachlan, N. W.: Sound waves of finite amplitude in an exponential horn. *J. Acoust. Soc. Amer.* Bd. 6 (1935) S. 275
- [9] Wente, E. C., u. Thuras, A. L.: Symposium on auditory perspective: loudspeakers and microphones. *AIEE Trans.* Bd. 53 (1934) S. 214
- [10] Moir, J.: Doppler distortion in loudspeakers. *Hi-Fi News* Jan. 1967

## Die Ausgangsleistung

Die Ausgangsleistungen elektronischer Geräte werden in technischen Unterlagen auf verschiedene Arten angegeben:

Mit **Sinusdauertonleistung** oder **Nennausgangsleistung** ist nach DIN 45 500, DIN 45 566 und DIN 45 567 die am Ausgang eines Verstärkers bei Abschluß mit einem reellen Widerstand über eine längere Zeitdauer (mindestens 10 min) gemessene und auf einen bestimmten Klierrgrad bezogene Leistung definiert.

Die **Musikleistung** ist dagegen die während einer kurzen Zeitdauer gemessene Ausgangsleistung eines Verstärkers, während der dessen Speisespannung konstant gehalten wird. Sie kann je nach Dimensionierung des Netzteils um 20...50% über der Sinusdauertonleistung liegen.

Als **Spitzenleistung** wird der Spitzenwert der Ausgangsleistung angegeben. Dabei darf die Ausgangsspannung den zweifachen Wert, den sie bei Nennleistung hat, nicht übersteigen. Das heißt, die Spitzenausgangsleistung ist gleich der zweifachen Sinusleistung.

Mit **Musikspitzenleistung** wird der kurzzeitige Spitzenwert der Musikausgangsleistung bezeichnet. Er entspricht etwa dem zweifachen Wert der Musikleistung.

Die **Gesamtspitzenleistung** gibt die Summe der kurzzeitigen Spitzenwerte der Ausgangsleistung aller Kanäle an. Sie ist demnach für Stereo-Geräte gleich der vierfachen Nennausgangs- oder Dauertonleistung.

Die **Gesamt-musikspitzenleistung** ergibt sich daraus als die Summe der kurzzeitigen Spitzenwerte der Musikausgangsleistungen aller Kanäle. Bei Stereo-Geräten entspricht sie also der vierfachen Musikleistung. Die derzeitige Praxis, das Leistungsvermögen von Verstärkern so auszudrücken, daß sich möglichst große Zahlenwerte ergeben, verwirrt die Verbraucher. Philips hat sich deshalb für folgende Regelung entschlossen:

Für Hi-Fi-Geräte wird grundsätzlich die Sinusdauertonleistung angegeben; sie ist nach DIN 45 500 auf 1% Klierrgrad bei Nennlastabschluß bezogen. Bei Hi-Fi-Stereo-Geräten wird gleichzeitige und gleiche Aussteuerung beider Kanäle angenommen. Die angegebenen Ausgangsleistungen entsprechen den Mindestwerten; sie werden von allen Geräten des gleichen Typs erreicht.

Bei Nicht-Hi-Fi-Geräten wird ebenfalls die Sinusdauertonleistung angegeben. Nur wenn es aus Wettbewerbsgründen notwendig ist, werden auch die anderen hier erwähnten Begriffe mitbenutzt. Die Ausgangsleistungen sind mit  $\pm 1\text{ dB}$  toleriert. Das entspricht dem Durchschnittswert aus einer Serie mit etwa  $-20\% \dots +25\%$  Toleranz. Wenn nicht anders angegeben, beziehen sich die Leistungsangaben auf die nominale Ausgangsimpendanz und 10% Klierrgrad. Bei Stereo-Geräten gelten die Zahlen für gleichzeitige und gleiche Aussteuerung bei der Kanäle.

## INTERNATIONALE ELEKTRONISCHE RUNDSTRAU

brachte im Juniheft 1972 unter anderem folgende Beiträge:

Die Registrierung der Zeit mit einem Magnetbandgerät

Generator zur Erzeugung von Spannungen mit speziellem zeitlichen Verlauf

Elektronisch verstimmbarer Wien-Robinson-Oszillator mit extrem weiter Frequenzvariation

Eigenschaften der Gunn-Elemente CGY 11 bis 14 und ihre Anwendung als Mikrowellenoszillatoren

Format DIN A 4 · Monatlich ein Heft · Preis im Abonnement 16,50 DM vierteljährlich einschließlich Postgebühren; Einzelheft 5,75 DM zuzüglich Porto

Zu beziehen durch jede Buchhandlung im In- und Ausland, durch die Post oder direkt vom Verlag

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

## DARC-Europatreffen 1972 in Wolfsburg

Nach den Treffen in den Jahren 1963 und 1968 beauftragte der DARC e. V. den Distrikt Niedersachsen und den Ortsverband Wolfsburg zum dritten Mal mit dem Ausrichten eines großen Funkamateurtreffens. Nachdem zu Pfingsten 1963 ein Deutschlandtreffen in Wolfsburg stattfand, aus dem sich 1968 das erste Europatreffen entwickelte, ließ der Erfolg dieses internationalen Treffens bald den Wunsch aufkommen, auch das zweite Europatreffen wieder in Wolfsburg zu veranstalten. Der Distrikt Niedersachsen und der Ortsverband Wolfsburg begannen daher schon im Jahre 1969 mit den Vorbereitungen zu der diesjährigen Veranstaltung, die vom 19. Mai bis 22. Mai 1972 stattfand. OM Gerd Schnabel (DJ 7 GS) und seine Helfer führten durch ausgezeichnete Organisation auch dieses zweite Europatreffen, dessen Schirmherrschaft wieder Oberbürgermeister Hugo Bork übernommen hatte, zu einem vollen Erfolg.

Das Echo war weltweit. Es erschienen offizielle Repräsentanten aus Jugoslawien, Österreich, Portugal, Schweden und der Schweiz. Grußadressen sandten unter anderem Bundespräsident Heinemann, der Ministerpräsident von Niedersachsen, Kubel, die Jamaica Radio Association in Kingston, der amerikanische Senator Barry Goldwater, der Generalsekretär der Vereinten Nationen, Waldheim, der Bundesminister für das Post- und Fernmeldewesen, Georg Leber, sowie Prinz Philip von Großbritannien als Schirmherr der britischen Funkamateure.

Am Freitag, 19. 5. 72, führte die EMC für die anreisenden Mobilstationen einen Anfahrtswettbewerb durch. Auf dem 80-m-Band nahmen nur acht Stationen teil. Sieger wurde OM Willi Steltenkamp (DJ 3 LF). Mit 50 Stationen war die Teilnahme auf dem 2-m-Band sehr rege. Gesiegt hat hier OM Wilfried Ahlborn (DL 2 LK). Am Abend trafen sich die Teilnehmer zu einer kurzen Begrüßung durch den 1. Vorsitzenden des DARC, OM Jürgen Netzer (DL 3 YH), im Kulturzentrum der Stadt.

Der Veranstaltungskalender vom Sonnabend, den 20. Mai 1972 wies sieben Punkte auf. Am Vormittag trafen sich die Repräsentanten der ausländischen Delegationen und offizielle Gäste in der Bürgerhalle des Rathauses zu einer Begrüßung durch Oberbürgermeister Bork und den Rat der Stadt. In seiner Ansprache wünschte OB Bork den Teilnehmern, daß nicht nur technische Kontakte, sondern auch menschliche Beziehungen zustande kommen mögen. Die noch junge Bevölkerung Wolfsburgs, so meinte OB Bork, habe großes technisches Interesse, das sie sicher auch dem Europatreffen entgegenbringe. Der

Empfang durch den Oberbürgermeister der Stadt Wolfsburg



Rat der Stadt und er als erster Vorsitzender hoffen, daß eines Tages wieder ein Europatreffen in Wolfsburg stattfinden werde.

OM Netzer dankte für den freundlichen Empfang. Er wies auf den dauernden Kontakt der Funkamateure in aller Welt untereinander hin und auf die Möglichkeit, anlässlich dieses Treffens einmal die Stadt des bekannten Automobilherstellers kennenzulernen. Er versprach, daß auch in Zukunft Treffen in Wolfsburg stattfinden würden.

Der Nachmittag war durch Zusammenkünfte einzelner Fachgruppen wie der DX-Amateure, Fernschreib-Amateure und der DIG- beziehungsweise RWA-Freunde ausgefüllt. Parallel dazu fanden eine 2-m-Mobilveranstaltung des Distriktes Niedersachsen und eine internationale Fuchsjagd nach den Regeln der IARU statt. Ein Tanzabend in der Stadthalle beendete den zweiten Tag.

Der Sonntag begann mit einem Frühkonzert des VW-Werkorchesters. Höhepunkt dieses dritten Tages war der offizielle Festakt um 10.15 Uhr im Spiegelsaal der Stadthalle. OM Gerd Schnabel hieß alle Gäste willkommen. Sein besonderer Gruß galt dabei Oberbürgermeister Bork, den verschiedenen Delegationen und den einzelnen OM's aus dem Ausland. OM Schnabel verlas anschließend Grußadressen, von denen hier die Botschaft von Bundespräsident G. Heinemann zitiert sei. Er schrieb: „Allen Teilnehmern am Europatreffen der Funkamateure in Wolfsburg gilt mein Gruß. Als Amateurfunker nehmen Sie an allem Geschehen in besonderer Weise teil. Sie nutzen eine technische Möglichkeit, um Verbindung mit bekannten und unbekannten Partnern in aller Welt zu suchen und um Wissenswertes mit ihnen auszutauschen. Der Amateurfunk ist weit mehr als eine interessante Unterhaltung, er ist ein Mittel, technische und geistige Bildung zu fördern.“

Der 1. Vorsitzende des DARC, OM J. Netzer, dankte in seiner Ansprache

während des Festaktes den Helfern des Europatreffens und betonte die geradezu idealen Voraussetzungen, die Wolfsburg für die Durchführung einer solchen Großveranstaltung bietet. Anschließend gab er einen Überblick über die Entwicklung des Amateurfunks und des DARC. Der DARC hat zur Zeit über 21 000 Mitglieder, und am 31. 12. 1971 waren 17 136 Lizzenzen erteilt. Viel zu diesem Aufschwung, so meinte er, hat die Einführung der Lizenzklasse C beigetragen. Auch ein Strukturwandel des Amateurfunks sei zu verzeichnen. Während früher kommerziell gefertigte Amateurfunkgeräte kaum angeboten wurden, so fuhr er fort, stehen heute dem Funkamateure eine große Anzahl fertiger, technisch vollendet und leistungsfähiger Geräte zur Verfügung. Auch in der Betriebsabwicklung haben sich Veränderungen ergeben. Man denke nur an das Funkfernreiben und das Amateurfunk-Fernsehen. In Zukunft, so meinte er, werden sich die Funkamateure auch mit dem Weltraumfunk beziehungsweise der Satellitentechnik beschäftigen.

In seiner Festansprache wies Oberbürgermeister Bork auf die Entwicklung Wolfsburgs zu einer Kongress- und Tagungsstadt hin. Er hob auch die völkerverbindende Tätigkeit der Funkamateure hervor, wie sie auch im Grußwort von Bundespräsident Heinemann zum Ausdruck kam. Weiter verkündete OB Bork noch, daß die Bundespost seit einigen Wochen einen Sonderstempel verwendet. Er trägt die Aufschrift „DARC-Europatreffen 1972“. Anschließend verlieh OM Netzer erstmalig – leider in Abwesenheit der Ausgezeichneten – die Verdienstmedaille der IARU an OM Karl Tadday (DL 1 PE) und Herbert Picolin (DL 3 NE). Den Wanderpreis der DARC-Clubmeisterschaft 1971/72 konnte der Distriktsvorsitzende R. Jakob (DL 9 NU) für den Distrikt Westfalen-Süd zum vierten Mal in Empfang nehmen. Außerdem wurden während des Festaktes die ersten DLD-1000-Diplome überreicht.

Neben weiteren Treffen von Fachgruppen fand am Nachmittag des Pfingstsonntags ein großer Kurs der Mobilstationen durch Wolfsburg statt. Die etwa 165 Kraftfahrzeuge wurden mit einer Polizeieskorte durch die Stadt geleitet. OM Schnabel erklärte dabei über mehrere Frequenzen im 2-m-Band die gerade befahrenen Straßen und Ortsteile und wies auf die Sehenswürdigkeiten der Stadt hin.

Am Abend des dritten Tages startete das HAM-Fest im großen Saal der Stadthalle Wolfsburg mit einem Varietéprogramm, das jeder Geschmacksrichtung gerecht wurde. Der Pfingstmontag blieb individuellen Treffen beziehungsweise der Abreise vorbehalten.

Die drei Tagungsstationen mit dem Rufzeichen DL Ø KT arbeiten während der Dauer des Europatreffens. Sie hatten den Sonder-DOK „EW“ zu vergeben. Die Besucherzahl von über 2000 und die Anwesenheit vieler aktiver Funkamateure wird den Ortsverband Wolfsburg und den DARC sicher wieder veranlassen, eines Tages ein drittes Europatreffen in Wolfsburg zu veranstalten.

#### Neuheiten der Geräte-Messe

Die Amateurfunkmesse in der Stadthalle war während des ganzen Europatreffens geöffnet. An der Messe beteiligten sich nicht nur Hersteller und Vertriebsfirmen, sondern auch der Ring der Tonbandfreunde sowie ein Rundfunk-Fernseh-Geschäft. An einem Gemeinschaftsstand informierten der Distrikt Niedersachsen und der Ortsverband Wolfsburg interessierte Laien über Sinn und Zweck des Amateurfunks. Außerdem waren dort die einzelnen Entwicklungsphasen des „Göttinger Babies“ zu sehen.

Zum ersten Male stellte auch die *Arbeitsgemeinschaft für Elektronik*, Berlin, aus. Ihr Programm umfasst HF-Steckverbindungen, Übergangsstücke, Drucktastenschalter, Reedkontakte, Magnetschalter und viele andere Bauelemente für den Funkamateur. Die Bauelemente werden vielfach in eigener Fabrikation hergestellt.

Neu im Programm von *Ing. H. Bauer*, Bamberg, sind die 2-m-Bausteine. Der Senderbaustein „SB 200“ ist für AM/FM-Betrieb und für zwei Quarzkanäle ausgelegt. Die Betriebsspannung ist 12 V und die PA-Ausgangsleistung etwa 2 W PEP. Der eingebaute dreistufige Modulator hat 50 kOhm Eingangsimpedanz. In Verbindung mit dem Empfängerbaustein „EKB 100“ kann ein komplettes Mobilgerät aufgebaut werden. Der Empfängerbaustein ist ein Doppelsuper mit etwa 0,2 µV Eingangsempfindlichkeit. Für die Eingangsstufe wird ein Dual-MOSFET verwendet, und die Mischstufe ist ebenfalls mit einem FET bestückt. Als Ergänzung für FM-Geräte kleinerer Leistung sind die „Tempo“-2-m-Endstufen gedacht. Sie werden direkt aus der Bordbatterie betrieben, haben ein eingebautes Antennen-Umschaltrelais und werden in drei verschiedenen Leistungsklassen bis maximal 90 W Ausgangsleistung angeboten.

Im umfangreichen Geräteangebot von *Bauer* fiel der CW/SSB-Transceiver „Argonaut“ auf. Er kann aus dem Netz oder mit Batterien betrieben werden; die geringen Abmessungen von 11,4 cm × 30,4 cm × 17,7 cm und das Gewicht von nur 2,25 kg machen ihn ideal für Reisen, Urlaub usw. Das Gerät umfasst sämtliche KW-Amateurfunk-Bänder; der Sendeteil hat 5 W Input (PEP) bei SSB-Betrieb und 5 W Input bei CW-Betrieb.

*K. Braun*, Nürnberg, stellte den 2-m/80-Kanal-FM-Transceiver „SE 280“ vor. Alle 80 Kanäle sind transceive oder getrennt wählbar. Sie werden mit Rändelräder eingestellt und sind in Kanalnummern geeicht. Die Kanalabstände entsprechen dem 25-kHz-Raster. Es sind somit sämtliche in Mitteleuropa bestehenden oder geplanten FM-Relais sowie OV-Frequenzen, Notruf-Frequenzen usw. erreichbar. Das transistorisierte Gerät ist in der



Ansicht des 2-m/80-Kanal-FM-Transceivers „SE 280“ von *Braun*

PA mit dem Transistor 2N5915 bestückt, und die Ausgangsleistung ist 10 W. Weitere technische Daten des Senderteils sind: 2 kHz ... 15 kHz Frequenzhub, Rufton 1750 kHz, Oberwellendämpfung größer als 60 dB und Nebenwellendämpfung größer als 80 dB. Der Empfangsteil hat durch ein eingebautes Quarzfilter (8 Quarze) 1 kHz ZF-Bandbreite bei -3 dB. Die Eingangsempfindlichkeit ist 0,25 µV für 10 dB Signal-Rausch-Abstand. Eine Weiterentwicklung des 2-m-Transceivers „SE 600“ ist der Transceiver „SE 600 dig“ von *Braun*. Die Anzeige der Frequenz erfolgt durch Ziffernanzeigeröhren mit einer Ge-



2-m-Transceiver mit digitaler Frequenzanzeige „SE 600 dig“ (Braun)

nauigkeit von 1 kHz. Es werden bei Senden wie bei Empfang die Endfrequenzen angezeigt. Erfolgt kein Transceiverbetrieb, dann springt die Anzeige beim Umschalten von Sendung auf Empfang auf die getrennt eingestellten Frequenzen. Diese neue Ausführung des 2-m-Transceivers ist zusätzlich mit sechs Ziffernanzeigeröhren, 21 digitalen und einer analogen integrierten Schaltung, fünf Dioden, drei Transistoren und einem Quarz bestückt.

*K. Fritzel*, Ludwigshafen, zeigte neben dem bekannten Antennenprogramm einen vielseitig verwendbaren Gittermast. Er ist ausfahrbbar, kippbar und im Tauchverfahren verzinkt. Das Grundelement ist ein dreieckiger Gittermast in Rohrkonstruktion. Es werden zwei- und dreiteilige Ausführungen angeboten, wobei die dreiteilige Version 18 m hoch ausgefahren werden kann. Die maximal zulässige Windlast an der Spitze ist 56 kp ohne Abspansung.

Für den KW-Transceiver „HW-100“ bietet *Heathkit*, Spandlingen, jetzt einen neuen verbesserten Skalentrieb an. Er ist als Nachrüstsatz erhältlich und arbeitet sehr genau. Der Grobtrieb ist 6:1 und der Feintrrieb 36:1 untersetzt. Auch der Frequenzzähler „IB-101“ wurde verbessert. Das Nachfolgemodell „IB-1101“ hat jetzt eine Zählerkapazität von 1 Hz bis 100 MHz.

*Richter & Co.*, Hannover, zeigte ihr gesamtes Geräteprogramm. Neu im Angebot der KW-Geräte ist die KW-Linear-Endstufe „FL 2277“ von *Sommerkamp*. Die technischen Daten entsprechen denen der bekannten



KW-Linear-Endstufe „FL 2277“ (Sommerkamp)

Endstufe „FL 2000 B“. Das Äußere ist jedoch auf die KW-Transceiver „FT 277“ und „FT 250“ abgestimmt. Für den 2-m-FM-Transceiver „IC-21X“ ist jetzt ein VFO „IC-21VFO“ lieferbar, der es gestattet, das Gerät im Empfangsteil wahlweise quarzgesteuert oder durchstimmbar zu betreiben. Die Stromversorgung erfolgt aus dem Transceiver. Ebenfalls neu im Programm von *Richter* ist der 2-m-AM/FM-Sendeempfänger „CTR-144“. Der Empfänger ist durchstimmbar, während der Sender auf vier Quarzkanälen oder mit dem eingebauten VFO betrieben werden kann. Die Sendeleistung ist in beiden Betriebsarten 6 W und die Empfängerempfindlichkeit 0,3 µV. Das Gerät ist transistorisiert und hat im Eingang des Empfängers einen MOSFET. Die Stromversorgung kann aus dem eingebauten Netzteil oder aus der Kfz-Batterie (12 V) erfolgen.



2-m-Endstufe „ML-500“ mit Kuhrippen für den Endstufen-Transistor (Richter)

Für Funkamateure, die ihre 2-m-Geräte selbst aufbauen wollen, steht bei Richter eine große Auswahl an Bausteinen zur Verfügung. Um die Ausgangsleistung kleiner FM-Mobilgeräte zu erhöhen, eignet sich beispielsweise die 2-m-Endstufe „ML-500“. Sie hat etwa 6 dB Verstärkung und kann maximal 45 W Ausgangsleistung (je nach Ansteuerung) abgeben. Im abgeschalteten Zustand ist die Antenne automatisch an das FM-Gerät angeschlossen. Die Sende-Empfangsumschaltung erfolgt automatisch durch die HF-Ansteuerung. Die Endstufe kann deswegen auch im Kofferraum untergebracht werden.

Ein Transverter zum Anschluß an die Geräte der Sommerkampf-„F-Line“ war am Stand von *W. J. Schorr*, Frankfurt, zu sehen. Er setzt das 10-m-Band des Transceivers auf das 2-m-Band um. Der Empfangsteil enthält einen transistorisierten 2-m-Konverter mit einer Rauschzahl von weniger als  $2 kT_0$ . Die Sender-Endstufe ist mit einer Röhre QQE 03/20 bestückt und

hat eine effektive Ausgangsleistung von 25 W. Die erforderlichen Anschlußkabel werden mitgeliefert.

Interessante Neuheiten waren bei Semcoset, Wesseln, zu sehen. Für transportablen Betrieb ist der 2-m-Portable „Semcoport“ gedacht. Er hat VFO-Volltransceivebetrieb, FM-Relaisfunk mit Frequenzshift, 1750-AHz-Tonruftaste, AM/FM-Empfang und einen 3-W-FM-Senderteil. Die Stromversorgung kann aus der Kfz-Batterie oder aus den eingebauten NiCd-Akkumulatoren erfolgen. Spitzengerät im Semcoset-Programm ist der 2-m-AM/FM/SSB/CW-Transceiver „Semco-Terzo-Digital“. Die Frequenzanzeige erfolgt mit GaAs-Halbleiter-Ziffernanzeigen, die praktisch unbegrenzte Lebensdauer haben. Wegen der schnellen Meßfolge von 1000 Messungen je Sekunde wird der Abstimmvorgang durch die digitale Anzeige sehr schnell verfolgt. Schaltung, Konstruktion und technische Daten entsprechen weitgehend dem schon bekannten 2-m-Gerät „Semco-Terzo“.

Die Vervollständigung einer 2-m-Station erlaubt der 2-m-Panoramaempfänger „Semicorama“. Er ermöglicht die Bestimmung der Signalsstärke in dB über S0, Bestimmung der Modulationsart sowie der HF-Bandbreite von FM-Signalen. Weiterhin können die Trägerunterdrückung, Seitenbandunterdrückung und der Intermodulationsabstand von SSB-Signalen gemessen werden. Der Empfänger ist ein störfester MOS-FET-Empfänger mit hoher Vor selektion. Zwei umschaltbare 9-MHz-Kristallfilter mit 12 kHz und 0,5 kHz Bandbreite sind eingebaut. Neben zahlreichen neuen Bausteinen für 2-m-Sender und -Empfänger sind auch 2-m-Mobil-Linearverstärker im Programm. So verstärkt der „Semic-Booster 3/25“ 2-m-Signale von 3 W Steuerleistung auf 25 W Ausgangsleistung. Wegen seiner großen Linearität über den gesamten Verstärkungsbereich ist der Baustein auch für AM- und SSB-Signale geeignet.

D. Stoy

M. VAUPEL, DL 2 OV

## **Der QTH-Kenner und seine Bedeutung für den Funkamateuer**

Der QTH-Kenner ist auf dem System der geografischen Koordinaten aufgebaut. Über den QTH-Kenner lassen sich Längen- und Breitengrad eines Standortes errechnen. Mit Hilfe von trigonometrischen Funktionen kann die Entfernung zwischen zwei Punkten und der Winkel, um den die Antenne gedreht werden muß, bestimmt werden. Es wird ferner ein Programm beschrieben, mit dem man die Entfernung auf einer elektronischen Rechenanlage ermitteln kann.

## 1. Allgemeines

Sehr oft steht der Funkamateur - speziell der VHF-Amateur - vor der Frage, welche Entfernung er mit seiner Station überbrückt hat. Die Angabe der Gegenstation „X-Dorf, 18 km südöstlich Y-Stadt“ kann nur wenigen zufriedenstellen, besonders dann nicht, wenn man mit der genauen Geografie der näheren Umgebung von Y-Stadt nicht vertraut ist. Aus diesem Grunde hat man das QTH-Kenner-System geschaffen, das eine Bestimmung des Standortes der Gegenstation mit hinreichender Genauigkeit und somit auch der überbrückten Entfernung gestattet.

## 2. Das System der geografischen Koordinaten

Um die Lage eines beliebigen Ortes auf der Erde einfach und für jedermann verständlich bestimmen zu können, denkt man sich über die gesamte Erdoberfläche ein Liniennetz gelegt, das einerseits aus Verbindungslinien zwischen Nord- und Südpol, andererseits aus Parallelen zum Äquator besteht. Die Linien, die von Pol zu Pol verlaufen, sind die Längengrade. Alle Orte auf demselben Längengrad ha-

ben zur gleichen Zeit Mittag. Daher spricht man auch von der Mittagslinie oder vom Meridian. Die parallel zum Äquator verlaufenden Linien sind die Breitenkreise oder Breitengrade. Je nachdem, ob der Breitengrad nördlich oder südlich vom Äquator liegt, spricht man vom nördlichen oder südlichen Breitengrad.

Dieses Liniennetz besteht aus 360 Längengraden und 180 Breitengraden. Die Zählung der Längengrade beginnt bei dem durch die Sternwarte in Greenwich bei London führenden Meridian mit „Null“ in östlicher Richtung bis zum 180. Längengrad und in westlicher Richtung ebenfalls bis zum 180. Längengrad.

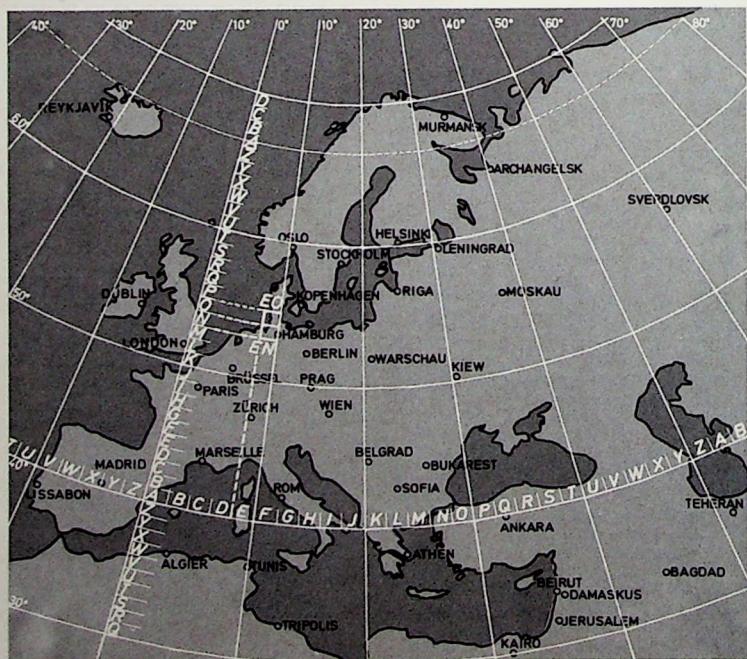


Bild 1. Einteilung Europas in Großfelder

Die Zählung der Breitenkreise beginnt beim Äquator mit „Null“ in nördlicher und südlicher Richtung. Die Pole sind jeweils der 90. Breitengrad.

Jeder Längen- und Breitengrad wird in 60 Längen- beziehungsweise Breitenminuten unterteilt und jede Längen- und Breitenminute in 60 Längen- beziehungsweise Breitensekunden.

Da die Erdkugel an den Polen infolge der durch die Erdrotation entstehenden Zentrifugalkräfte abgeplattet ist, sind die Entfernung zwischen den einzelnen Breitenkreisen nicht gleich (Polhöhenverschiebung). Die Entfernung zwischen zwei Längenkreisminuten hat eine große Bedeutung. Um den Fehler der Polhöhenverschiebung auszugleichen, rechnet man mit einem Erdumfang, der vorhanden wäre, wenn die Erde eine ideale Kugelgestalt hätte. Aus diesem Wert wird die Länge einer Längenkreisminute mit 1 852,28 m [1] berechnet. Dies ist die Länge einer nautischen Seemeile. Sie wird in den folgenden Ausführungen bei der Berechnung der Entfernung zwischen zwei Punkten auf der Erdoberfläche noch eine große Bedeutung haben.

Wie genau lässt sich nun mit Hilfe der Längen- und Breitengrade die Lage eines Punktes auf der Erdoberfläche bestimmen? Ein Beispiel: Das frühere Reichstagsgebäude in Berlin hat die Koordinaten  $52^{\circ} 31' 12''$  n. Br. und  $13^{\circ} 22' 41''$  ö. L. [1]. Bei  $52^{\circ} 30'$  n. Br. ist die Bogenlänge eines Grades 67 911 m [1]. Daraus errechnet sich die Bogenlänge einer Breitensekunde zu 18,8625 m. Die Lage des Reichstages ist also mit  $\pm 9431$  m zum Nullmeridian bestimmt. Die Bogenlänge eines Längengrades ist 111 290 m [1]. Daraus ergibt sich für eine Längensekunde die Bogenlänge von 30,88 m. Die Lage zum Äquator liegt somit bis auf  $\pm 15,44$  m fest. Man kann die Genauigkeit beliebig hochtreiben, indem man die Längen- und Breitensekunden noch mit Dizimalstellen angibt.

### 3. Der QTH-Kenner

Nun wird ein Funkamateur selten in der Lage sein, Längen- und Breitengrad seines Standortes so genau zu bestimmen. Für die Belange des Funkamateurs ist es auch nicht notwendig, sein QTH auf  $\pm 10$  m genau zu kennen. Um mit einfacheren Mitteln auszukommen, wurde der QTH-Kenner eingeführt.

Hierbei werden jeweils die Strecken zwischen zwei Längengraden mit einem Buchstaben bezeichnet. Begonnen wird beim Nullmeridian, und die Zählung erfolgt in östlicher Richtung. So trägt die Strecke von  $0^{\circ}$  bis  $2^{\circ}$  ö. L. den Buchstaben A, die von  $2^{\circ}$  ö. L. bis  $4^{\circ}$  ö. L. den Buchstaben B, bis schließlich die Strecke zwischen  $50^{\circ}$  ö. L. und  $52^{\circ}$  ö. L. mit Z bezeichnet wird (siehe auch Bild 1). In der gleichen Weise werden auch die Strecken zwischen zwei Längengraden in westlicher Richtung vom Nullmeridian aus bezeichnet. Während jedoch in östlicher Richtung die Zählung mit A beginnt und in alphabetischer Reihenfolge aufsteigend erfolgt, beginnt in westlicher Richtung die Zählung mit Z und ist in alphabetischer Reihenfolge absteigend.



Bild 2. Einteilung des Großfeldes EO in 80 Felder

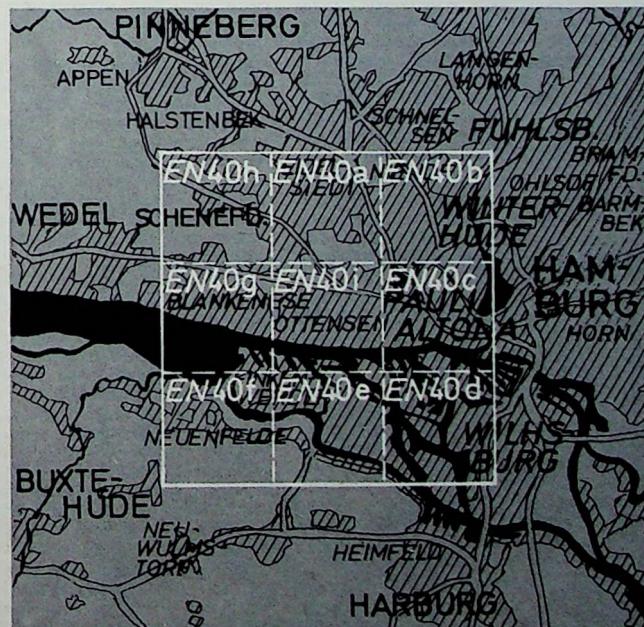


Bild 3. Einteilung des Feldes EN 40 in 9 Kleinfelder

In der gleichen Weise erfolgt die Einteilung in nord-südlicher Richtung. Hierbei werden jedoch die Strecken zwischen einem Breitengrad mit einem Buchstaben bezeichnet. Die Zählung beginnt beim 40. Breitengrad nördlicher Breite mit A und endet bei 66° n. Br., beziehungsweise beginnt dann wieder mit A (Strecke zwischen 66° n. Br. und 67° n. Br.). In beiden Fällen erfolgt die Zählung aufsteigend in alphabetischer Reihenfolge. Südlich des 40. Breitengrades beginnt die Zählung mit Z (Strecke zwischen 39° n. Br. und 40° n. Br.). In diesem Falle erfolgt die Zählung in alphabetischer Folge absteigend. Über ganz Europa wird also ein Liniennetz gelegt, das als Grundlage den 40. Breitengrad nördlicher Breite und den Nullmeridian in Greenwich hat. Durch Aneinanderreihen je eines den Längen- und Breitengraden kennzeichnenden Buchstabens kann man so eine ganz bestimmte Fläche markieren. Eine solche Fläche wird als Großfeld bezeichnet. Der erste Buchstabe kennzeichnet immer die Lage zwischen zwei Längengraden, der zweite Buchstabe kennzeichnet immer die Lage zwischen zwei Breitengraden. Aus Bild 1 geht hervor, daß der westliche Teil Hamburgs in dem Großfeld EN liegt. Aus den Abständen zwischen den Längen- und Breitengraden [1] ergibt sich, daß ein derartiges Großfeld eine Fläche von etwa 111 km × 72 km hat.

Es liegt nun nahe, ein solches Großfeld weiter zu unterteilen. Im Bild 2

sind die Großfelder EO und EN dargestellt. Jedes der Großfelder wird in west-östlicher Richtung in zehn gleiche Teile und in nord-südlicher Richtung in acht gleiche Teile unterteilt. Diese Flächen werden als Felder bezeichnet. Die Zählung erfolgt bei dem im Nord-Westen liegenden Feld mit 01 und endet bei dem im Süd-Osten liegenden Feld mit 80.

Durch diese Einteilung ist erreicht, daß die Felder annähernd quadratisch sind. Sie haben eine Größe von etwa 11 km × 9 km. Aus Bild 2 ist zu erkennen, daß der größte Teil des westlichen Hamburg in dem Feld EN 40 liegt.

Ein solches Feld wird nochmals in neun Kleinfelder (Größe 3,72 km × 2,98 km) unterteilt. Die Bezeichnung beginnt bei dem oberen, in der Mitte liegenden Kleinfeld mit „a“ und wird im Uhrzeigersinn fortgesetzt bis „h“. Dieser Buchstabe wird an die Feldnummer angehängt. Das mittlere Kleinfeld trägt den Buchstaben „i“, zuweilen auch „j“. Meint man dieses Feld, so braucht „i“ oder „j“ nicht an die Feldnummer angehängt zu werden.

Aus Bild 3 ist zu erkennen, daß die Stadtteile St. Pauli und Altona den QTH-Kenner EN 40c haben, während der größte Teil des Hafens im Kleinfeld EN 40d liegt. (Schluß folgt)

#### Schrifttum

- [1] ● Gauß, F. G.: Fünfstellige vollständige logarithmische und trigonometrische Tafeln. Stuttgart 1959, Winter

lung eines betriebssicheren Senders einschließlich Abstimm- und Prüfvorgängen und Aufschaltung der richtigen Rundfunkleitung sowie die Zuordnung der erforderlichen Antenne.

Für den Aufbau der Sendestelle hat die Deutsche Bundespost bis heute etwa 160 Mill. DM investiert. Bis zum endgültigen Abschluß, voraussichtlich im Jahre 1974, werden es insgesamt rund 180 Mill. DM sein. Das Kapital für diese Investitionen wird allein von der Deutschen Bundespost bereitgestellt.

In der Rundfunksendestelle Wertachtal werden ständig 40 bis 50 Personen beschäftigt sein. Trotz weitgehender Automation und erheblicher technischer Hilfen müssen noch viele Aufgaben von Menschen wahrgenommen werden, zum Beispiel die Wartung der Antennen, die kontinuierliche Überholung der Sender, Entstörungsarbeiten, Pflege und Unterhaltung des gesamten Terrains (86 ha), Erstellung der Sendepläne, Betriebsversuche und Schulung der Mitarbeiter.

Der Ausbaustand zu Beginn der Olympischen Spiele umfaßt 4 Sender mit einer Trägerleistung von je 500 kW, 18 Dipolwände im nördlichen Antennenarm (Antennenwand I, Hauptstrahlrichtungen 90°, 120°, 270° und 300° N ü. O), 7 Dipolwände, 4 logarithmisch-periodische Antennen und 3 Rundstrahlantennen im südöstlichen Antennenarm (Antennenwand II, Hauptstrahlrichtungen 30°, 60°, 210° und 240° N ü. O), eine logarithmisch-periodische Antenne und 3 Rundstrahlantennen im südwestlichen Antennenarm (Antennenwand III, Hauptstrahlrichtung 150° N ü. O) sowie den Antennenwahlschalter in Koaxialtechnik und die Fernwirkanlage für die Antennensteuerung. Zur zweiten Ausbaustufe nach den Olympischen Spielen gehören die Montage von 5 weiteren Sendern des gleichen Typs, die Steuerung der Sendestelle durch Prozeßrechner und die Fertigstellung der noch fehlenden Antennengruppen. Hierbei handelt es sich um 6 Dipolwände in der Antennenwand I (Hauptstrahlrichtung wie vorher), 12 Dipolwände in der Antennenwand II (Hauptstrahlrichtung wie vorher) und 13 Dipolwände in der Antennenwand III (Hauptstrahlrichtungen 120° und 330° N ü. O). Diese Ausbaurbeiten sollen bis Anfang 1974 im wesentlichen abgeschlossen sein.

## Von Sendern und Programmen

### Großsendestelle Wertachtal in Betrieb genommen

Am 12. Juni 1972 wurde die Kurzwellen-Rundfunksendestelle Wertachtal der Deutschen Bundespost für die Deutsche Welle (DW) offiziell in Betrieb genommen. Damit werden rechtzeitig zu den Olympischen Spielen vier 500-kW-Großleistungssender bereitstehen, um die Programme der DW in alle Welt auszustrahlen.

Nach dem „Gesetz über die Errichtung von Rundfunkanstalten des Bundesrechts“ vom 5. Dezember 1960 ist es Aufgabe der DW, den Hörern in aller Welt „ein politisches, wirtschaftliches und kulturelles Bild vom heutigen Deutschland zu liefern“. Die technischen Voraussetzungen hierfür muß die Deutsche Bundespost schaffen: Sie hat die Rundfunk-Sendeantennen zu errichten und zu betreiben. Bisher verfügte die Deutsche Welle für die Ausstrahlung ihrer mehr als 80 Programme in 33 Sprachen über neun 100-kW-Sender im Bundesgebiet, die in der Sendestelle Jülich der Deutschen Bundespost betrieben werden. Die Kapazität dieser Anlage ist jedoch bereits seit Jahren erschöpft. Daher war es notwendig, eine zweite leistungsfähige Anlage zu bauen.

Die Anlage im Wertachtal besteht aus dem zentralen Teil mit dem Senderbetriebsgebäude, dem Antennenwahlschalter-Gebäude, dem Verwaltungsgebäude und den drei „Antennen-

straßen“. Von oben gesehen ähnelt die Sendestelle einem dreizackigen Stern.

Kernstück der Kurzwellen-Rundfunksendestellen sind die von AEG-Telefunken entwickelten 500-kW-Kurzwellensender, von denen bereits vier aufgebaut sind. Im Endausbau werden es neun sein, die dann durch einen Prozeßrechner automatisch gesteuert werden. Sie entsprechen dem neuesten Stand der Technik und gehören mit zu den leistungsfähigsten der Welt.

Der Antennenstern mit seinen drei zwischen 1000 und 1900 m langen Armen wird 52 Dipolwände für den Weitverkehr und 11 Dipolzeilen für die Versorgung der europäischen Länder enthalten. Außerdem werden fünf logarithmisch-periodische Antennen und sechs Rundstrahlantennen benötigt. Für die Antennen sind 25 Türme und 28 Masten mit Höhen von 35 bis 125 m erforderlich. Der größte Teil von ihnen ist bereits gerichtet. Hinzu kommen der Antennenwahlschalter in Koaxialtechnik und eine Fernwirkanlage für die Antennensteuerung.

Im Zuge des weiteren Ausbaus der Station nach den Olympischen Spielen wird ein Prozeßrechner nach einem vorab eingegebenen Sendeplan selbsttätig den gesamten Betriebsablauf steuern, zum Beispiel die Bereitstel-

#### Berichtigung

##### Sennheiser-Elektret-Kondensatormikrofone

Im Bericht über die Hannover-Messe 1972 im Heft 11/1972 heißt es auf S. 401, 3. Spalte, unten, bei der Besprechung der neuen Elektret-Mikrofone von Sennheiser: Die bei beiden Typen erreichten Ersatzlautstärkewerte von 30 dB in normgerechter Messung nach DIN 45 405 bringen bei Beschallung mit einem Schalldruck von 10 µbar einen Geräuschspannungsabstand von 64 dB und sind damit nur um etwa 4 dB schlechter als die professionellen Kondensatormikrofone „MD 421“ und „MD 441“.

Tatsächlich handelt es sich aber bei den beiden vergleichsweise herangezogenen professionellen Mikrofonen „MD 421“ und „MD 441“ nicht um Kondensatormikrofone, sondern um dynamische Studio-Mikrofone.

## **Kfz-Drehzahlmesser für externe Anwendung**

Kfz-Drehzahlmesser, die extern an einen zu überprüfenden Automobilmotor angeschlossen werden können, sind in jeder Kfz-Werkstatt zu finden. Sie werden dort für die richtige Einstellung der Leerlaufdrehzahlen eingesetzt und dienen bei Probefahrten in Wagen, die keinem eingebauten Drehzahlmesser haben, zur Kontrolle. Es handelt sich hierbei um Geräte, die über flexible Kabelleitungen mit der Zündspule und der Autobatterie verbunden werden müssen. Da es viele Autofahrer gibt, die die Wartung ihrer Wagen selbst vornehmen und somit auch den Leerlauf und die Zündung einstellen, soll im folgenden gezeigt werden, wie man

am Kollektor von  $T_2$ , der sich über den Kondensator  $C_5$  auf die Basis von  $T_3$  überträgt und  $T_3$  sperrt. Die Entladung von  $C_5$  erfolgt über die Widerstände  $R_8$  und  $R_9$ , worauf die Schaltung wieder in den stabilen Zustand zurückkippt. Mit dem Einstellregler  $R_9$  kann die Zeitdauer verändert werden, in der  $T_2$  leitend ist, und somit Strom durch das Instrument  $M$  fließt. Die Betriebsspannung, die der 12-V-Autobatterie entnommen wird, ist durch den Vorwiderstand  $R_{11}$  und die Z-Diode  $D_4$  stabilisiert. Die Schaltung ist so ausgelegt, daß mit dem „Unavo“-Meßinstrument (1-mA-Vollausschlag), ein Drehzahlbereich von 0 bis

10 000 U/min gemessen werden kann (soll der Anzeigebereich nur 0 bis 5000 U/min betragen, muß der Wert von C 5 auf  $1\mu\text{F}$  erhöht werden). Dabei entspricht eine Anzeige von 0,1 mA 1000 U/min. Da die Anzeige linear ist, entspricht eine Steigerung von 0,1 mA einer Drehzahlzunahme von jeweils 1000 U/min. Eine Drehzahl von 4000 U/min wird demnach auf der Anzeigeskala mit 0,4 mA angezeigt. Um den Leerlauf eines Motors genau einzustellen zu können, wurde eine Bereichsumschaltung vorgesehen, die es ermöglicht, den Anzeigebereich im unteren Drehzahlbereich zu spreizen. Durch Betätigen des Tastschalters S 1 wird der Kondensator C 5a dem Kondensator C 5 parallel geschaltet, wodurch der Anzeigebereich des Meßinstruments dann nur noch 0 bis 1000 U/min beträgt. Eine Steigerung von 0,1 mA bei der Anzeige entspricht also einer Drehzahlzunahme von 100 U/min. Da Leerlaufdrehzahlen der gebräuchlichen Kraftfahrzeugmotoren fast immer unter 1000 U/min liegen, lassen sich mit diesem Bereich Leerlaufeinstellungen einwandfrei durchführen.

Für die Drehzahlmessung muß das Gerät über drei flexible Leitungen

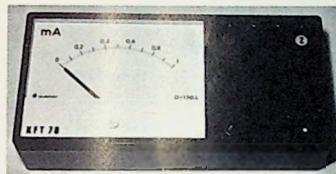
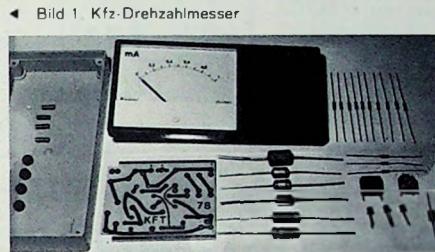


Bild 2. „Unavo“ – Bausatz „OtD“, das Meßwerk und die erforderlichen Bauelemente ►



◀ Bild 1. Kfz-Drehzahlmesser

sich einen solchen Drehzahlmesser selbst bauen kann.

Um dem Gerät (Bild 1) ein anspruchsvolles Äußeres zu geben, wurde die auf einer Druckplatine aufgebaute Schaltung in einem kommerziell hergestellten Gehäuse („Unavo“-Bausatz „OtD“ von Neuberger) untergebracht. Als Anzeige dient das „Unavo“-Meßwerk „RKD 114 M“, das genau in das Gehäuse paßt; es ist im Bild 2 mit den für das Gerät erforderlichen Bauelementen dargestellt.

Das Gerät arbeitet nach der bekannten beim Bau von Drehzahlmessern fast ausschließlich angewandten Methode, bei der das lineare Verhältnis zwischen den Folgefrequenzen der Zündimpulse und der Drehzahl des Motors ausgenutzt wird und die Zündimpulse vom Unterbrecherkontakt abgenommen und gemessen werden.

## Schaltung

Vom Anschlußpunkt 3 (Bild 3) gelangen die Zündimpulse über die Differenzierglieder  $R1, C1$  und  $R2, C2$  an die Impulsformerstufe  $T1$ , die gleichzeitig die Aufgabe hat, die Impulse zu begrenzen, um den angeschlossenen Multivibrator  $T2, T3$  nicht zu übersteuern. Der monostabile Multivibrator ist im stabilen Zustand, wenn  $T3$  durchgesteuert und  $T2$  gesperrt ist. Liegt ein positiver Impuls an der Basis von  $T2$ , wird  $T2$  leitend. Das bewirkt einen Spannungssprung

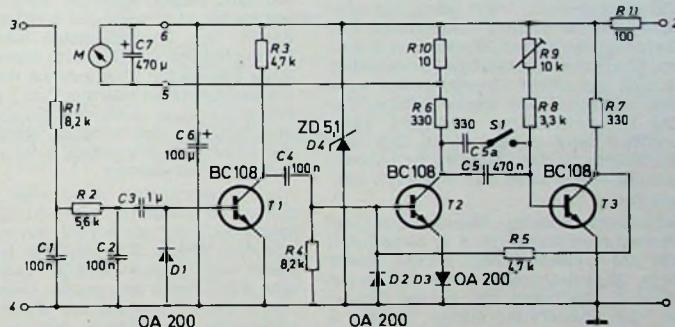


Bild 3 (oben). Schaltung des Drehzahlmessers

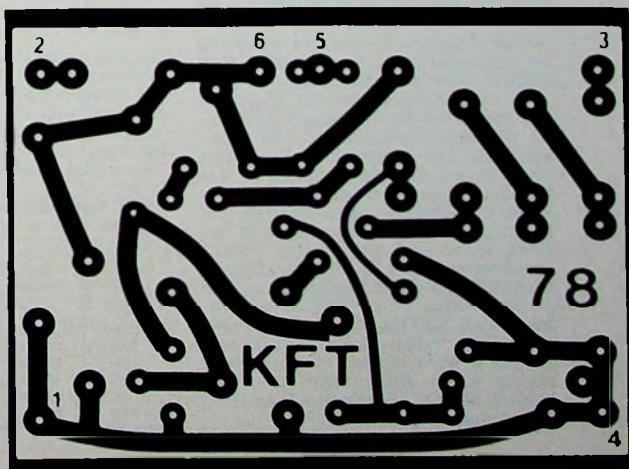


Bild 4 Leiterplatte  
(Maßstab 1:1) ►

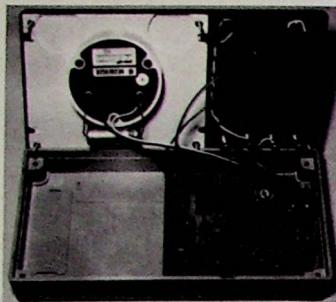


Bild 5. Innenansicht des fertig aufgebauten Gehäuses

Bild 6. Bestückungsplan der Platine

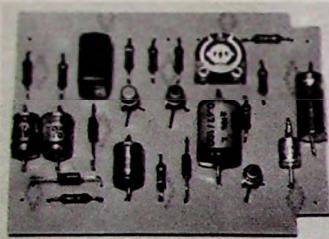


Bild 7. Ansicht der bestückten Platine

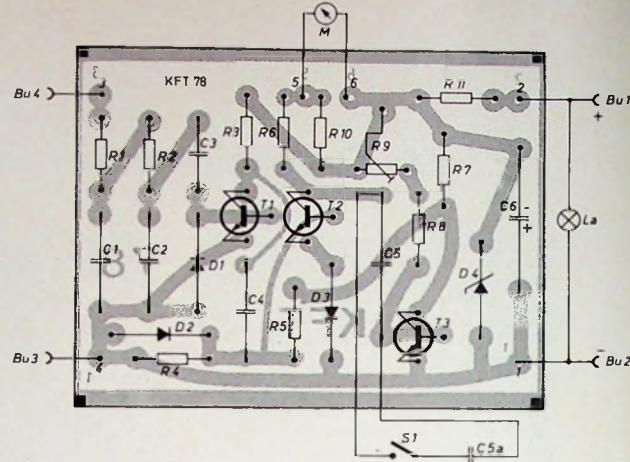
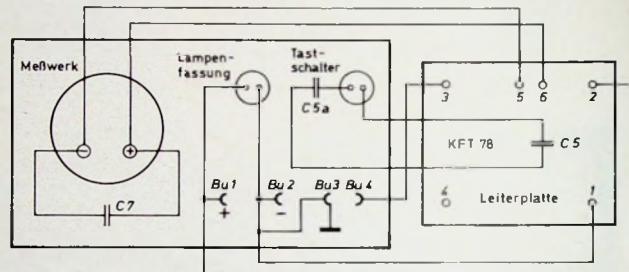


Bild 8. Verdrahtungsplan der Frontplatte (von hinten gesehen) mit der bestückten Leiterplatte



mit dem Motor verbunden werden. Anschlüsse 2 und 1 werden mit dem Plus- und Minuspol der Batterie verbunden; damit ist gleichzeitig die Masseleitung angeschlossen. Der Anschluß 3 wird mit der Zündspule verbunden.

#### Aufbau und Eichung

Der „Unavo“-Bausatz „OtD“ besteht aus dem Gehäuse, vier blanken Telefonbuchsen, vier Befestigungsschrauben und vier Gummifüßen. Die Befestigungslöcher für die vier Buchsen sind schon im Gehäuse vorhanden, so daß sie sofort eingeschraubt werden können. Zwei kleine Löcher für die Lampenfassung und den Tastschalter sind entsprechend den Abbildungen in das Gehäuse zu bohren. Anschließend wird das Meßwerk eingebaut.

Alle elektronischen Bauteile sind auf einer Leiterplatte (Bild 4) aufgebaut, die am Gehäuseboden rechts neben dem Meßinstrument befestigt wird (Bild 5), nachdem die beiden Ecken an den Anschlußpunkten 1 und 2 abgesägt wurden. Der Bestückungsplan für die Platine zeigt Bild 6, und im Bild 7 ist die bestückte Leiterplatte dargestellt. Die Verkabelung erfolgt nach dem Verdrahtungsplan (Bild 8). Über zwei Leitungen, die parallel zum Kondensator C5 angelötet werden, wird der Tastschalter in Reihe mit dem Kondensator C5a angeschlossen. Der Kondensator C5a selbst wird neben den Tastschalter in das Gehäuse eingesetzt, und der Kondensator C7 wird zwischen Pluspol und Minuspol des Meßinstruments M gelötet, wobei auf die richtige Polung geachtet werden muß. Für die Eichung benötigt man einen Tongenerator, der an die Buchsen Bu 4 (Zündspuleinhang) und Bu 3 (Masse) angeschlossen wird. Die nötige Betriebsspannung von 12 V wird einem Netzgerät oder einem Akku entnommen. Der Anschluß erfolgt an die Buchsen Bu 1 (Plus) und Bu 2 (Minus).

Da zwischen der Drehzahl eines Motors und der Frequenz ein bestimmter Zusammenhang besteht, kann eine Eichung stets nur für einen bestimmten Motortyp (Zweitakt- oder Vieraktmotor) durchgeführt werden, von denen der Vieraktmotor der gebräuchlichere ist. So sollte das Gerät auch für diesen Typ geeicht werden. Da die Frequenz, wie aus Tab. I zu erkennen ist, auch noch von der Anzahl der Zylinder abhängig ist, wird hier der häufiger gebrauchte 4-Zylindermotor berücksichtigt.

Am Tongenerator wird eine Frequenz von 200 Hz mit einer Ausgangsspannung von etwa 10 V eingestellt. Mit dem Regler R 9 wird das Instrument auf 0,6-mA-Anzeige gebracht, was 6000 U/min entspricht. Damit ist die Eichung beendet, da wegen der Linearität der Anzeige alle anderen Werte stimmen. Eine Anzeige von 0,5 mA bedeutet 5000 U/min, die von 0,7 mA 7000 U/min usw.

Zur Kontrolle des unteren Drehzahlbereiches von 0 bis 1000 U/min wird der Tongenerator auf eine Frequenz eingestellt, die der Anzeige von 0,1 mA entspricht, also etwa 33 ... 44 Hz. Nach Betätigen des Tastschalters muß der Zeiger des Meßwerks Vollausschlag

#### Einzelteilliste

Widerstände „SEC0309“, 1/8 W	Beyschlag
Einstellregler „S 76 A“	Ruwidlo
Kondensator „KT 1800“, 100 V	
(C1, C2, C4, C5)	Roederstein
Kondensator „MKS“, 250 V (C3)	Wima
Kondensator „MKT 1822“, 63 V	
(C5a)	Roederstein
Elektrolytkondensator, 25 V	
(C6, C7)	Roederstein
Transistoren 3XBC 108	Intermetall
Dioden 3X0A 200	Valvo
Z-Diode ZD 5.1	Intermetall
Unavo-Meßwerk	
„RKD 114 M“,	
1-mA-Vollausschlag	Neuberger
Gehäuse „Unavo“-Bausatz	
„OtD“ einschl. vier Buchsen	Neuberger
Miniaturlampenfassung mit	
Glühlampe (12 V, 40 mA)	Rafi
Miniaturtastschalter 1XU	Rafi
kupferkaschiertes Pertinax	Rim
Bezug der angegebenen Bauelemente nur	
über den einschlägigen Fachhandel	

anzeigen. Wegen der geringen Frequenz ist die Anzeige etwas unstetig. Das Zittern der Nadel wird durch den parallel zu den Anschlüssen des Meßwerks geschalteten Kondensator C7 gedämpft. Soll die Eichung für einen anderen Motortyp, beispielsweise einen 8-Zylindermotor erfolgen, so können die entsprechenden Frequenzen Tab. I entnommen werden.

Die Berechnung der Frequenzen erfolgt für den Vieraktmotor mit

$$f = \frac{n \cdot Z}{120}$$

und für den Zweitaktmotor mit

$$f = \frac{n \cdot Z}{60}$$

wobei  $f$  die gesuchte Frequenz in Hz,  $n$  die Drehzahl in U/min und  $Z$  die Anzahl der Zylinder ist.

Tab. I. Verhältnis der Umdrehungszahlen zur Frequenz für 4-, 6- und 8-Zylindermotoren

U/min	4-Zylinder-motor	6-Zylinder-motor	8-Zylinder-motor
750	25 Hz	37,5 Hz	50 Hz
1500	50 Hz	75 Hz	100 Hz
3000	100 Hz	150 Hz	200 Hz
4500	150 Hz	225 Hz	300 Hz
6000	200 Hz	300 Hz	400 Hz
7500	250 Hz	375 Hz	500 Hz
9000	300 Hz	450 Hz	600 Hz

## Neue Geräte

### Neue Tonbandgeräte

Firma und Typ	System, Ge- schwindigkeiten	Spuren, Art	Ausgangs- leistung W	Bemerkungen
Philips N 2203 automatic	Cassette, 4,75 cm/s	2, Mono	0,4	Aussteue- rungsauto- matik, Netz- teil in den Netzstecker eingebaut
N 2506	Cassette, 4,75 cm/s	4, Stereo	-	ohne End- stufen, ein- gebauter ab- schaltbare DNL-Einheit
Saba 454 auto- matic H	Spulen (18 cm Ø), 9,5 cm/s	4, Mono	6	
Schaub- Lorenz studio recorder 70	Cassette, 4,75 cm/s	2, Mono	1,5	Aussteue- rungsauto- matik
Telefunken magneto- phon 241 hifi	Spulen, (18 cm Ø), 4,75, 9,5, 19 cm/s	4, Stereo	2×10	

### Neue Rundfunk-Heimempfänger und Stereo-Geräte

Firma und Typ	Wellen- bereiche	Ausgangs- leistung W	Abmessungen (B×H×T) cm	Bemerkungen
Blaupunkt Ostia	UKML	2	21×12,5×17	
Genua	UKML	2	21×12,5×17	
Philips RH 712	UK2ML	2×20	56,7×11,4×23,5	Hi-Fi-Steuer- gerät
Siemens RS 303	UKML	2×30	64,2×13,5×30	Hi-Fi-Steuer- gerät mit Quadrosound

### Neue Fernsehempfänger

Firma und Typ	Art des Gerätes			Bildröhren- Diagonale cm
	Stand	Tisch	Portable	
<b>Schwarz-Weiß- Empfänger</b>				
<b>Blaupunkt</b> Scout 6000			×	31
<b>Grundig</b> Triumph 1210			×	31
Elite 2030 UE			×	51
Triumph 410 UE		×		61
Triumph 610 UE		×		61
Elite 630 UE		×		61
Exclusiv 650 UE		×		61
Triumph 810 UE		×		61
Elite 830 UE		×		61
Exclusiv 850 UE		×		61
Exclusiv 950 UE		×		61
Triumph 2412 UE		×		61
<b>Philips</b> Raffael Sport metallic			×	51
<b>Saba</b> pro FP 31 electronic			×	31
Ultra PSL 200 electronic			×	50
<b>Schaub-Lorenz</b> Weltecho electronic 1250		×		61
<b>Siemens</b> FK 171 Electronic			×	44
FK 194 Electronic			×	31
FK 511 Alpha 31			×	31
FK 512 Alpha 44			×	44
FT 352 Electronic			×	61
FT 353 Electronic		×		61
<b>Telefunken</b> FE 250 SE			×	61
FE 270 SE		×		61
<b>Farbempfänger</b>				
<b>Metz</b> Capri-Color S		×		66 (90°)
Mallorca-Color		×		66 (110°)
<b>Schaub-Lorenz</b> color electronic 1248		×		66 (110°)
<b>Siemens</b> FC 241 Color		×		56 (90°)
FC 270 Color		×		66 (110°)
FC 271 Color		×		66 (110°)
<b>Telefunken</b> PALcolor 782 supersonic		×		66 (110°)

### Neue Rundfunk-Kofferempfänger

Firma und Typ	Wellen- bereiche	Ausgangs- leistung W	eingebautes Netzteil	Abmessungen (B×H×T) cm	Gewicht kg	Bemerkungen
<b>Blaupunkt</b> Safari	UKML	2	×	28 ×17 × 7,5	1,8	
Bari CR	UM	0,8	×	28,6× 6,3×23,3	2,7	eingebauter Cassettenrecorder
<b>Grundig</b> Satellit 1000	U17KML	7	×	47 ×28 ×13	7	K = 60...187 m, 10...60 m in 8 Teil- bereichen, 11 m, 13 m, 16 m, 19 m, 25 m, 31 m, 41 m, 49 m
<b>Philips</b> Limbo de Luxe	UKML	1	×	27 ×14 × 5,5	1,2	K = 16...49 m
<b>Schaub-Lorenz</b> Tiny automatic 103	UKML	0,6	×	25 ×13,5× 6	1,2	K = 49 m
Teddy automatic 103	UKML	0,8	×	28,5×15 × 6,6	1,5	K = 19...51 m
<b>Siemens</b> RK 501 Alpha 2	UM	1,2	×	12 ×12 ×14	1,3	
Trabant Spezial RT 131	UM	1	×	28,6× 6,3×23,3	2,7	eingebauter Cassettenrecorder
<b>Saba</b> 352 H	UM	2	×	29 ×20 × 7		eingebauter Cassettenrecorder
<b>Telefunken</b> partner exclusiv 301	UKML	0,5	×	20,6×11,5× 6,2		K = 49 m
bajazzo universal 301	U2KML	2 (4)	×	32,2×20,3× 8,6	4,5	1 IS; keramische ZF-Filter; K = 13...19 m, 25...49 m

## Der Multivibrator in Theorie und Praxis

Fortsetzung von FUNK-TECHNIK Bd. 27 (1972) Nr. 12, S. 458

**3.2.15. Einige Anwendungsbeispiele für elektronische Zähler**  
 Für elektronische Zähler gibt es sehr zahlreiche und vielfältige Anwendungsmöglichkeiten. Um einen kleinen Einblick in den großen Bereich der Anwendungen elektronischer Zähler zu geben, sind in den folgenden Abschnitten einige Anwendungsbeispiele beschrieben. Diese Anwendungsbeispiele stellen nur eine kleine Auswahl aus der Fülle von möglichen Anwendungen für elektronische Zähler dar. Zunächst werden jedoch in den folgenden Bildern die konstruktiven Ausführungsformen einiger industriell hergestellter elektronischer Zähler vorgestellt, die auch in den Anwendungsbeispielen verwendet werden, die in den nächsten Abschnitten beschrieben sind. Dabei soll nicht gesagt sein, daß diese Zähler nach genau den gleichen Prinzipien arbeiten wie die in den vorstehenden Abschnitten beschriebenen Zähler, da zur Verwirklichung einer bestimmten Zählerart meistens mehrere Verfahren zur Verfügung stehen.

Bild 62 zeigt zunächst einen kleinen Vorwahlzähler mit dezimaler Anzeige des Zählergebnisses durch Ziffernanzeigerröhren. In der rechten Bildhälfte ist der Vorwahlschalter zu erkennen, an dem die Zahl 1234 vorgewählt worden ist. Diese Vorwahl ist gerade erreicht worden, wie das von den Ziffernanzeigerröhren angezeigte Zählergebnis beweist.



Bild 62. Konstruktive Ausführung eines kleinen Vorwahlzählers (Elesta)

Bild 63. Vorwahlzähler größerer Ausführung mit zwei Vorwahlstufen (Elesta) ▶

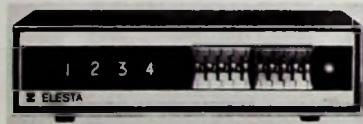


Bild 63 zeigt einen größeren Vorwahlzähler mit zwei Vorwahlstufen, an deren Vorwahlschalter sich zwei verschiedene Zahlen vorwählen lassen. Dieser Zähler wird bei dem im Abschnitt 3.2.15.5. beschriebenen Anwendungsbeispiel angewandt.

Im Bild 64 ist ein von der Herstellerfirma als Meßzähler bezeichneter Zähler dargestellt. Dieser Zähler enthält in einem Gehäuse einen Vorwahlzähler, dessen Zählergebnis

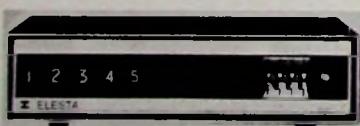


Bild 64. Elektronischer Meßzähler; anzeigender Zähler mit nicht anzeigendem Vorwahlzähler sowie Impulsgeber und UND-Gatter im Eingang des anzeigenden Zählers (Elesta)

aber nicht angezeigt wird, sowie einen Zähler (Vorwärtszähler), dessen Zählergebnis abgelesen werden kann. Im Eingang des Vorwärtszählers liegt ein UND-Gatter, das von dem Ausgangssignal des nicht angezeigenden Vorwahlzählers gesteuert wird. Der Meßzähler enthält außerdem eine quarzgesteuerte Impulsquelle, die als Zeitgeber herangezogen werden kann und Impulse mit einer Periodendauer von wahlweise 0,01, 0,1, 1, 10 oder 100 ms abzugeben vermag. Mit Hilfe dieser Impulsquelle sowie des nicht an-

zeigenden Vorwahlzählers und des UND-Gatters kann der Eingang des anzeigenden Vorwärtszählers für eine am Vorwahlschalter des Vorwärtszählers zu bestimmende, genau definierte Zeitspanne geöffnet werden. Wählt man am Vorwahlschalter zum Beispiel die Zahl 100 vor und gibt man an den Eingang des Vorwärtszählers Impulse mit einer Periodendauer von beispielsweise 10 ms ( $\pm 100$  Hz) aus der quarzgesteuerten Impulsquelle, so ist nach genau 1 s die vorgewählte Zahl 100 erreicht. Das nun vom Vorwärtszähler abgegebene Ausgangssignal sperrt das UND-Gatter am Eingang des anzeigenden Zählers, das zu Beginn des Zählvorganges des Vorwärtszählers geöffnet wurde. Das UND-Gatter ist also während der Dauer von genau 1 s geöffnet. Während dieser Zeitspanne zählt der anzeigende Zähler Impulse, die über das UND-Gatter an seinen Eingang gelangen.

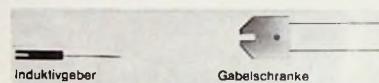


Bild 65. Zubehörteile für Zähler; links Induktivgeber, rechts Gabellichtschranke (Elesta)

Bild 65 zeigt zwei Zubehörteile, und zwar einen Induktivgeber und eine Gabellichtschranke, die bei einigen der folgenden Anwendungsbeispiele zusammen mit den vorstehend beschriebenen Zählern zur Anwendung kommen und dort noch näher beschrieben werden.

Im Bild 66 schließlich ist ein Vor-Rückwärts-Zähler dargestellt. Das Pluszeichen (+) vor dem angezeigten Zahlenwert zeigt an, daß der Zähler vorwärts zählt (Addition).



Bild 66. Vor-Rückwärts-Zähler (Elesta)

Ein Minuszeichen (-) dagegen zeigt das Rückwärtszählen (Subtraktion) an. Eine Anwendung des Vor-Rückwärtszählers wird im Abschnitt 3.2.15.10. beschrieben.

### 3.2.15.1. Steuerung von Verpackungsmaschinen

Ein wichtiges Anwendungsgebiet für elektronische Zähler ist die Steuerung von Verpackungsmaschinen. Ein Beispiel hierfür zeigt Bild 67. Hier sollen Tabletten oder andere Kleinteile in Schachteln abgefüllt werden, und zwar eine bestimmte, gleichbleibende Anzahl in jede Schachtel. Ein Vibrator fördert dabei das zu zählende und zu verpackende Material zu einer Lichtschranke. Jede Unterbrechung des Lichtstrahles der Lichtschranke wird von dem Vorwahl-

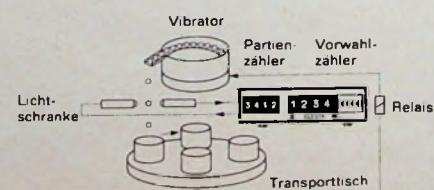


Bild 67. Steuerung einer Verpackungsmaschine durch einen Vorwahlzähler und Anzeige der Anzahl der Verpackungen durch einen Vorwärtszähler oder Partienzähler (Elesta)

zähler registriert. Ist die vorgewählte Zahl erreicht, so gibt der Vorwahlzähler ein Ausgangssignal ab, das ein Relais anziehen lässt. Dadurch wird der Vibrator gestoppt und der Weitertransport der Schachteln eingestellt. Außerdem wird dabei ein weiterer Zähler, ein Vorwärtszähler, um einen Zählschritt weitergestellt. Dieser Zähler, den man auch als Partienzähler bezeichnet, zählt die abgefüllten Verpackungen, also die Partien, Tabletten oder sonstiger Kleinteile. Der Partienzähler ist hier im selben Gehäuse untergebracht wie der Vorwahlzähler. Die Anzugsdauer des Relais lässt sich zwischen 0,05 und 3 s einstellen. Hat die nächste Schachtel ihre Abfüllposition erreicht, dann wird über einen Endschalter der Vorwahlzähler auf Null zurückgestellt und damit ein neuer Abfüll- und Zählvorgang eingeleitet.

### 3.2.15.2. Zählen und Stapeln an Papiermaschinen

Ein im Prinzip ähnlicher Anwendungsfall wie im Bild 67 wird im Bild 68 gezeigt. Dabei sollen Papierbögen, Zeitungen oder ähnliches gestapelt und die Stapel gezählt werden. Auch hierfür können ein Vorwahlzähler und ein

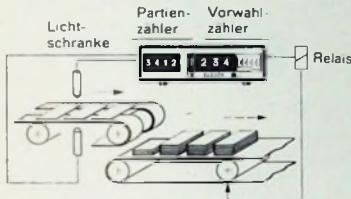


Bild 68. Steuerung des Stapelns von Papierbögen oder Zeitungen durch einen Vorwahlzähler und Zählen der Stapel durch einen Partienzähler (Elestas)

Partienzähler herangezogen werden. Die auf einem Transportband ankommenden Papierbögen oder Zeitungen passieren eine Lichtschranke und werden auf diese Weise vom Vorwahlzähler registriert. Ist die vorgewählte Stückzahl erreicht, so zieht das am Ausgang des Vorwahlzählers angeschlossene Relais an. Dadurch wird ein zweites Transportband mit dem Papierstapel um etwas mehr als die Breite eines Stapels weiterbewegt, so daß der nächste Stapel aufgeschichtet werden kann. Gleichzeitig wird dabei der Partienzähler um einen Zählschritt weitergeschaltet, der somit die Anzahl der Papierstapel registriert.

### 3.2.15.3. Flüssigkeitsdosierung

Mit Hilfe eines Vorwahlzählers kann man Abfüll- und Dosiereinrichtungen in der im Bild 69 dargestellten Weise steuern. An den Zähleingang des Vorwahlzählers gibt man die Impulse eines 1000-Hz-Rechteckgenerators. Dieser Generator wird bei dem dargestellten Zähler an den Anschlußklemmen auf der Rückseite montiert und ist deshalb im Bild 69 nicht zu sehen. Am Vorwahlschalter des Zählers stellt man nun eine bestimmte Zahl ein. Da die Impulse des 1000-Hz-Generators in genau gleichbleibenden Zeitabständen am Zähleingang eintreffen, entspricht hier die vorgewählte Zahl einer ganz bestimmten Zeit, nämlich der

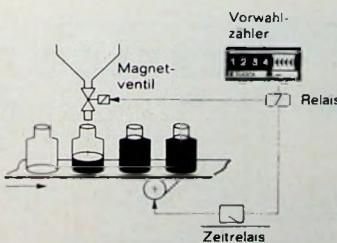


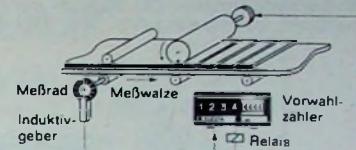
Bild 69. Flüssigkeitsdosierung mit Hilfe eines Vorwahlzählers (Elestas)

Abfüllzeit. Der Abfüllzeit ist aber die Abfüllmenge proportional, da die Abfüllung mit gleichbleibender Geschwindigkeit vonstatten geht. Deshalb ist die Abfüllmenge auch der vorgewählten Zahl proportional, und man kann daher mit dem Vorwahlschalter des Vorwahlzählers die Abfüllmenge bestimmen. Ist die vorgewählte Zahl erreicht, so spricht das Relais am Ausgang des Vorwahlzählers an. Dadurch wird das Magnetventil geschlossen und ein Zeitrelais in

Gang gesetzt, das den Weitertransport der Flaschen steuert. Hat die nächste Flasche ihre Abfüllposition erreicht, so wird der Vorwahlzähler auf Null zurückgeschaltet, und ein neuer Abfüllvorgang kann beginnen.

### 3.2.15.4. Steuerung von Abschneidemaschinen

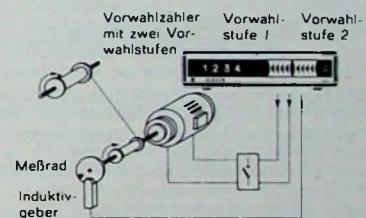
Gemäß Bild 70 kann das fortlaufende Ablängen oder Teilen mit rotierenden Schermessern (bei Abschneidemaschinen) mit einem Vorwahlzähler gesteuert werden. Das zu zerteilende Material (Metall, Gummi, Papier, Kunststoff und



dergleichen) in Form eines Bandes wird über eine Meßwalze geführt, die (erforderlichenfalls über eine Übersetzung) mit einem Meßrad gekuppelt ist. Das Meßrad ist eine runde Metallscheibe, die in eine Anzahl Segmente unterteilt ist. Ein Induktivgeber (s. Bild 65) tastet das rotierende Meßrad ab; dabei entsteht immer dann ein elektrischer Impuls, wenn sich ein Segment durch den Spalt des Induktivgebers hindurchbewegt. Dabei möge beispielsweise ein Impuls einer Bandlänge von einem Millimeter entsprechen. Die von dem Induktivgeber abgegebenen Impulse werden von einem Vorwahlzähler gezählt. Sind so viele Impulse registriert, wie es der vorgewählten Zahl entspricht, so spricht das Relais am Ausgang des Zählers an. Dadurch wird die Kupplung des rotierenden Schermessers betätigt und das Band abgeschnitten. Gleichzeitig wird der Vorwahlzähler auf Null gestellt, so daß der Zählvorgang von neuem beginnen kann. Da die Anzahl der vom Zähler registrierten Impulse der transportierten Bandlänge proportional ist, kann man am Vorwahlschalter des Zählers die Länge der abzuschneidenden Bandteile bestimmen.

### 3.2.15.5. Steuerung einer Wickelmaschine

Ebenfalls mit Hilfe eines Vorwahlzählers kann man – gemäß Bild 71 – eine Wickelmaschine steuern. Der dabei verwendete Vorwahlzähler verfügt über zwei Vorwahlstufen (dieser Zähler wurde im Bild 63 bereits vorgestellt).



Ist die an der Vorwahlstufe 1 eingestellte Zahl erreicht, so gibt der Zähler ein Ausgangssignal ab. Der Zählvorgang läuft aber weiter, bis auch die höhere an der Vorwahlstufe 2 eingestellte Zahl erreicht ist. Dabei gibt der Zähler ein weiteres Ausgangssignal ab. Danach kann der Zähler wieder auf Null zurückgestellt werden.

Bei der im Bild 71 gezeigten Steuerung einer Wickelmaschine stellt man die insgesamt benötigte Windungszahl an der Vorwahlstufe 2 ein. An der Vorwahlstufe 1 stellt man eine etwas niedrigere Zahl ein, die von der Wickelgeschwindigkeit der Maschine abhängt. Ist die Windungszahl erreicht, die der an der Vorwahlstufe 1 eingestellten Zahl entspricht, so gibt der Zähler ein Ausgangssignal ab, und über ein Relais wird der Antriebsmotor der Wickelmaschine auf Langsamgang umgeschaltet. Ist auch die an der Vorwahlstufe 2 eingestellte endgültige Windungszahl erreicht, so wird über ein weiteres Relais der Motor abgeschaltet. Das vorherige Umschalten des Motors auf Langsamgang ist notwendig, damit wegen der Schwungmassen von Motor und Wickelmaschine die endgültig benötigte Windungszahl nicht überschritten wird.

Die Zählimpulse werden auch hier durch ein Meßrad und einen Induktivgeber erzeugt. Jede Umdrehung des Wickel-dorns ergibt dabei einen Impuls. Nach Erreichen der gewünschten Windungszahl wird der Zähler auf Null zurückgestellt, und zwar entweder durch die Rückstelltaste am Zähler selbst oder durch einen extern angebrachten Rückstellschalter.

### 3.2.15.6. Verschlußzeitenmessung an Fotoapparaten

Die Verschlußzeiten von Fotoapparaten lassen sich gemäß Bild 72 unter Zuhilfenahme des im Bild 64 vorgestellten Meßzählers messen. Die Impulse der in dem Zähler enthaltenen quarzgesteuerten Impulsquelle (Zeitgeber) gibt

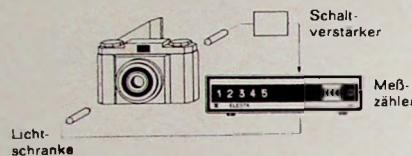


Bild 72. Messen der Verschlußzeiten eines Fotoapparates mit Hilfe eines Meßzählers (Eesta)

man hier jedoch nicht an den Eingang des Vorwahlzählers, sondern an den einen Eingang des im Eingang des anzeigenden Zählers liegenden UND-Gatters. Die Periodendauer der Impulse (wahlweise 0,01, 0,1, 1, 10 oder 100 ms) richtet sich nach der voraussichtlichen Verschlußzeit sowie nach der verlangten Meßgenauigkeit. Der Fotoapparat wird so in den Strahlengang einer Lichtschranke gestellt, daß bei geöffnetem Verschluß der Lichtstrahl der Lichtquelle durch das Foto-Objektiv hindurch zur Photodiode der Lichtschranke gelangen kann. Die Photodiode steuert einen Schaltverstärker (Verstärker mit Schmitt-Trigger), der darauf einen zeitlich scharf begrenzten Rechteckimpuls an den zweiten Eingang des UND-Gatters am Eingang des anzeigenden Zählers abgibt. Das UND-Gatter öffnet dadurch und läßt für die Dauer der Belichtung der Photodiode die Impulse des Zeitgebers an den Eingang des anzeigenden Zählers gelangen. Da die Impulse des Zeitgebers genau definierten Zeitintervallen entsprechen, braucht man nur die vom Zähler angezeigte Zahl mit der Periodendauer der Meßimpulse zu multiplizieren, um die genaue Verschlußzeit zu erhalten. Der in dem Meßzähler ebenfalls enthaltene nicht anzeigende Vorwahlzähler wird zu der Verschlußzeitenmessung nicht benötigt.

### 3.2.15.7. Schlupfmessung an Asynchronmotoren

Die Drehzahl eines Wechselstrommotors (Induktionsmotor) ergibt sich aus dem Verhältnis von Netzfrequenz zur Polpaarzahl des Motors. Da demnach zwischen Netzfrequenz und Drehzahl ein starres Verhältnis besteht, die Drehzahl also gewissermaßen von der Netzfrequenz synchronisiert wird, spricht man auch von der Synchondrehzahl des Motors. Diese Synchondrehzahl  $n_{syn}$  errechnet sich also

nach der Formel

$$n_{syn} = \frac{f_N}{p} \quad (12)$$

( $f_N$  = Netzfrequenz,  $p$  = Polpaarzahl).

Bei einem Asynchronmotor ist jedoch die Synchondrehzahl  $n_{syn}$  nur ein theoretischer Grenzwert; die tatsächliche Betriebsdrehzahl  $n$  ist immer niedriger als die Synchondrehzahl  $n_{syn}$ . Dabei bezeichnet man die relative Abweichung der Betriebsdrehzahl von der Synchondrehzahl als Schlupf  $s$ . Die Betriebsdrehzahl  $n$  eines Asynchronmotors errechnet sich demnach nach der folgenden Gleichung:

$$n = n_{syn} (1 - s) = \frac{f_N}{p} (1 - s) \quad (13)$$

Mit Hilfe des aus Bild 64 bekannten elektronischen Meßzählers läßt sich nun der Schlupf eines Asynchronmotors auf recht einfache Weise messen, wie das Bild 73 zeigt. An den Eingang des Vorwahlzählers des Meßzählers gelangen 100-Hz-Impulse, die hier jedoch nicht von dem eingebauten Impulsgeber stammen, sondern von der Netzfrequenz abgeleitet sind. Diese Impulse sind deshalb mit der Netzfrequenz absolut synchron.



Bild 73. Schlupfmessung an einem Asynchronmotor mit Hilfe eines Meßzählers (Eesta)

Am Vorwahlschalter des (nicht anzeigenden) Vorwahlzählers stellt man zum Beispiel die Zahl 100 ein. Diese Zahl ist nach genau 1 s erreicht, und der Vorwahlzähler gibt ein Ausgangssignal ab. Das Ausgangssignal sperrt das UND-Gatter am Eingang des anzeigenden Zählers, das beim Start des Zählvorganges des Vorwahlzählers geöffnet wurde, das heißt, das UND-Gatter ist während der Dauer von genau 1 s geöffnet. Während dieser Zeit zählt der anzeigende Zähler also die über das UND-Gatter an seinen Eingang gelangenden Impulse. Diese Zählimpulse werden von einer Gabellichtschranke (s. Bild 65) geliefert, die ein mit Schlitten versehenes Meßrad abtastet, das auf der Motorachse angebracht ist. In die Messung einzubeziehen ist natürlich die Anzahl der Schlüsse des Meßrades, die sich aus der Synchondrehzahl des Motors gemäß folgender Formel errechnen läßt:

$$\text{Anzahl der Schlüsse des Meßrades} = \frac{1000 \cdot 60}{\text{Synchondrehzahl}} \quad (14)$$

Indem man dann die vom Meßzähler angezeigte Zahl  $x_z$  von der Zahl 1000 abzieht, erhält man den Schlupf  $s$  (in %) des Motors, also

$$s = 1000 - x_z \quad (15)$$

(Fortsetzung folgt)

#### Preiswerte Halbleiter 1. Wahl

AA 116	DM ...,50
AC 187/188 K	DM 3,45
AC 192	DM 1,20
AD 133 III	DM 6,95
AF 139	DM 2,80
AF 239	DM 3,60
BA 170	DM ...,25
BAY 18	DM ...,60
BC 107	DM ...,90
BC 108	DM ...,90
BC 109	DM 1,05
BC 170	DM ...,70
BC 250	DM ...,75
BF 224	DM 1,50
BF 245	DM 1,40
ZF 2,7 ... ZF 32	DM 1,30
1 N 4148	DM ...,30
2 N 708	DM 1,75
2 N 2219 A	DM 2,20
2 N 3055 (RCA)	DM 6,60

Alle Preise inkl. MWSt. Bauteile-Liste anfordern. NN-Versand  
M. LITZ, elektronische Bauteile  
7742 St. Georgen, Gartenstraße 4  
Postfach 55. Telefon (07724) 71 13

#### BLAUPUNKT

##### Auto- und Kofferradios

Neueste Modelle mit Garantie. Einbauzubehör für sämtliche Kfz.-Typen vorrätig. Sonderpreise durch Nachnahmeverband. Radiogroßhandlung

W. Kroli, 51 Aachen, Postfach 865, Tel. 7 45 07 - Liste kostenlos

Ich möchte Ihre überzähligen

##### RÖHREN und TRANSISTOREN

in großen und kleinen Mengen kaufen

Bitte schreiben Sie an  
Hans Kammlzky  
8 München-Solln - Spindlerstr. 17

##### Führendes Fabrikat der High-Fidelity sucht

für die Postleitzahlen  
2, 3, 6, 7 und 8 seriöse  
Stützpunktgrossisten, welche  
den Hi-Fi-Fachhandel  
beliefern. ZUSCHRIFTEN  
ERBETEN UNTER F.M. 8553

#### KARLGUTH

1 BERLIN 36

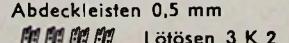
Dresdener Str. 121/122



##### STANDARD-LÖTSEN-LEISTEN

□ □

Abdeckleisten 0,5 mm



Lötosen 3 K 2



Lochmitte : Lochmitte 8 mm



Meterware : -selbst trennbar!



**WIR SUCHEN**

**ZDF**

für die Betreuung unserer tontechnischen Geräte und Anlagen im Sendebe-  
trieb, den Außenstudios und der Außenübertragungstechnik

## **1 Meßingenieur**

Voraussetzung ist ein abgeschlossenes Ingenieur-Studium (Ing. grad.) der Fachrichtung Nachrichtentechnik o. ä. sowie die Bereitschaft zur Mitarbeit in einem dynamischen Team. Die erforderliche fachliche Qualifikation kann auch durch einen entsprechenden beruflichen Werdegang erbracht werden.

Es sind umfangreiche Kenntnisse auf dem Gebiet der Tonmeßtechnik, der allgemeinen NF-Gerätetechnik und der Magnettontechnik erforderlich.

Kenntnisse der Datenverarbeitung und der englischen Sprache sind erwünscht.

Wir gewähren dreizehn Gehälter mit alle zwei Jahre aufsteigender Garantie-  
vergütung und weitere Sozialleistungen (Fahrkosten- und Essenzuschuß, Bei-  
hilfe in Krankheitsfällen, eigene beitragsfreie Altersversorgung).

Bewerbungen mit den üblichen Unterlagen unter Angabe ihres Gehalts-  
wunsches richten Sie bitte an die

**ZDF-Personalabteilung, 65 Mainz, Postfach 40 40.**

## **Berlin**

Zur Ergänzung unserer Redaktion  
suchen wir einen

## **jüngeren Mitarbeiter**

der Fachrichtung Hochfrequenztechnik.

Herren mit praktischen Erfahrungen in Wirtschaft oder Presse, die an einer entwicklungs-  
fähigen Dauerstellung interessiert sind, bitten  
wir um eine ausführliche Bewerbung mit Lebens-  
lauf, Tätigkeitsnachweis und Gehaltsanspruch  
unter F. B. 8543

Wir sind ein

## **Berliner Fachliteraturverlag**

der seit fast 25 Jahren technische und technisch-  
wissenschaftliche Fachzeitschriften mit interna-  
tionaler Verbreitung herausgibt.

Genauso interessant und vielseitig wie Berlin  
mit seinem technisch-wissenschaftlichen und  
kulturellen Leben sowie den Steuerpräferenzen  
sind auch unsere Zeitschriften.

Zur Mitarbeit in unserem Redaktionsteam  
suchen wir einen Hochschul- oder Fachschul-  
ingenieur als

## **Technischen Redakteur**

Bewerbungen mit Lebenslauf, Tätigkeitsnach-  
weis und Gehaltsanspruch erbeten unter  
F. A. 8542

# VE-SELECTA

## abstimmbare Antennenverstärker im Baukastenprinzip



Statt 40 Einkanalverstärkern  
für den F IV/V-Bereich  
nur noch den abstimmbaren VE-Einschub VE 41.

Kennen Sie einen besseren Beweis für Lagerfreundlichkeit?

Sechs VE-Einschübe kann die Grundeinheit aufnehmen.  
Genug um heute alle FS-Programme zu empfangen.  
Und die von morgen auch.



Über  
VE-SELECTA  
gibt's auch  
einen Prospekt.  
Fordern Sie ihn an.  
WILHELM SIHN JR. KG.  
7532 Niefern-Pforzheim  
Postfach 89

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

Adresse: \_\_\_\_\_

Branche: \_\_\_\_\_

FT 872 L

**VE-SELECTA der Traumverstärker  
für den Antennenbau**