

BERLIN

# FUNK- TECHNIK



14 | 1971  
2. JULIHEFT

# Zum Saisonbeginn nach Möglichkeit zur Internationalen Funkausstellung 1971 Berlin erscheint das **VDRG-HANDBUCH**

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



Bearbeitet von der Redaktion der **FUNK-TECHNIK**



Das **HANDBUCH** enthält auf 552 Seiten technische Daten, Bilder und, soweit kartellrechtlich zugelassen, auch Preisangaben für Geräte folgender Gruppen:

Farbfernsehempfänger  
Schwarz-Weiß-Fernsehempfänger  
Rundfunk-Tischempfänger  
Kombinierte Rundfunkempfänger  
Rundfunkempfänger  
Stereo-Steuergeräte  
Hi-Fi-Tuner  
Hi-Fi-Verstärker  
Hi-Fi-Lautsprecher  
Kofferempfänger  
Taschenempfänger  
Autoempfänger

Omnibusempfänger  
Autoantennen  
Phonogeräte  
Tonabnehmer  
Phonomöbel  
Tonbandgeräte  
Tonbänder  
Spulen und Kassetten  
Antennen  
Röhren  
Halbleiterdioden  
Transistoren  
Halbleitergleichrichter

Das **HANDBUCH** ist ausschließlich für den persönlichen Gebrauch der Angehörigen der Rundfunk- und Fernsehwirtschaft bestimmt.

---

**VERLAG FÜR RADIO-  
FOTO - KINOTECHNIK  
GMBH Vertriebsabteilung**

1 Berlin 52 (Borsigwalde), Eichborndamm 141-167  
Telefon: (0311) 4121031 · Telex: 0181 632 vrfkt

gelesen · gehört · gesehen	508
FT meldet	510
Internationale Funkausstellung mit Janus-Antlitz	511
Neues Zentralbüro des Funkkontrollmeßdienstes im FTZ Darmstadt	512
Elektroakustik	
„Servo-Sound-Pro“, eine von 15 W auf 450 W beliebig erweiterungsfähige Diskothek-Anlage	513
Integrierte Schaltungen	
Integrierter NF-Leistungsverstärker TBA 641	514
Persönliches	514
Steuerungs- und Regelungstechnik	
Fluidics	515
Meßtechnik	
FET-Dipmeter	519
30-MHz-Oszilloskop – selbstgebaut	522
Bauelemente	
Stabile Germaniumdioxid-Schichten jetzt realisiert	521
Mikrowellenbauteile für die Massenfertigung	521
Magnetton	
Die Wartung des Tonbandgerätes	525
Biophysik	
Das Phänomen der Luftelektrizität und seine biologischen Wirkungen	528
Lautsprecher	
Hi-Fi-Lautsprecherboxen selbstgebaut – 50 W Sinus, 80 Liter	531
Fernseh-Service	
Fehlerhafte Rotwiedergabe	532
Hohes Pfeifen in Fernsehgeräten	532
Mangelhafte Zeilensynchronisation	532
Für den KW-Amateur	
Amateurantennen mit integrierter Elektronik	533
Technik von morgen	
Was versteht man unter Futurologie?	536
Für den jungen Techniker	
Die Kollektor- und Basisschaltung als Gegenkopplungs- varianten der Emitterschaltung	537
Von Sendern und Programmen	538
Ausbildung	538
Unser Titelbild: Die große Wandtafel für den genauen Überblick über den Stand der Bearbeitung der jeweiligen Arbeitsaufträge bei den Meßstellen beherrscht eine Schmalseite im neuen Zentralbüro des Funkkontrollmeßdienstes des FTZ Darmstadt (s. a. S. 512)	
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.: (03 11) 4 12 10 31. Telex:  
01 81 632 vrftk. Telegramme: Funktechnik Berlin. Chefredakteur: Wilhelm  
Roth; Stellvertreter: Albert Janicke, Ulrich Radke, sämtlich Berlin.  
Chefkorrespondent: Werner W. Diefenbach, Kempten/Allgäu. Anzeigen-  
leitung: Marianne Weidemann; Chegraphiker: B. W. Beerwirth.  
Zahlungen an: VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH,  
Postcheck-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 2,80 DM. Auslandspreis laut Preisliste.  
Die FUNK-TECHNIK darf nicht in Lesezirkel aufgenommen werden.  
Nachdruck – auch in fremden Sprachen – und Vervielfältigungen (Foto-  
kopie, Mikrokopie, Mikrofilm usw.) von Beiträgen oder einzelnen Teilen  
daraus sind nicht gestattet. – Satz und Druck: Druckhaus Tempelhof

## „DER ROTE“: ALU-ELKO, TYP EB/EG ANGLEBIG, TEMPERATUR- BESTÄNDIG, ZUVERLÄSSIG



DER ROTE HAT VIELE VORTEILE

### Diesen Roten gehört die Zukunft

Alles wurde getan, um diesen Alu-Elko so zäh, so langlebig, so preiswert wie möglich durchzuentwickeln, wie Sie es fordern. Kenntlich ist diese Typen-Reihe durch ihren roten Stempelaufdruck.

### Hier die wichtigsten Eigenschaften:

- **Die Roten sind langlebig**  
(Die Lebensdauer-Erwartung liegt bei + 40°C über 10 Jahre)
- **Die Roten sind anpassungsfähig**  
(Die kleinen Abmessungen machen sie vielseitig einsetzbar).
- **Die Roten sind preiswert**  
(Vielseitig und preisgünstig – ein besonderes Argument).
- **Die Roten sind temperaturbeständig**  
(Der Temperaturbereich umfaßt -40°C bis +85°C. Das Scheinwiderstandsverhältnis zwischen +20°C und -40°C beträgt bei 1 kHz etwa 1 : 10).
- **Die Roten sind sicher**  
(Selbst bei überhöhten Umgebungs-Temperaturen sind die Roten sicher: Auch für Betrieb bei +85°C sind sie uneingeschränkt geeignet. Die Lebensdauer liegt weit über den DIN- und IEC-Werten).
- **Die Roten sind robust**  
(Auch rauhem Betrieb sind sie gewachsen, sie sind schüttelfest, schaltfest und unempfindlich gegen hohe Luftfeuchte).

Und das kommt noch hinzu: Die universelle Verwendbarkeit der Roten Reihe ermöglicht eine weitgehende Lagervereinfachung, zumal sie neben allen genannten Vorteilen noch die Eigenschaft haben, jahrelang lagerfähig zu sein.



**ROEDERSTEIN & TURK KG**  
FABRIK ELEKTRISCHER BAUELEMENTE  
7815 KIRCHZARTEN/BREISGAU

### Bestimmungen über Flugfunk

Die „Vorläufigen Richtlinien für die Genehmigung zum Errichten und Betreiben von Funkanlagen in Motorflugzeugen“ wurden durch eine seit dem 1. Juli 1971 gültige Neufassung ersetzt, die im Amtsblatt des Bundesministers für das Post- und Fernmeldewesen, Ausgabe A, Nr. 81, vom 11. Juni 1971 abgedruckt ist.

### Deutsche Jungforscher erhielten Europapreise

Mit einem ersten und zwei zweiten Preisen schnitten die Teilnehmer der Bundesrepublik beim dritten europäischen Philips-Wettbewerb für junge Forscher und Erfinder, der zu Pfingsten in Eindhoven stattfand, sehr gut ab. Im Fachgebiet Biologie wurde Jörg Habersetzer (18) mit einem ersten (5000 DM) und Reinhard Mosebach (18) mit einem zweiten Preis (2000 DM) ausgezeichnet. Ebenfalls 2000 DM erhielt Hermann-Josef Meier (17) aus Bad Neuenahr/Ahrweiler, der ein einfaches dreidimensionales Fernsehsystem mit Planzyylinderfolie vorstellte. Die internationale Jury unter Vorsitz von Professor H. B. G. Casimir (Philips, Eindhoven) hatte insgesamt 31 Arbeiten von 48 Teilnehmern aus 14 europäischen Ländern zu bewerten. Es wurden sechs erste Preise, sieben zweite Preise und sechs weitere Preise für besondere Gruppenarbeiten vergeben.

### Jetzt 35 dhfi-Mitglieder

Das Deutsche High-Fidelity Institut (dhfi) zählt jetzt insgesamt 35 ordentliche Mitglieder. Neu beigetreten sind die Firmen Sony GmbH, Köln, und Teleton Elektro GmbH & Co. KG, Düsseldorf-Rath.

### Arbeitsgruppe „Automation von Senderanlagen“ tagte im Fernmeldetechnischen Zentralamt Darmstadt

Vom 7. bis 9. Juni 1971 trafen sich im FTZ Darmstadt Angehörige der Arbeitsgemeinschaft der Rundfunkanstalten Deutschlands (ARD) mit den Ingenieuren der FTZ-Fachreferate für Rundfunksendeanlagen und Rundfunk- und Fernsehversorgung zu einer Arbeitstagung. Ziel der in der Arbeitsgruppe „Automation von Senderanlagen“ tätigen Experten ist die Schaffung automatischer Anlagen zur Überwachung der technischen Qualität von Tonrundfunk- und Fernsehsendern.

### Wachsender Umsatz bei Hörgeräten

Im Jahre 1970 wurden in der Bundesrepublik 93 284 Hörgeräte verkauft, das sind 15 % mehr als 1969. Die bessere Versorgung von 2,5 bis 3 Mill. Hörbehinderten im Bundesgebiet wird auf die großen Fortschritte in der Gerätefertigung und auf die wachsende Einsicht der Öffentlichkeit in die aus schlechtem Gehör resultierenden Gefahren und in die Notwendigkeit einer verbesserten Hörfähigkeit zurückgeführt. Unter den verschiedenen Hörgeratetypen sind am stärksten Hinter-dem-Ohr-Geräte gefragt.

### Auto-Anschlußgerät „LFD 3421“ für Cassetten-Recorder

Die Philips-Cassetten-Recorder „2202“, „2205“, „2209“, „3302“, „6104“ und „6112“ lassen sich an jedem Philips-Autoradio mit Tonbandgeräteanschluß betreiben, wenn das Auto-Anschlußgerät „LFD 3421“ dazwischen geschaltet wird. Der Cassetten-Recorder erhält dann seine Betriebsspannung vom Autoradio, und die eingebauten Batterien werden entlastet. Gleichzeitig sind auch die Aufnahme-, Wiedergabe- und Fernbedienungsleitungen (für Start und Stop) durchgeschleift, so daß außer Tonbandaufnahme und -wiedergabe über das Autoradio normaler Recorderbetrieb möglich ist. Die Mikrofonbuchse hat hierfür eine Vorrangschaltung. Das „LFD 3421“ kann von 6 auf 12 V umgeschaltet werden, und ebenso ist die Chassispolariät wählbar. Bei 12-V-Betrieb wird die Betriebsspannung für den Recorder zusätzlich stabilisiert.

### Keramische Masse mit $\epsilon = 50000$

Für Kleinkondensatoren wurde von Siemens die neue Titankeramik „S 50 000“ entwickelt, die sich in Rohr- und Scheibenform verarbeiten läßt. Kondensatoren aus dem neuen Werkstoff mit einer Nennspannung von vorerst 40 V zeigen eine verhältnismäßig geringe Temperaturabhängigkeit der Kapazität; die größte Abweichung im Bereich  $-10 \dots +85^\circ\text{C}$  beträgt  $-25\%$ . Das entspricht etwa dem Temperaturverlauf der Masse „S 4000“. Die Ver-

lustfaktorwerte liegen bei etwa  $25 \cdot 10^{-3}$  (bei 1 kHz Meßfrequenz).

### Neue KW-Antennen für Sendefunkstelle Usingen

Drei drehbare logarithmisch-periodische Richtstrahlantennen liefert Rohde & Schwarz noch in diesem Jahr für die Kurzwellen-Sendefunkstelle der Deutschen Bundespost in Usingen/Taunus. Die ferngesteuert sowohl kontinuierlich als auch in 15 fest vorgegebene Richtungen einstellbaren 42 m hohen Antennen „AK 226/441“ haben einen Frequenzbereich von 4,6 bis 30 MHz und sind mit 35 kW Spitzenleistung belastbar.

### Neue Fernsehempfänger

Firma und Typ	Art des Gerätes			Bildröhren-Diagonale cm
	Stand	Tisch	Portable	
Schwarz-Weiß-Empfänger				
Graetz				
Mandarin electronic 2180	×			61
Metz				
Santos		×		61
Java		×		61
Philips				
Fernseh-Philetta				
Alltransistor				
Leonardo		×		31
Schaub-Lorenz				
electronic 1180	×			61
Wega				
vision 783		×		61
vision 784		×		61
Farbempfänger				
Graetz				
Reichsgraf color electronic 2141		×		66 (90°)
Wega				
color 913		×		66 (110°)
color 914		×		66 (110°)

### Neue Phonogeräte

Firma und Typ	Art des Gerätes (S = Spieler, W = Wechsler)	Ausgangsleistung W	Stromversorgung	
			Batterie	Netz
Philips				
GA 104	Spieler			×
GA 160	Wechsler			×
GA 308	Spieler <sup>1)</sup>			×
playby	Verstärkerkoffer (S)	1,5	×	×
GF 560	Heimanlage (W)	2×6		×
GF 805	Heimanlage (S)	2×7		×
GF 808	Heimanlage (S) <sup>1)</sup>	2×10		×
<sup>1)</sup> Hi-Fi-Gerät				

### Neue Tonbandgeräte

Firma und Typ	System, Ge- schwindigkeiten	Spuren, Art	Ausgangs- leistung W	Bemerkungen
Metz	Spulen (18 cm Ø), 9,5 cm/s	4, Mono	2,5	
		4, Stereo	2×2,5	
		4, Stereo	2×2,5	Aussteue- rungsmögl.

# **Lernen Sie die neuen Geräte von BSR McDonald kennen.**



Der HT 70, ein Gerät mit allen Vorteilen des MP 60 und zusätzlich 2, 3 kg schwerem Druckguß-Plattenteller, dynamisch ausgewichtetem 4-Pol-Synchronmotor und mitlaufender Plattentellerachse. Dieser Einzelspieler für automatischen und manuellen Betrieb stellt höchste Ansprüche von Hi-Fi-Enthusiasten zufrieden.

Der MP 60, der ideale Stereo-Spieler, mit viskositätsge-dämpfter Aufsetzhilfe, Einschiebhalterung für Tonkapsel, ausgewichtetem Druckguß-Plattenteller, leichtem Rohrtonarm und Tonarmverriegelung, gummigelagertem, resonanz-freiem Ausgleichsgewicht mit "Kriechgang". Manueller und automatischer Betrieb, Tonarminnendrift-Kompen-sator für konische und elliptische Nadeln, und viele weitere Vorzüge.

Der 610 ist ein Gerät für den Enthusiasten, der die Konstruktionsmerkmale des MP 60 in Verbindung mit der Vielseitigkeit eines Plattenwechslers vorzieht. Alle Geräte werden mit Zarge und rauchfarbiger Abdeck-haube geliefert und können sofort an jede Stereo-Anlage angeschlossen werden.

Weitere Einzelheiten von:

**BSR** **McDONALD**

BSR GmbH  
3011 Laatzen/Hannover  
Karlsruher Str. 14  
Tel: 861011 Telex: 09-22632



### **Nordmende langfristig zuversichtlich**

Im Geschäftsjahr 1970 hat die *Norddeutsche Mende Rundfunk KG (Nordmende)*, Bremen, an die vorangegangenen erfolgreichen Jahre anknüpfen können. Gegenüber 1969 konnte der Gesamtumsatz um 16 % (24 % im Vorjahr) gesteigert werden. Allerdings blieben die Erlöse wegen der ungewöhnlich gestiegenen Belastungen erheblich hinter den Erwartungen zurück. Die in diesem Jahr eingetretenen beziehungsweise zu erwartenden Kostensteigerungen werden sich weiterhin negativ auf das Ergebnis auswirken. Mit dem verstärkten Verkauf von Farbfernsehempfängern, vor allem der gehobenen Leistungsstufe, konnte der Marktanteil erneut ausgebaut werden. Die Exportquote schwächte sich auf 22 % (25 % im Vorjahr) ab. Die Produktgruppe electronics erreichte eine Umsatzanstieg von 15 % (30 % im Vorjahr). Hier konnte der Ausfuhranteil gegenüber 1969 gehalten werden. Im ersten Quartal 1971 konnte der Gesamtumsatz gegenüber dem gleichen Zeitraum des Vorjahrs um 11 % erhöht werden.

### **Umsatzsteigerung bei NCR**

Der weltweite Umsatz der *NCR - National Registrer Kassen Gesellschaft* stieg im Geschäftsjahr 1970 um 12 % auf 1 420 576 000 Dollar. Der Reingewinn ging dagegen um 34 % auf 30 246 000 Dollar zurück. Die deutsche *NCR* mit Produktionsstätten in Augsburg (Hauptverwaltung), Berlin und Gießen meldete 1970 eine Umsatzsteigerung um 24 % auf 371,1 Mill. DM.

### **Exporttagung bei Grundig**

70 *Grundig*-Werksvertreter und -Niederlassungsleiter aus dem Ausland trafen sich in Nürnberg-Fürth zu einer Exporttagung, um das Neuheitenprogramm 1972 kennenzulernen. Dabei wurde auch mitgeteilt, daß die *Grundig*-Repräsentanten im vergangenen Jahr einen Auslandsumsatz von mehr als 500 Mill. DM erreicht haben.

### **Agfa-Gevaert-Magnetband-Aktion für den Phonohandel**

Mit der Aktion „Beethoven lockt junge Leute“ ermöglicht *Agfa-Gevaert* dem Phonohandel, noch mehr als bisher am Markt für Compact-Cassetten teilzuhaben. In den letzten drei Jahren stieg der Verkauf von Compact-Cassetten um fast 300 %. Während 1968 etwa 1,8 Mill. Cassetten verkauft wurden, waren es im vergangenen Jahr bereits mehr als 5 Mill. Stück. Fachleute rechnen damit, daß die Zahl der verkauften Compact-Cassetten bis Ende des Jahres 1971 fast 10 Mill. Stück erreicht haben wird. Diese Tendenz läßt sich auch an den Zuwachsraten für Cassettengeräte ablesen; der Bestand wird sich in diesem Jahr von 3,5 Mill. auf 4,5 Mill. Geräte erhöhen. Bei einem Gesamtbestand von rund 8 Mill. Tonbandgeräten entfallen auf Cassettengeräte heute bereits rund 50 %.

### **Uher-Verkaufsniederlassung in Schweden**

Die *Uher* Werke, München, haben in Stockholm eine werkseigene Verkaufsniederlassung gegründet, um ihre Exportbemühungen in Schweden zu forcieren. Dazu gehört insbesondere auch der Ausbau des Kundendienstes und der technischen Service-Leistungen.

**Telefonbau und Normalzeit nimmt Fertigung in Limburg auf**  
Telefonbau und Normalzeit hat vor kurzem ein neues Zweigwerk in Limburg an der Lahn in Betrieb genommen. Das neue Werk, das fernmeldetechnische Einrichtungen für die Fernsprechämter der Deutschen Bundespost herstellt, wurde mit einem Investitionsaufwand von über 13 Mill. DM nach einjähriger Bauzeit fertiggestellt. Die heutige Belegschaft von 350 Mitarbeitern soll in den nächsten Jahren auf 2000 erweitert werden.

### **Neuartige Organisationsform für den Vertrieb elektronischer Bauelemente**

Die *Eldis GmbH & Co. KG*, Ismaning bei München, ein Unternehmen für den Vertrieb elektronischer Bauelemente, stützt sich auf ein bereits bestehendes Netz von erfahrenen Vertriebsfirmen in der Bundesrepublik und West-Berlin. Diese Firmen innerhalb der einzelnen Bezirke pflegen die Kontakte mit den Kunden, beraten in allen technischen Fragen und nehmen die Aufträge entgegen. Die Auslieferung der Ware und die Rechnungsstellung erfolgen zentral durch *Eldis*.

Seit dem 1. Mai 1971 hat *Eldis* für die Bundesrepublik und das europäische Ausland auch die Generalvertretung von *Zirkler & Roth*, Nürnberg, deren Hauptzeugnis die unter der Bezeichnung „Ziro“ herausgebrachten Meßleitungen (Laborschnüre), Stecker und Telefonbuchsen sind.

### **Indeg eröffnete neues Vertriebsbüro**

Zur Verbesserung der Kundenbetreuung eröffnete die *Indeg GmbH*, die sich auf den Vertrieb von elektronischen und elektrischen Bauelementen und Baugruppen sowie von staubfreien Räumen und Zubehör spezialisiert hat, vor kurzem ein weiteres Vertriebsbüro in Hanau. Leiter des Büros ist Ing. (grad.) Paschen Wilde.

### **Aufbereitung von Du Pont-Edelmetallpräparaten in Europa**

Zwei Produktionsstätten, in denen *Du Pont*-Edelmetallpräparate für die Elektronikindustrie aufbereitet werden, haben jetzt den Betrieb aufgenommen. Das Fertigungsprogramm umfaßt Silber-, Platin- und Palladiumpräparate zur Metallisierung von Keramik-, Glimmer- und Tantal-kondensatoren sowie zur Kontaktierung von Dickfilm-Netzwerken für elektronische Mikroschaltungen und diskrete Widerstände. Eine Produktionsstätte liegt auf dem Gelände der *Du Pont Fotowerk Adox GmbH* in Neu-Isenburg bei Frankfurt und wird hauptsächlich die Kunden in den EWG-Ländern beliefern. Die andere Produktionsstätte befindet sich in den bereits vorhandenen Laboratorien der *Du Pont Comp. Ltd.* in Hemel Hemstead (England). Von dort wird vorwiegend der EFTA-Raum bedient.

### **BASF erwirbt Herstellungsrechte für Chromdioxid-Magnetband**

Die *BASF AG*, Ludwigshafen, und *Du Pont de Nemours & Co.*, Wilmington (USA), haben einen Vertrag abgeschlossen, der es der *BASF* erlaubt, ferromagnetisches Chromdioxid und Magnetbänder aus diesem Material herzustellen. Die *BASF*, einer der führenden Magnetbandhersteller mit weltweitem Vertrieb, hat diese Rechte an den Chromdioxid-Patenten von *Du Pont* erworben, um die technischen Vorteile in einer Reihe von Anwendungen zu nutzen.

### **Berg Electronics expandiert in Europa**

Um dem expandierenden Markt für Anschlußelemente in West-Europa gerecht zu werden, hat die *Berg Electronics, Inc.* (USA), ein Spezialunternehmen für Verbindungs- und Anschlußtechnik in elektronischen Geräten, in s'Hertogenbosch, Holland, eine eigene Niederlassung, die *Berg Electronics NV*, gegründet. In Deutschland, England und Frankreich hat *Berg Electronics NV* Verkaufsleiter eingestellt, deren Hauptaufgabe der weitere Ausbau von Betrieb und Service in den jeweiligen Schwerpunktgebieten sowie die wirksame Unterstützung für den erfolgreichen Einsatz des produktionsorientierten Lieferprogramms ist.

### **60jähriges Firmenjubiläum der RTG**

Die heutige *RTG E. Springorum KG*, Dortmund, wurde 1911 in Düsseldorf als Rheinische Telefongesellschaft gegründet, 1933 nach der Übertragung der Aktien auf den *Fuld*-Konzern im Handelsregister gelöscht, 1948 neu gegründet und Ende der fünfziger Jahre vom heutigen Komplementär, *Ernst Springorum*, erworben. Die Firma, die jetzt als Distributor für aktive und passive Bauelemente arbeitet, hat Vertriebsbüros in Düsseldorf, Hamburg und Hannover sowie Vertretungen in Berlin, Offenbach, Weingheim und Kaps.

### **25 Jahre Spinner GmbH**

Die 1946 von Dr.-Ing. Georg Spinner als Ingenieur-Büro gegründete Firma hat sich aus kleinsten Anfängen heraus zu einem führenden Unternehmen auf Spezialgebieten der Elektrotechnik entwickelt. Die von den beiden Werken der *Spinner GmbH* in München und Westerham/Oberbayern hergestellten Bauelemente, Baugruppen und Meßgeräte für die Hochfrequenztechnik haben sich auf vielen Gebieten eine beachtliche Marktposition gesichert. 60 bis 70 % der Produktion sind Sonder- und Spezialanfertigungen. Im Jahre 1970 wurde mit rund 500 Mitarbeitern ein Umsatz von 17 Mill. DM erreicht.

Chefredakteur: WILHELM ROTH

Chefkorrespondent: WERNER W. DIEFENBACH

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

**FUNK-  
TECHNIK**

## Internationale Funkausstellung mit Janus-Antlitz

Die erste internationale Funkausstellung auf deutschem Boden wird ebenso ein technisches wie wirtschaftliches Ereignis für die Unterhaltungselektronik werden. Was die internationale Industrie unter dem historischen Berliner Funkturm in den zehn Tagen vom 27. August bis 5. September 1971 dort zu zeigen beabsichtigt, dürfte in dieser Reichhaltigkeit und Internationalität einmalig sein.

Die Internationale Funkausstellung Berlin 1971 mit rund 250 Ausstellern aus funfzehn Ländern bietet ein repräsentatives Bild des Leistungsstandes der gesamten Unterhaltungselektronik. Nur gut ist es, wenn man in diesem Zusammenhang hört, daß dieses Niveau durch eine gewisse Versachlichung der Ausstellungsatmosphäre voll zur Geltung kommen soll. Die oft diskutierte Frage „Monster-Show oder Leistungsschau“ scheint also zugunsten der größeren Sachlichkeit entschieden zu sein. Händertage am 30. und 31. August sowie am 1. September jeweils von 9 bis 13 Uhr sollen die Voraussetzungen für sachliche Fachgespräche schaffen.

Über technische Neuheiten oder gar Sensationen schon heute sprechen zu wollen, ist verfrüht. Vorinformationen der ausländischen Hersteller fehlen bis zur Stunde fast völlig, und was man offiziell oder hinter der vorgehaltenen Hand bisher gehört hat, bewegt sich in konventionellem Rahmen. Auch seitens der deutschen Hersteller sind technische Sensationen kaum zu erwarten. In den Laboratorien hat man aber keineswegs geschlafen. Davon wird eine Vielzahl von bemerkenswerten technischen Verbesserungen auf der Funkausstellung Zeugnis ablegen und Niederschlag in der technischen Berichterstattung nach der Funkausstellung in unserer Zeitschrift finden. Daß die Verwendung von Halbleiter-Bauelementen und integrierten Schaltungen sehr viel umfangreicher und auch vielfältiger sein wird, ist keine Überraschung. Sie entspricht der ganz normalen technischen Weiterentwicklung, und der derzeitige Preisverfall auf dem internationalen Halbleitermarkt trägt mit dazu bei, dem Entwickler diesen Entschluß zu erleichtern. Möglicherweise leistet die Geräteindustrie damit sogar einen kleinen Beitrag zur Konsolidierung des Halbleitermarktes in den nächsten zwölf oder achtzehn Monaten.

Außerhalb der konventionellen Unterhaltungselektronik werden einige echte technische Neuheiten in Berlin Premiere haben. Ein besonderer Anziehungspunkt wird fraglos die erste öffentliche Demonstration der Bildplatte sein, die sich in Berlin zugleich mit der offensichtlich inzwischen weitgehend abgeschlossenen ersten Entwicklungsphase für die Wiedergabe farbiger Bilder effektvoll präsentieren wird. Daneben werden außer Bildbandgeräten (Spulen- Videorecorder) mit Gewißheit auch die ersten Video-Cassettenrecorder (VCR) in mehreren Ausführungen zu sehen sein sowie EVR-Abspielgeräte und Abtastgeräte für Super-8-Farbfilm. Für den Fachmann ergeben sich damit aufschlußreiche System-Vergleichsmöglichkeiten. Der Fachhandel wird aber gleichzeitig auch erkennen, daß dieses Geschäft für ihn zwar überaus zukunftsreich ist, im Augenblick aber noch kein nennenswerter Umsatzträger sein kann. Bleibt nur zu hoffen, daß sich im Wettstreit der Medien im Bereich der zum billigen Schlagwort degradierten Audiovision nicht jene geradezu selbstzerstörerische Euphorie wiederholen möge, die man auf der vorjährigen photokina mit Bedauern konstatieren mußte.

Das ist das eine, das glanzvolle Gesicht der Funkausstellung. Wie Janus, der altrömische Gott, hat sie aber auch noch ein zweites,

weniger strahlendes Gesicht. Wie Werner Meyer, Vorsitzender des Fachverbandes Rundfunk und Fernsehen, Mitte Juni vor der internationalen Fachpresse erklärte, stehen die Firmen des von ihm vertretenen Fachverbandes dem internationalen Wettbewerb aufgeschlossen gegenüber. Sie halten ihn für gut und fruchtbar, weil er geeignet ist, die technische Entwicklung wechselseitig zu befähigen und den Ideeaustausch von Land zu Land zu fördern. Die Hersteller werden andererseits aber auch das Auftreten eines jeden neuen Wettbewerbers aufmerksam und kritisch beurteilen.

Die wirtschaftliche Situation der Branche ist heute weitgehend gekennzeichnet durch den Auslastungsgrad der in den letzten Jahren weltweit ausgebauten Fertigungskapazitäten. Das gilt insbesondere für Japan und die USA, ebenso aber auch für die Bundesrepublik und einige andere westeuropäische Länder. Die hier vorhandenen Fertigungskapazitäten reichen aus, den bei immer höherem Lebensstandard der Bevölkerung von Jahr zu Jahr steigenden Bedarf an Geräten der Unterhaltungselektronik voll zu decken. Eine nicht voll ausgelastete Produktionskapazität bedeutet aber immer eine potentielle Gefahr für den normalen Geschäftsablauf, denn jede vernünftig ausgelegte Fertigungsstraße produziert nur bei voller Auslastung zum niedrigsten Stückpreis. Verlangt nun die Marktsituation eine Drosselung der Produktion, dann erhöht sich gerade in jenem Zeitpunkt, in dem um jeden Pfennig gerungen wird, der Preis der Ware. Es ist verständlich, daß in einer solchen Situation die Versuchung, die Bänder schneller laufen zu lassen, als vom Markt her gesehen vernünftig ist, groß ist. So kommt es zwangsläufig zur Überproduktion und zu Lagerbeständen.

Werner Meyer prognostizierte bei der Betrachtung der wirtschaftlichen Situation der Branche, die unter einem massiven Kosten- druck infolge der gestiegenen Löhne und Materialkosten steht, eine Preisanpassung auf allen Erzeugnisgebieten. Inzwischen sind erste Preiserhöhungen eingetreten oder angekündigt worden; sie bewegen sich noch in relativ geringen Grenzen und sind damit kaum geeignet, den Kaufentschluß in einen Käuferstreik umschlagen zu lassen. Sicherlich ist in der Preisfrage noch nicht das letzte Wort gesprochen, und man muß wohl oder übel mit weiteren Preiserhöhungen rechnen. Diese Tendenz, die sich auch auf dem Käufermarkt herumspricht, könnte in manchen Fällen dazu führen, den beispielweise erst für Anfang oder Mitte des nächsten Jahres zu den Olympischen Winter- oder Sommerspielen geplanten Kauf eines Farbfernsehempfängers vorzuziehen. Mehrnen sich solche Anzeichen oder entwickeln sie sich möglicherweise sogar zum Trend, dann sollte man daraus frühzeitig und energisch genug die Konsequenzen für die 72er Produktion ziehen und die jetzt vorgezogenen Käufe realistisch in der Vorplanung für das kommende Jahr 1972 berücksichtigen.

So stehen Optimismus und Sorge gepaart wenige Wochen vor dem Beginn der Internationalen Funkausstellung. Das Ergebnis dieser Ausstellung wird zeigen, ob jene Übervorsichtigen Recht behalten, die da sagen, man mache mit der Internationalität der Funkausstellung nur die Konkurrenz salonfähig, oder ob gesundes und realistisches kaufmännisches Denken und die technische Leistung der Ingenieure, Techniker und Arbeiter letzten Endes nicht doch die besseren Voraussetzungen für einen dauerhaften Erfolg sind, des- sen wir heute und in Zukunft so sehr bedürfen. -th

# Neues Zentralbüro des Funkkontrollmeßdienstes im FTZ Darmstadt

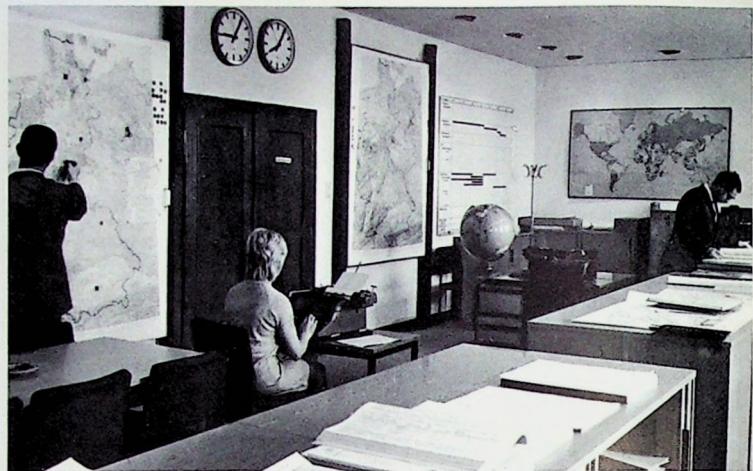
Um einen geordneten Funkverkehr sicherzustellen, muß neben einer sorgfältigen Frequenzplanung der laufende Funkbetrieb ständig kontrolliert werden, damit die technischen und betrieblichen Genehmigungsauflagen eingehalten werden. Infolge technischen oder menschlichen Versagens, auf Grund besonderer Wetterbedingungen oder durch das nichtgenehmigte Benutzen von Funkanlagen kommt es jedoch trotzdem immer wieder zu Funkstörungen.

Daher ist für vorbeugende Maßnahmen und zur Soforthilfe in Störungsfällen vor nahezu 50 Jahren in Deutschland der Funkkontrollmeßdienst eingerichtet worden. Heute überdeckt ein Funküberwachungsnetz aus rund 150 Funkkontrollmeßstellen die ganze Welt. Jede Fernmeldeverwaltung steuert ihre eigenen Funkkontrollmeßstellen durch ein Zentralbüro, und diese Zentralbüros stehen wiederum in unmittelbarem fernschriftlichen Kontakt miteinander. Durch dieses Überwachungssystem können vor allem internationale Funkstörungsfälle schnell und wirksam aufgeklärt und behoben werden. Sämtliche Funkkontrollmeßstellen beobachten ständig die tatsächliche Frequenzbelegung und stellen die gewonnenen Beobachtungsergebnisse dem internationalen und nationalen Frequenzmanagement für Planungszwecke zur Verfügung. Die technische und betriebliche Kontrolle der AusSENDungen erstreckt sich vornehmlich auf die Sender im nationalen Bereich eines jeden Funkkontrollmeßdienstes. Festgestellte Schwarzsender werden überführt und durch die Polizei stillgelegt.

Allein in der BRD gibt es zur Zeit über eine viertel Million Funksender. Dazu kommen noch zahlreiche Sender in den neun Nachbarstaaten, deren Einstahlung nicht verhindert werden kann, weil Funkwellen an Ländergrenzen nicht hältmachen.

In der Bundesrepublik befinden sich sechs ortsfeste Funkkontrollmeßstellen, die über Empfangs-, Meß- und Peileinrichtungen für alle Frequenzbereiche verfügen und durch den Einsatz von Meßfahrzeugen unterstützt werden. Jede Funkkontrollmeßstelle ist Tag und Nacht, auch an Sonn- und Feiertagen, besetzt und arbeitet selbstständig nach den vom Zentralbüro herausgegebenen Meßvorschriften und Arbeitsaufträgen.

Das Zentralbüro koordiniert die Zusammenarbeit aller Meßstellen. Dieses Büro befindet sich im Fernmelde-technischen Zentralamt in Darmstadt.



Blick in das neue Zentralbüro des Funkkontrollmeßdienstes im FTZ Darmstadt mit der Karte für die Einsatzbereiche der Meßfahrzeuge (s. a. Titelbild)

Es ist jetzt als Gruppenfunktionsraum mit besonderen technischen Hilfsmitteln neu eingerichtet worden. Erfahrene Sachbearbeiter leiten von hier den Einsatz der deutschen Funkkontrollmeßstellen und Meßfahrzeuge, verkehren fernschriftlich mit den anderen Zentralbüros in der ganzen Welt und sorgen dafür, daß die den jeweiligen Aufgaben angemessenen Mittel zeitgerecht, am richtigen Ort und mit dem geringstmöglichen Personal- und Materialaufwand erledigt werden.

Eine große Wandtafel mit einem Magnetanzeigesystem vermittelt ständig einen genauen Überblick über den Stand der Bearbeitung der jeweiligen Arbeitsaufträge bei den Meßstellen.

Auf einer Karte werden die Einsatzbereiche der Meßfahrzeuge durch Magnetsymbole angezeigt, so daß in einem

akuten Störungsfall das jeweils der vermuteten Störquelle am nächsten stehende Fahrzeug über Funk dorthin dirigiert werden kann.

Neben diesen Einrichtungen für die Kurzzeitsteuerung der Meßfahrzeuge wird jede Frequenzbereichsbeobachtung und Kontrollmessung sowie jede Störungsfall oder jede Schwarzsenderermittlung alphanumerisch gekennzeichnet und über die elektronische Datenverarbeitung für statistische Zwecke und als Unterlage für eine langfristige Betriebslenkung dem Zentralbüro zur Verfügung gestellt.

Jährlich werden allein in der BRD 36 000 Kontrollmessungen und 25 000 Bereichsbeobachtungen durchgeführt. Im gleichen Zeitraum werden rund 1400 Störungsfälle bearbeitet und rund 170 Schwarzsender ermittelt und stillgelegt.



## Gala-Abend der Schallplatte in Farbe und in Stereo

Einer der glanzvollen Höhepunkte der Internationalen Funkausstellung Berlin 1971 wird der dritte „Gala-Abend der Schallplatte POP“ am 28. August 1971 sein. Der Sender Freies Berlin und die Arbeitsgemeinschaft Schallplatte e. V. haben eine Reihe von Weltstars verpflichtet, die dieser Veranstaltung Glanzlichter aufsetzen.

Das Deutsche Fernsehen überträgt diese öffentliche Veranstaltung live von 20.15 bis 23.00 Uhr über Eurovision und Intervision in zahlreiche Länder Europas und Nordafrikas. Gleichzeitig überträgt auch der Hörrundfunk diese Veranstaltung in Stereo. Zum ersten Male bietet sich damit die Möglichkeit, eine „FernsehSendung

mit Stereo-Ton“ zu erleben, wenn man über den Fernsehempfänger nur das Bild und über die links und rechts vom Fernsehempfänger aufgestellten Lautsprecher der Stereo-Rundfunkanlage den Stereo-Ton wiedergibt. Eine interessante „Spielerei“ – aber beim Stereo-Rundfunk hat es ja auch mal so ähnlich mit zwei getrennten UKW-Empfängern begonnen.

Da seit Anfang Juli eine stereotüchtige Übertragungsleitung von Berlin in die Bundesrepublik zur Verfügung steht, dürfte voraussichtlich auch dort in einigen Versorgungsgebieten die Möglichkeit bestehen, sich einen ersten Eindruck vom Stereo-Ton im Fernsehen zu machen.

## „Servo-Sound-Pro“, eine von 15 W bis auf 450 W beliebig erweiterungsfähige Diskothek-Anlage

Die mögliche Erweiterungsfähigkeit ist nicht nur interessant im Hinblick auf Diskotheken, sondern berührt die Planung jeder Art von Hi-Fi-Stereo-Wiedergabeaeanlagen.

Immer wenn man eine Stereo-Wiedergabeaeanlage plant - gleichgültig, ob für das Heim oder auf dem kommerziellen Sektor - steht stets die Frage nach dem Leistungsbedarf an erster Stelle. Die zweite Frage gilt der Zukunftssicherheit, also der Erweiterungsfähigkeit der Anlage. Auch auf dem privaten Sektor kann es derartige Probleme geben. Es ist immer denkbar, daß andere Räume der Wohnung (eventuell auch der Garten oder sogar das Schwimmbassin mittels Unterwasser-Lautsprecher) zusätzlich beschallt werden sollen. Noch problematischer ist eine etwaige Vergrößerung der Beschallungsleistung bei Diskothek-Anlagen. Bereits dann, wenn der Charakter einer Gaststätte verändert wird (zum Beispiel von einem Tanzlokal mit dezentrer Musik und breit verteilten Stühlen zu einem Beat-Lokal mit sehr starkem Publikumsandrang und hoher Phon-Zahl der Musikübertragung), wird die Frage nach wesentlich größerer Ausgangsleistung akut. Auch hier wird man an die Möglichkeit denken, später weitere zusätzliche Räume in die Beschallung einzubeziehen.

Hier besteht nun die Gefahr, daß unverhältnismäßig hoch überdimensioniert wird, es sei denn, man disponiert eine Anlage nach dem Baukastenprinzip, wie sie beispielsweise von Thorens unter der Bezeichnung „Servo-Sound-Pro“ angeboten wird. Die Basis dieser Baukasten-Konzeption bilden Lautsprecherboxen mit integrierten Verstärkern (15 W Sinus-Dauerton), von denen je Kanal bis zu dreißig Boxen zusammengeschaltet werden können. Man kann somit Anlagen von  $2 \times 15$  W bis maximal  $2 \times 450$  W zusammenstellen beziehungsweise entsprechend erweitern. Im Rahmen des erwähnten Baukastens werden sämtliche dazugehörigen Komponenten und alle Verbindungsleitungskabel angeboten, wobei besonders interessant ist, daß sämtliche Baugruppen und Verbindungen steckbar sind. Zur allgemeinen Information gehört noch der Hinweis, daß eine nach der vorliegenden Konzeption erstellte Kleinanlage wohl recht preisgünstig ist, sich jedoch eine nach konventioneller Konzeption erstellte Anlage von  $2 \times 450$  W preislich günstiger stellt als die nach dem Baukastenprinzip aufgebaute Anlage. Man wird sich also nicht in jedem Fall vorbehaltlos für das hier beschriebene Baukastensystem entscheiden.

Bei einer etwaigen Erweiterung der Baukastenanlage muß für jeweils wei-

tere 15 W Sinusleistung je Kanal ein weiterer Lautsprecher „SL 70/Pro“ (empfohlener Richtpreis 595 DM) zu gekauft werden. Die Kühlrippen der Endstufen des in dieser Lautsprecherbox eingebauten 15-W-Verstärkers (Sinus-Dauerton) sind im Hinblick auf die bei Diskothek-Anlagen häufige Dauerübersteuerung besonders hoch dimensioniert. Der maximale Schalldruck des Lautsprechers ist 103 dB in 1 m Abstand. Der Eingangs-

halten zu. Bild 2 zeigt einen Steuerimpuls und Bild 3 dessen Wiedergabe über die genannte Lautsprechereinheit. Die Abmessungen der mit einem Holzgrill versehenen Box sind 18 cm  $\times$  26 cm  $\times$  28 cm.

Insgesamt 30 (15 je Kanal) der in den Lautsprecherboxen „SL 70/Pro“ eingebauten Verstärker lassen sich an das Mischpult „2002“ (Bild 4) anschließen. Der Anschlußwert ist

Bild 1. Frequenzgang der Lautsprecher-Einheit (mit eingebautem 15-W-Verstärker) „SL 70/Pro“ von Thorens, gemessen im ungedämpften Raum mit Terzauschen

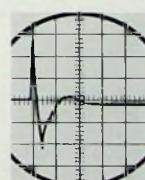
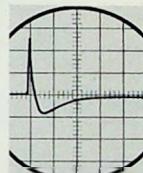


Bild 2. Steuerimpuls für die Einheit „SL 70/Pro“

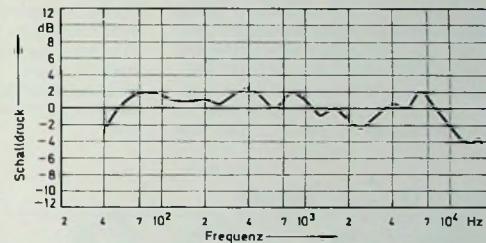
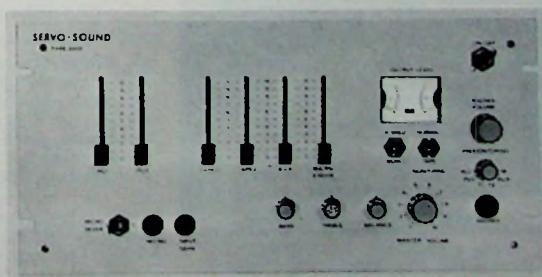


Bild 3. Wiedergabe des Steuerimpulses nach Bild 2 über die Einheit „SL 70/Pro“

spannungsbedarf der Einheit ist 1 V an 600 Ohm. Der Verstärker nimmt im Leerlauf 5 W und bei Vollaussteuerung 38 W aus dem Netz auf. Er ist mit sieben Transistoren und vier Halbleiterdioden bestückt. Der Klirrgrad der Verstärker ist 1,5% bei 1 kHz und bei Vollast. Der Klirrgrad der aus Verstärker und Lautsprecherbox bestehenden Einheit ist bei 6 dB unter Vollast 1% bei 1 kHz. Der Frequenzgang (35 ... 20 000 Hz) ist aus der Frequenzkurve nach Bild 1 ersichtlich. Rückschlüsse auf die Lautsprecherqualität läßt das Impulsver-

$2 \times 1,2$  V/30 Ohm. Das Mischpult bietet Mischmöglichkeit für fünf verschiedene Stereo-Tonquellen und ein Mikrofon in Mono-Ausführung. Anschließbar sind zwei Plattenspieler, zwei Tonbandgeräte und ein Tuner. Enthalten sind im Mischpult Klang- und Lautstärke-Schieberegler und Stereo-Anzeige-Instrumente für das Mischprodukt; ferner bietet es Abhörkontrolle sämtlicher Programmquellen durch Kopfhörer über Wahl schalter, Hinterbandkontrolle bei Bandaufnahme und Mikrofonanschluß wahlweise auch an der Frontseite. Darüber hinaus befinden sich auf der Frontplatte ein 50-mV-Eingang für eine Elektrogitarre sowie ein Anschluß für eine Lichtorgel. Der Netzschatzler ist über ein Sicherheits schloß bedienbar. Der Frequenzgang des Mischpultes ist 35 ... 30 000 Hz  $\pm 1$  dB bei einem Klirrgrad von 0,25% bei 1 kHz. Das Gerät ist mit 26 Siliziumtransistoren bestückt. Die Abmessungen der Frontplatte sind 40 cm  $\times$  20 cm und die Abmessungen des Chassis 38,4 cm  $\times$  17,7 cm  $\times$  13 cm. Als Zusatz für das Mischpult wird ein Mikrofon-Mixer „MM 6“ angeboten, der zum Beispiel bei Übertragung

Bild 4. Frontplatte des Mischpults „2002“ der Wiedergabeaeanlage „Servo-Sound-Pro“



einer Band, die mit mehreren Mikrofonen arbeitet, wichtig ist. Ganz besonders interessant ist der ebenfalls an das Mischpult anschließbare Servo-Sound-Leistungsverteiler „A 10“ (Bild 5), über den man die Lautstärken von insgesamt zehn Einzellaute-

Anschlüsse für die verschiedensten Stereo-Tonquellen enthält und in dem die entsprechenden Klang- und Pegelregler eingebaut sind. Der Frequenzgang dieses Vorverstärkers ist  $35 \dots 30\,000\text{ Hz} \pm 1\text{ dB}$  bei einem Klirrgrad von  $0,25\%$  bei  $1\text{ kHz}$ . Der Vor-

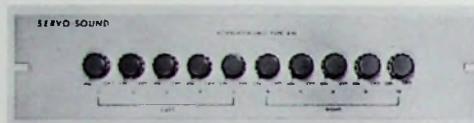


Bild 5: Frontplatte des Servo-Sound-Leistungsverteilers „A 10“

sprechern oder zehn Lautsprechergruppen regeln kann. Diese Einrichtung bietet erhöhte Sicherheit für die einwandfreie Funktion der Gesamtanlage in solchen Fällen, in denen man bei der Vorplanung die akustischen Raumverhältnisse (vor allem in vollbesetztem Zustand) nicht genau kennt. Häufig ist es dabei wichtig, einzelne Lautsprechergruppen innerhalb des zu beschallenden Raumes unterschiedlich stark auszusteuern. Für den Anschluß von 30 Lautsprecherboxen je Kanal vorgesehen ist der Vorverstärker „SB 70“, der die

verstärker ist mit insgesamt zwölf Siliziumtransistoren bestückt (empfohlener Richtpreis 575 DM). Die Abmessungen des „SB 70“ sind  $39,5\text{ cm} \times 9,5\text{ cm} \times 19\text{ cm}$ .

Für den Anschluß der Lautsprecherboxen stehen konfektionierte 5-m-Anschlußkabel zur Verfügung. Das Kabelmaterial kann auch als Meterware bezogen werden.

Die hier beschriebene Anlage ist natürlich nach Belieben mit üblichen Tonbandgeräten, Cassetten-Recordern und Plattenspielern kombinierbar.

## Integrierte Schaltungen

### Integrierter NF-Leistungsverstärker TBA 641

Das SGS-Typenprogramm integrierter Schaltungen für die Unterhaltungselektronik wurde durch den NF-Verstärker TBA 641 für bis zu 4,5 W Ausgangsleistung erweitert. Ein besonderes Merkmal dieser neuen integrierten Schaltung sind hohe Ausgangsströme bis zu 2,5 A. Die Ausgangstransistoren werden durch außergewöhnlich große Geometrien realisiert (Bild 1) und haben daher eine sehr kleine Sättigungsspannung. Es ergibt sich zusammen mit einer Bootstrapschaltung ein hoher Wirkungsgrad und eine hohe Ausgangsleistung. Der TBA 641 A liefert bei 9 V Betriebsspannung und 4 Ohm Lastwiderstand eine Ausgangsleistung von 2,2 W, der TBA 641 B bei beispielsweise 14 V und 4 Ohm eine Ausgangsleistung von 4,5 W. Je nach Ausgangs-

leistung sind zwei Gehäuseausführungen lieferbar, und zwar TBA 641 A12 ohne Kühlkörper und TBA 641 BX1 mit Kühlkörper (Bild 2).

Zusätzliche Vorteile des Leistungsverstärkers TBA 641 sind kleiner Ruhestrom (16 mA bei  $U_B = 14\text{ V}$ ), automatische Stabilisierung der Ausgangsmittenspannung, Ankopplung des Eingangssignals ohne Trennkondensator, kleines Eigenrauschen ( $3,4\text{ }\mu\text{V}$  bei

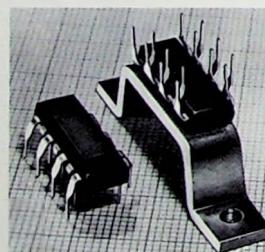


Bild 2: TBA 641 A12 ohne Kühlkörper (links) und TBA 641 BX1 mit Kühlkörper (rechts)

$R_C = 22\text{ k}\Omega$ ,  $B = 10\text{ kHz}$ ,  $U_B = 14\text{ V}$  und hohe Netzbrummunterdrückung. Die integrierte Schaltung eignet sich auf Grund der genannten Eigenschaften und des Betriebsspannungsreichs von 6 bis 18 V für vielfältige Anwendungen in Kofferradios bis zur höchsten Preisklasse, Hi-Fi- und Tonbandgeräten, Phonoverstärkern, Fernseh- und Autoempfängern sowie für viele industrielle Anwendungen, bei denen es auf hohe Ausgangsleistung, kleine Verzerrungen und große Zuverlässigkeit ankommt.

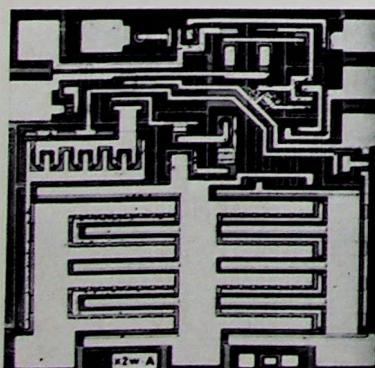


Bild 1: Geometrie des TBA 641, unten die Ausgangstransistoren

## Persönliches

### Veränderungen im Varta-Vorstand

Rudolf Classen, bisher Direktor der Varta AG, ist vom Aufsichtsrat zum stellvertretenden Mitglied des Vorstandes der Varta AG mit Wirkung vom 1. Juni 1971 bestellt worden.

Hans Graf von der Goltz hat am 1. Juni 1971 seine Tätigkeit im Rahmen des Führungsreiches Dr. H. Quandt als Geschäftsführer der Holdinggesellschaften der Familie Quandt, Allgemeine Gesellschaft für Industriebeteiligungen und Draeger-Werke GmbH, aufgenommen. Am gleichen Tage begann er auch seine Tätigkeit im Vorstand der Varta AG als zweiter stellvertretender Vorsitzender.

### A.-H. Jung 40 Jahre bei Steatit-Magnesia

Arno-Heinz Jung, Leiter des Werkes Berlin der Steatit-Magnesia AG, ist am 15. Juli 1971 im Hause Steatit-Magnesia 40 Jahre tätig.

Am 15. Juli 1931 trat er in das damalige Draulowid-Werk in Berlin-Pankow ein und konnte sich schnell – auch im späteren Draulowid-Werk in Teltow – emporarbeiten. Nach Tätigkeiten in verschiedenen Abteilungen war er bis Kriegsende in leitender Stellung im Vertrieb tätig.

Nach Gründung der Elap – als Vorgängerfirma des jetzigen Draulowid-Werkes Berlin (Steatit-Magnesia AG) nahm A.-H. Jung seine Tätigkeit als Verkaufsleiter auf. Ab 1958 wurde ihm die Werksleitung des Berliner Werkes übertragen.

### L. Ratheiser 25jähriges Dienstjubiläum

Ing. Ludwig Ratheiser, Herausgeber und leitender Redakteur der österreichischen Fachzeitschrift RADIOfunk SCHAU, konnte im Mai sein 25jähriges Dienstjubiläum beim Technischen Verlag Erb, Wien, feiern. Der Jubilar ist geborener Wiener (25.8.06) und begann seine Berufslaufbahn 1928 in Berlin, wo er nach mehrjähriger Tätigkeit im Lehrmittelfach 1935 bei Telefunken als Fachschriftsteller eine Spezialfunktion übernahm. Vor allem wurde er damals durch sein richtungsweisendes Werk „Rundfunkröhren, Eigenschaften und Anwendung“ bekannt. 1945 kehrte er in seine Heimatstadt zurück.

### J. Conrad fünfzig Jahre

Am 6. Juli 1971 hat Joachim Conrad das 50. Lebensjahr vollendet. Viele Jahre war er in der Fernsehindustrie und im Fachhandel tätig, bevor ihn sein Weg vor fast zehn Jahren in die Redaktion der Funkschau führte, deren stellvertretender Chefredakteur er heute ist. Wie nur wenige Kollegen hat er die Gabe, unsere so nüchternen Techniken nicht nur durch die Brille des tierischen Ernstes zu sehen. Als geborener Potsdamer (und damit noch im Nahfeld des Berliner Witzes liegend) hat er oft am richtigen Ort und zur rechten Zeit ein treffendes Bonmot auf der Zunge, das über manche Schwierigkeit hinweg hilft. Möge unser geschätzter Kollegen, dessen erfolgreiche Arbeit seit vielen Jahren im Dienst der Technik gestanden hat und weiterhin stehen wird, diese Gabe immer erhalten bleiben, denn sie erleichtert auch die verantwortungsvolle Arbeit eines Redakteurs. -th

### G. Bernau Geschäftsführer bei Control Data

Am 1. Juni 1971 übernahm Gerhard Bernau die Geschäftsführung der Control Data GmbH Deutschland. Er verfügt über langjährige Erfahrungen in mehreren Managementpositionen in deutschen und internationalen Bereich der elektronischen Datenverarbeitung.

Die Leitung des Vertriebs für Datenverarbeitung hat vor einigen Monaten Dieter Porzel übernommen. Vorher war er Leiter der Systemabteilung und Distriktleiter Süd der Control Data GmbH.

## Fluidics

„Fluidic-Technik“ ist die Bezeichnung einer Steuerungs- und Regeltechnik, bei der als Schaltelemente „Fluidics“ verwendet werden, die auf stromodynamischer Basis arbeiten und keine beweglichen Teile haben. So wie elektronische Bauelemente können auch die Fluidics Regel- und Steuerungsaufgaben lösen, indem sie Informationen aufnehmen, umformen, verarbeiten, speichern und weiterleiten. Solche pneumatische Anlagen stehen für bestimmte Anwendungszwecke heute mit elektronischen Ausführungen im Wettbewerb – insbesondere für Ansprechzeiten im Millisekundenbereich – oder gehen auch gelegentlich kombiniert ineinander über. Die nachstehenden Ausführungen sollen deshalb einen Überblick über Entwicklung und Einsatz der Fluidics geben und die Analogie zu elektronischen logischen Bauelementen aufzeigen.

### 1. Einleitung

Mit den rein fluidischen Bauelementen wurden dem Konstrukteur Mittel zu einer völlig neuen Steuerungstechnik in die Hand gegeben – eine Steuerungstechnik, die dank ihrer

betriebenes Forschungsgebiet. Einen Strömungseffekt kennt wohl jeder: den berühmten „Teetassen-Effekt“, durch den sich in einer Tasse Tee, in der im Tee einige Teeblätter schwimmen, die Blätter beim Umrühren in

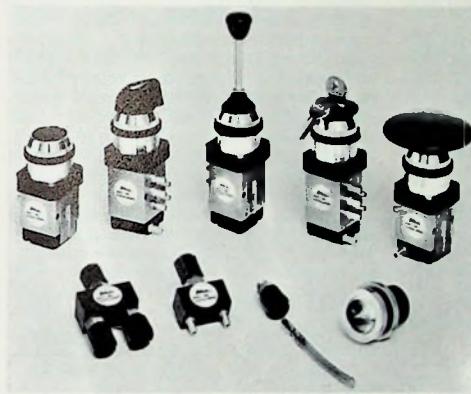


Bild 1 Fluidische Steuerungs-  
und Schaltelemente (Athos)

der Mitte sammeln und bald am Boden absetzen. Dieser Effekt entsteht, weil durch die Reibung an der Tassewand die einzelnen Schichten des Tees verschiedene Rotationsgeschwindigkeiten erhalten und die bodennahen Schicht die kleinste Geschwindigkeit aufweist. Der Strömungsverlauf erfolgt von oben nach außen, dann an den Wänden nach unten, weiter am Boden nach innen und schließlich in der Mittelachse wieder nach oben. Die nach innen strömende Flüssigkeit nimmt die Blätter zur Mitte mit, wo sie sich infolge ihres Gewichtes nach einem eventuellen kurzen Aufwirbeln ablagern.

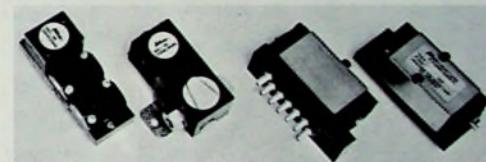


Bild 2 Weitere Beispiele von fluidischen Steuerungs- und Schaltelementen (Athos)

zahlreichen charakteristischen Vorteile und ihrer Einfachheit in der Anwendung die Verwirklichung mancher, bisher zwar theoretisch durchdachter, praktisch aber noch nicht ausführbarer Ideen gestattet.

Bis vor einigen Jahren gab es für die Steuerungs- und Regeltechnik im Grunde nur die Möglichkeit des Einsatzes hydraulischer, mechanischer, elektromechanischer oder elektronischer Bau- und Schaltelemente. In vielen Fällen mußte man, trotz des größeren Aufwandes, zur Elektronik greifen, da die Ansprechzeit und zum Teil auch die Übertragungsgeschwindigkeit bei anderen Bauelementen zu groß waren. Mit den „Fluidics“, die Bilder 1 und 2 zeigen, ein Sortiment verschiedener derartiger strömungstechnischer Schalt- und Steuerungselemente, konnte eine Lücke geschlossen werden, die sich bereits unangenehm bemerkbar zu machen begann.

Das Akronym „Fluidic“ wurde als Wortkombination aus den beiden Begriffen „FLUID“ (Strömung) und „LOGIC“ (Logik) zusammengesetzt und soll zum Ausdruck bringen, daß sich mit Hilfe strömender Medien – in der praktischen Anwendung mit Hilfe strömender Luft – alle praktikablen und logischen Funktionen realisieren lassen.

### 2. Strömungstechnik

Seit Ende der fünfziger Jahre ist die Strömungstechnik ein sehr intensiv

### Die wichtigsten Fachausdrücke aus der Technik der Fluidics

#### absoluter Druck

Druck, gerechnet vom absoluten Vakuum; 1 atu hat die Größe „1 atu“, 1 atu die Größe „2 atu“

#### absolute Temperatur

in „Grad Kelvin“ (°K) ausgedrückt, beginnend beim „absoluten Nullpunkt“ (etwa -273 °C)

#### Adiabate

Verlauf der Zustandsänderung eines Gases ohne Wärmeaustausch mit der Umgebung

#### bar

Druckeinheit: 1 bar = 1000 mbar = 750 mm Hg = 1,0197 at

#### Coanda-Effekt

strömungsdynamisches Phänomen (s. Text)

#### Druckwiedergewinnung

Druckverhältnis vom Ausgangs- zum Versorgungsdruck bei blockiertem Ausgang

#### Ejektor

verwendet in der Fluidtechnik bei Staudruckablastung; Kanalform, die die Saugwirkung zur Erzeugung eines Teilvakuums ausnutzt

#### Fluidic

Wortkombination aus „FLUID“ (Strömung) und „LOGIC“ (Logik) zur Bezeichnung strömungstechnischer Elemente

#### Hysteresis

Unterschied, der beim Durchlaufen eines physikalischen Vorganges in einander entgegengesetzten Richtungen auftritt

#### Impedanz

Durchflußwiderstand; ausgedrückt durch den Quotienten Druckveränderung / Durchflußveränderung

#### laminar

Bewegungsform einer Strömung; alle Teilchen bewegen sich in geordneten Bahnen

#### Mach-Zahl

dimensionlose Kennzahl zur Beschreibung der Vorgänge in kompressiblen Strömungen; die Mach-Zahl ist das Verhältnis der Geschwindigkeit einer Strömung relativ zu einem Körper und zur lokalen Schallgeschwindigkeit der Strömung

#### Reynolds-Zahl

Kennzahl für den Zustand einer Strömung, abhängig von einer charakteristischen Länge  $l$ , der Geschwindigkeit  $v$  und der Zähigkeit  $\eta$  des Mediums: beim „kritischen Wert“ wird eine „laminare“ Strömung zu einer „turbulenten“ Strömung

#### Turbulenz

Bewegungsform einer Strömung; die einzelnen Teilchen führen zur Hauptströmungsrichtung starke Querbewegungen aus

#### Viskosität

physikalische Eigenschaft von Flüssigkeiten und Gasen, die deren Widerstand (Zähigkeit) gegenüber Formänderungen angibt; als „kinematische Zähigkeit“ wird das Verhältnis der dynamischen Zähigkeit zur Dichte bezeichnet

#### Vortex

wörtlich „Wirbel“, auch ein Strömungsgerat, mit dem der Druckabfall quer zu einem zirkulierenden Wirbel für Regelungszwecke benutzt wird

#### Wandstrahlelement

Strömungselement vorwiegend auf dem Coanda-Effekt (Wandhaftung) basierend

Der Teetassen-Effekt bildet zum Beispiel die Grundlage für das Arbeitsprinzip der sogenannten „Drehströmungsentstauber“, bei denen dann sogar mit übereinander gelagerten Luftströmungen gearbeitet wird, um optimale Entstaubungsresultate zu erreichen. Grundsätzlich hat dabei die Strömungstechnik so viele Möglichkeiten zu bieten, daß strömende Medien fast ebenso vielseitig wie strömende Elektrizität eingesetzt werden können.

### 3 Eine Entdeckung kommt zur anderen

Für die Strömungstechnik bildete das Jahr 1938 einen Wendepunkt. H. Coanda entdeckte, daß sich in der Grenzschicht zwischen einem strömenden und einem ruhenden Medium ein Vorgang besonderer Art vollzieht: Tritt ein turbulenter Strahl aus einer Düse aus, dann nimmt er aus der Umgebung, in die er eintritt, Partikel auf, wobei es gleichgültig ist, ob es sich um gasförmige oder flüssige Medien handelt. Zugleich verbreitert sich der Strahl stetig unter Abnahme seiner Geschwindigkeit, und zwar in einem ganz bestimmten Verhältnis von Geschwindigkeitsabnahme zur Entfernung von der Düse.

Wie Bild 3a dieses Phänomens verdeutlicht, nimmt der in das ruhende Medium eintretende Strahl aus seiner Umgebung Teilchen auf, die im Um-

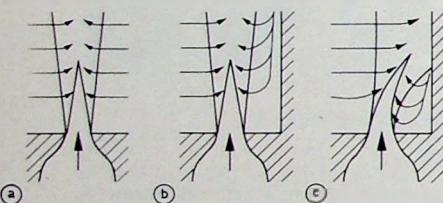


Bild 3. Der Coanda-Effekt

gebungsmedium aber wiederum ersetzt werden müssen. Dadurch entsteht eine Sekundärströmung, die bei einer freien Umgebung symmetrisch ist und den Strahl selbst in keiner Weise beeinflußt. Einen Effekt in Form einer Ablenkung des Strahles erreicht man, wie man den Bildern 3b und 3c entnehmen kann, in dem Augenblick, in dem eine relativ feste Wand in die Nähe der Düse gebracht und die Symmetrie der Sekundärströmung gestört wird. Entsprechend dem Entfernungshorizont der Wand zur Düse läßt sich der Luftstrom in eine vorausbestimmbare, gewünschte Richtung ablenken.

Dieser Effekt, der als Coanda-Effekt bezeichnet wird, bildet die Grundlage verschiedener fluidischer digitaler Schaltfunktionen. Allerdings war Coanda keineswegs der „Erfinder“ der Fluidics. Dazu bedurfte es der Kombination seiner Entdeckung mit der von L. Prandtl, der vierunddreißig Jahre zuvor festgestellt hatte, daß sich ein Medium, das einen weitwinkeligen Diffusor verläßt, durch Unterdruck an der Grenzschicht aus seiner Bewegungsrichtung ablenken läßt. Beide Entdeckungen zusammen

ließen nun 1958 die Amerikaner Moore und Klein zu der Erkenntnis kommen, daß man einen Luftstrom je nach Diffusorwinkel in drei stabile Stellungen lenken kann. Das Resultat war der schematisch im Bild 4 dargestellte Moore-Klein-Diffusor, mit dem der letzte Grundstein zu den Fluidics gelegt war.

### 4 Digitalisierung. Voraussetzung zur Codierung

Die Grundlage der Digitaltechnik als einer Art Befehlstechnik bildet die Entscheidung „Ja“ oder „Nein“ (in Schaltstellungen ausgedrückt „Ein“ oder „Aus“, in der Ziffernsymbolik „L“ oder „O“). Das bedeutet, daß eine Nachricht codiert und jeweils in Einsen oder Nullen<sup>1)</sup> ausgedrückt werden muß – für den Elektroniker eine geläufige Tatsache, die der Strömungstechniker aber erst lernen mußte.

Die Boolesche Algebra, die auf der Binärarithmetik aufgebaute Rechen-technik, ist bereits seit langer Zeit eine entsprechende Codierungsmöglichkeit und Basis der logischen Schaltungen. Hier soll nicht nochmals die gesamte Problematik der Digitaltech-

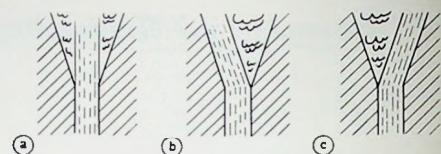


Bild 4. Schema des auf die Prandtl-Entdeckung aufgebauten Moore-Klein-Diffusors

Luft kann als strömendes Medium praktisch alle erforderlichen logischen Verknüpfungen binärer Eingangssignale zu binären Ausgangssignalen durch einige wenige Elementarfunktionen (sie sind in Tab. I enthalten) vornehmen, wobei die Lösung verschiedener Aufgaben innerhalb bestimmter Steuerungs-Regelkreise von den Fluidics durchgeführt wird. Grundlage dazu bilden die den Fluidics eigenen, den Gesetzmäßigkeiten der Strömungstechnik entsprechenden geometrischen Figuren, von denen Bild 5 die drei wichtigsten zeigt (als logische Elemente: A = bistabiler Speicher oder Flip-Flop, B = monostabiles OR/NOR-Element und C = monostabiles UND/NAND-Element), wobei die Energie feinster

Tab. I. Realisierung logischer Verknüpfungen durch Fluidics

Glied	Funktion	Symbol	logische Gleichung	Funktions-tabelle	Schaltungsrealisierung durch Wandstrahl-Impuls-Effekt	Strahlelemente, Turbulenzverstärker
1	UND	Konjunktion	$X_1 \cdot X_2 = Y$	$\begin{array}{c ccc} Y & 0 & 0 & 0 \\ \hline X_1 & 0 & 0 & 1 \\ X_2 & 0 & 1 & 0 \\ X_1 \cdot X_2 & 0 & 0 & 0 \end{array}$		
2	ODER	Disjunktion	$X_1 \cdot X_2 = Y$	$\begin{array}{c ccc} Y & 0 & 0 & 1 \\ \hline X_1 & 0 & 1 & 1 \\ X_2 & 1 & 0 & 1 \\ X_1 \cdot X_2 & 0 & 0 & 1 \end{array}$		
3	NICHT	Negation	$X = \bar{X}$	$\begin{array}{c cc} Y & 1 & 0 \\ \hline X & 0 & 1 \end{array}$		
4	NOR	NOR-Funktion	$X_1 \cdot X_2 = Y$	$\begin{array}{c ccc} Y & 1 & 0 & 0 \\ \hline X_1 & 0 & 0 & 1 \\ X_2 & 0 & 1 & 1 \\ X_1 \cdot X_2 & 0 & 0 & 1 \end{array}$		
5	SPEICHER	Flip-Flop				

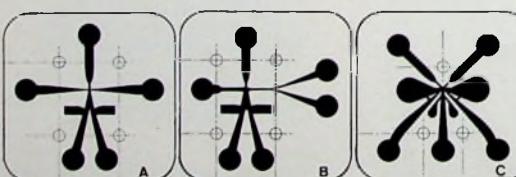


Bild 5. Geometrie einiger Fluidics: A = Flip-Flop, B = OR/NOR-Element, C = UND/NAND-Element

Luftstrahlen mit äußerst geringem Druck die Funktionen erfüllt. Aus der Elektronik sind die logischen Elemente „UND“, „ODER“ (OR), „NICHT UND“ (NAND), „NOR“ oder „SPEICHER“, um nur die wichtigsten zu nennen, bekannt. Die gleichen Elemente gibt es auch als Fluidics. Tab. I enthält eine Gesamtübersicht dieser Grundfunktionen. Zu erwähnen wäre, daß auf dem Coanda-Effekt unter anderem die OR/NOR-Funktion sowie die Speicherfunktion beruhen, während sich neben analogen Funk-

<sup>1)</sup> Um Verwechslungen mit Zahlenrechnungen auszuschließen, steht „L“ für Eins und „O“ für Null.

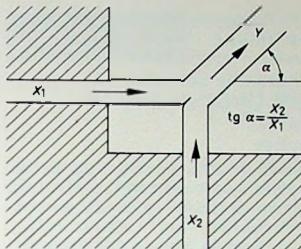


Bild 6 Schema des Impulseeffektes

tionen ebenso passive UND-Funktionen sowie die Äquivalenz und die Äquivalenzfunktion auf der Impuls wirkung zweier Luftstrahler erfüllen lassen. Aus Bild 6 lässt sich entnehmen, wie das Prinzip des Impulseeffektes ausgenutzt werden kann.

### 5. Elemente

Erwähnt wurde eingangs die Diskrepanz der Ansprechzeiten zwischen elektronischen und elektromechanischen Schaltelementen, die eine weitere Schaltungstechnik wünschenswert erscheinen ließ. Darüber hinaus haben aber auch einige ganz spezielle und spezifische Nachteile der elektrischen und elektronischen Geräte die Entwicklung pneumatischer Bauelemente ausgelöst, wie zum Beispiel die Beeinflussbarkeit durch radioaktive Strahlen, durch Temperaturanstieg und Feuchtigkeit, aber auch die Forderung nach Berührungs-, Brand- und Explosionsschutz. Das sind Forderungen, die die Fluidics erfüllen, und Nachteile, die sie nicht kennen. Selbstverständlich bedeutet das nicht, daß sie vollkommen „nachteilfrei“ wären.

Aus der Computertechnik ist bekannt, daß dem „Informationsspeicher“ eine besondere Bedeutung zukommt. Dabei können die gespeicherten Informationen vielfältigster Art sein. Man kann Sprache speichern, und zwar sowohl optisch, also in Form von Schrift, als auch akustisch auf Tonband und dergleichen. Weitere Informationsarten sind Musik, Farben, Zeichnungen, Ziffern oder sonstige Symbole. Einfachste Art der Informationsspeicherung ist das Binärsignal, die „Ja-Nein-Entscheidung“, dessen Informationsgehalt ein „bit“ (die beiden ersten und der letzte Buchstabe als Abkürzung von „binary digit“) ist. In der Steuerungstechnik werden zum Beispiel nur Binärsignale verarbeitet. Das bedeutet, daß das Signal in voller Höhe (L-Signal) oder überhaupt nicht (O-Signal) vorhanden ist.

Ein Schaltelement, das ein Signal speichern kann, bezeichnet man allgemein einfach als „Speicher“ (man könnte dazu auch „Gedächtnis“ sagen), wobei sich zur Übertragung und Verarbeitung der Informationen die Signalformen analog, digital oder binär digital anbieten. Elektronenröhren und Transistoren, aber auch einige fluidische Elemente erfüllen zum Beispiel die Forderungen nach stufenloser linearer Steuerung zur Verarbeitung von Analogsignalen. Für die Speicherung von Binärsignalen ge-

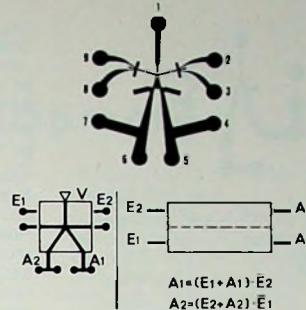


Bild 7 Schema mit Schalt- und Logiksymbol eines fluidischen Flip-Flop-Elements

nügen die Binärspeicher, den Elektronikern auch als bistabile Kippstufen bekannt. Diese Speicher kennen nur die beiden bereits erwähnten Signalzustände „L“ oder „O“, deren Verarbeitung mit Schaltgeräten erfolgt, die sprunghaft ein- und ausschalten. Erwähnt sei hier, daß man der analogen Form auch nahekommt, wenn der Übergang von einem zum anderen Schaltzustand sehr langsam erfolgt. Kippstufe ist nun ein Begriff aus der Elektronik. In Wirklichkeit handelt es sich bei der auch als Multivibrator bezeichneten Kippstufe um zwei integrierte Schaltelemente, deren gegenseitige Abhängigkeit darin besteht, daß sie sich immer antivalent zueinander verhalten. Eine gewisse Symmetrie ergibt sich dadurch, daß nach jedem Schaltvorgang in beiden Hälften eine Änderung erfolgt. Von den logischen Grundfunktionen unterscheidet sich die Kippstufe in erster Linie durch die zeitliche Abhängigkeit zwischen erfüllten Eingangsbedingungen und Ausgangssignalen. Wird die begrenzte Schaltgeschwindigkeit der Schaltelemente vernachlässigt, dann erscheint bei logischen Grundfunktionen am Ausgang unverzüglich das L-Signal, sobald alle Eingangsbedingungen erfüllt sind, oder aber ein O-Signal, wenn die Bedingungen nicht erfüllt sind. Ebenso folgen bei der Kippstufe beide Ausgänge dem Eingang ohne Verzögerung, doch bleibt die Wegnahme des Eingangssignals ohne sofortige oder gar ohne Wirkung auf die Ausgänge.

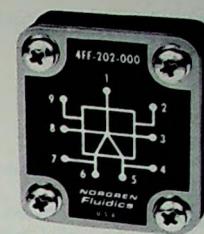


Bild 8 Flip-Flop-Element der Norgren Fluidics (De Limon)

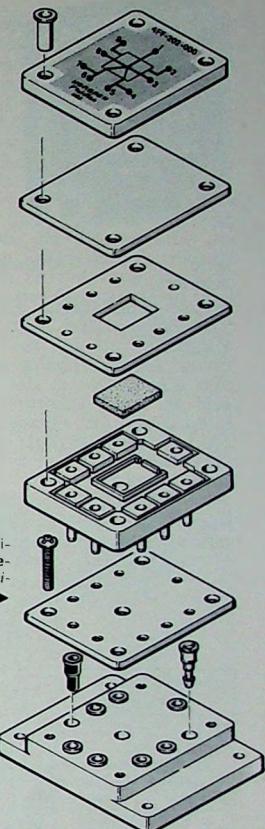


Bild 9 Aufbau eines Flip-Flop-Elements (De Limon)

um eine Element mit zwei stabilen Lagen. Sein äußeres Aussehen als fluidisches Element zeigt Bild 8, seinen inneren Aufbau Bild 9 als Explosionsbild.

Im Gegensatz zu diesem Element haben die monostabilen Elemente (zu denen auch die monostabile Kippstufe als OR/NOR- oder UND/NAND-Element gehört) infolge ihres Bestrebens, mit Verzögerung in die Grundlage zurückzukippen, wenn sie vom Eingang hier nicht beeinflußt werden, kein Speicherverhalten. Aus Tab. 1 ist die jeweils diesen Elementen zu-

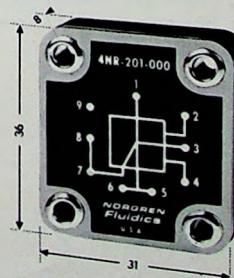
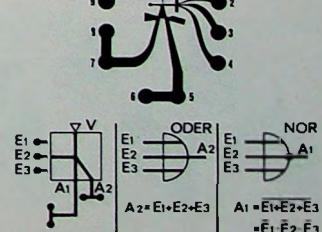


Bild 10 OR/NOR-Element (De Limon)

Bild 11: Schema mit Schalt- und Logiksymbol eines OR/NOR-Elements

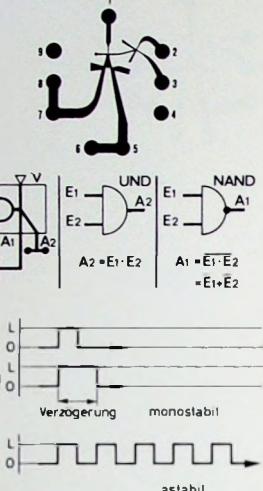


grunde liegende logische Gleichung zu entnehmen, die (wie die Bilder 10 und 11 als Außenansicht beziehungsweise als Schema der OR/NOR- und die Bilder 12 und 13 als Außenansicht beziehungsweise Schema der UND/NAND-Elemente zeigen) ihre „fluidi-



Bild 12. UND/NAND-Element (De Limon)

Bild 13. Schema mit Schalt- und Logiksymbol eines UND/NAND-Elements



sche Verwirklichung finden konnten.

Weder eine stabile Lage noch ein Speicherverhalten weist die astabile Kippstufe auf, die bei Versorgungsdruck ohne Eingangssignal ständig von einer Lage in die andere kippt und in ihrer Funktion einem Frequenzgenerator entspricht. Bild 14 zeigt als Beispiel dazu oben das Zeitverhalten einer monostabilen und zum Vergleich darunter das einer astabilen Kippstufe.

Heute steht bereits eine große Anzahl sehr spezifizierter Elemente von

Bild 14. Zeitverhalten monostabiler und astabiler Kippstufen

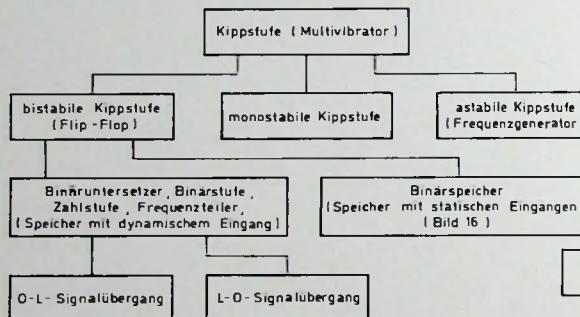
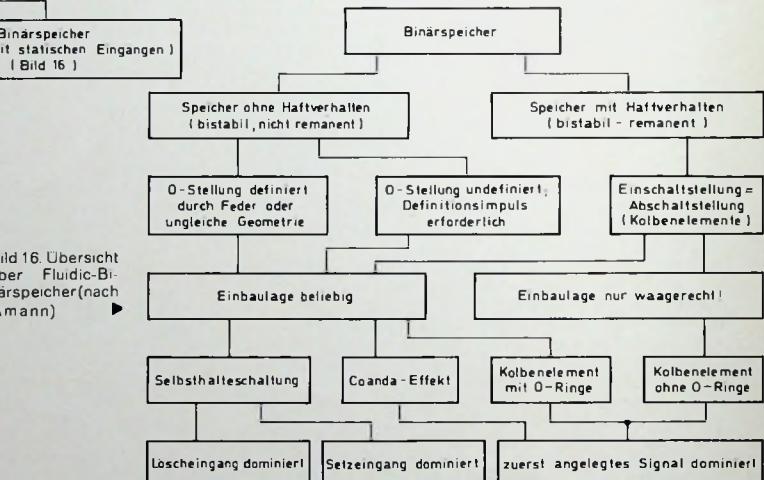


Bild 15. Übersicht über Fluidic-Kippstufen (nach Amann)

(Schluß folgt)

Bild 16. Übersicht über Fluidic-Binärspeicher (nach Amann)



Fluidics zur Verfügung. Bild 15 zeigt hierzu kurz als Übersicht alle Varianten von Kippstufen und Bild 16 alle Varianten von Binärspeichern, um die Vielseitigkeit der zur Verfügung stehenden Möglichkeiten zu veranschaulichen.

## 6. Eingabegeräte

Wesentlich für den Aufbau integrierter Fluidic-Steuerungen sind neben den Logikelementen die Schaltelemente als Eingabegeräte. Um dem Logikteil von Steuerungs- und Regel-

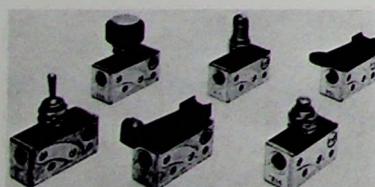


Bild 17. Verschiedene Fluidic-Schalter, ganz links ein Handschalter (De Limon)

Die Eingabegeräte sind zur Informationsgewinnung unentbehrlich. Unterschieden werden vier Arten:

- mechanische Schalter,
- manuell betätigte Schalter,
- Sensoren,
- Wandler.

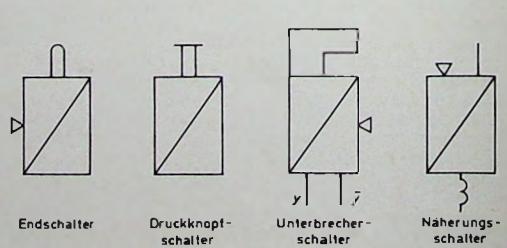
Die ersten beiden Arten, von denen Bild 17 eine Auswahl zeigt (ganz links ein manueller Schalter, sonst mechanische Schalter als „aktive“ Elemente), bedürfen keiner näheren Erklärung. Auch Sensoren sind im Grunde nichts anderes als kontaktlos arbeitende Schalter mit verschiedenen Funktionen, und Wandler stellen Geräte dar, die Signale einer bestimmten Energieform in eine andere Energieform umwandeln (zum Beispiel pneumatische in elektrische oder hydraulische und umgekehrt).

Grundsätzlich werden aktive und passive Eingabegeräte unterschieden, deren Grundsymbole im Bild 18 dargestellt sind. Aus diesen Grundsymbolen lassen sich, wie dasselbe Bild weiter zeigt, zur Erstellung von Schaltplänen die Symbole der einzelnen Schaltertypen ableiten.

Erwähnt sei vielleicht auch noch, daß Endschalter zum Beispiel als aktive Eingabegeräte angesehen werden, während Druckknopfschalter zu den passiven Eingabegeräten zählen.

(Schluß folgt)

Bild 18. Schaltersymbole



anlagen alle notwendigen Informationen zu liefern, werden Geräte benötigt, die für das Steuerungs- und Regelsystem Eingabe- und Meßdaten so umwandeln, daß sie vom Logikteil aufgenommen und verarbeitet werden können. Das ist bei der Fluidic-Technik nicht anders als bei der Elektronik.

## FET-Dipmeter

Mit dem Dipmeter lassen sich die Resonanzfrequenzen von Schwingkreisen, Antennen, Quarzen und piezokeramischen Filtern sowie die Induktivitäten von Spulen auf einfache Weise bestimmen. Es gestattet ferner die Kontrolle der Feldstärke, Oberwellenausstrahlung und Modulationsqualität von Sendern und ermöglicht als AM- und FM-modulierbarer Prüfender den Grobabschluß von Empfängern sowie als Quarzoszillator auch die Feintrimmung. Weil es außerdem ein recht unkompliziertes Gerät ist, bietet es sich demjenigen zum Selbstbau an, der sich mit den Grundlagen der Hochfrequenztechnik vertraut machen möchte. Der folgende Beitrag soll einige Anregungen zu zeitgemäßer Schaltungstechnik und Konstruktion vermitteln.

## 1. Allgemeines

In den letzten Jahren ging man vom klassischen Grid-Dipmeter mit Röhre

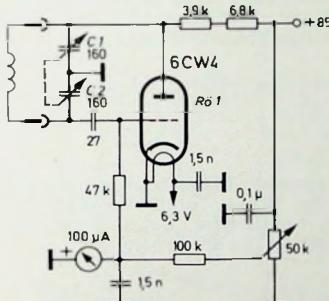


Bild 1. Nuvistor-Dipmeter für den Bereich 0,3...150 MHz

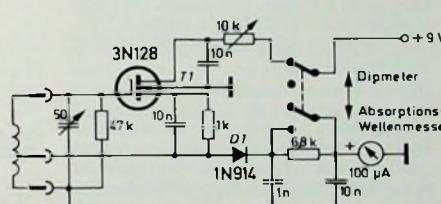


Bild 2 MOS-FET-Dipmeter für den Bereich 1,1...110 MHz

(Bild 1) zu Schwingsschaltungen mit einem Transistor oder einer Tunneldiode über (zum Beispiel *Heathkit-Tunnel-Dipper „HM-10A“*). Keiner der Betriebsströme dieser Halbleiterbauelemente weist aber eine so deutliche Änderung (Dip) bei Entnahme oder Zufuhr von HF-Energie auf, wie der Gitterstrom eines Audions. Deshalb wurde eine besondere Diode für die Anzeige der Schwingspannungsamplitude eingesetzt. Auch bei Verwendung eines MOS-FET (Bild 2) muß man so verfahren, da seine Eingangskennlinie  $I_D = f(U_{GS})$  keine Gleichrichtereigenschaft hat, wie es bei Röhren und Sperrschicht-FET der Fall ist. Besonders große Empfindlichkeit erhält man mit einer *Miller-Verdopplerschaltung* mit anschließendem Gleichstromverstärker für das Anzeigegerät (Kyoritsu-Transistor-Dipper „K-126 C“). Ein Sperrschicht-FET verhält sich zwar grundsätzlich wie das Triodenaudion, man erhält aber wesentlich größere Schwingamplituden, wenn man auch hier (parallel zur Gate-Source-Strecke) eine zusätzliche Diode einfügt. Geeignet sind niederohmige Ge-

Dioden (AAZ 18) und schnelle Si-Dioden (1N914).

Gegenüber der im Bild 2 vorgeschlagenen Arbeitspunkteinstellung mit einer  $RC$ -Kombination in Reihe zum Source-Anschluß hat die dem Audion analoge Stabilisierung durch die Richtspannung am Gate den Vorteil einer geringeren Last- und Betriebsspannungssabhängigkeit der Oszillatortfrequenz und -amplitude [1]. Im Rahmen der erreichbaren Meßgenauigkeit ist es nicht notwendig, die Betriebsspannung zu stabilisieren.

## 2. Dipmeter mit Sperrsicht-FET

Das im Bild 3 dargestellte Dipmeter wurde in 19 Stunden gebaut. Es fand in einem Teko-Weißblechkästchen von  $48\text{ mm} \times 116\text{ mm} \times 26\text{ mm}$  Größ Platz, wiegt 310 g und kann mit einer Hand bequem gehalten und bedient werden. Wegen seiner schlanken Form gelangt man mit den kleinen Steckspulen auch in die Nähe schwer zugänglicher Schwingkreise. Die Frontplatte wurde in vergrößertem Maßstab gezeichnet und dann fotografisch auf 0,4 mm dickes lichtempfindlich beschichtetes Aluminiumblech (D

Stürken, Düsseldorf-Oberkassel, Postfach 605) übertragen. Die Abstimmsskala umfaßt knapp  $360^\circ$ , da der eingebaute Luftdrehkondensator  $2 \times 160 \text{ pF}$  ein Zahnrädergetriebe 1:2 hat. Die Steckspulen wurden auf siebenpoligen Steckern mit abschraubbarer Bakelithaube aufgebaut, die in einen Miniaturröhrensockel passen. Solche Stecker sind nicht teurer als die üblichen zwei- oder dreipoligen, sie geben aber den Spulen eine robuste, griffige Hülle. Ferner ermöglichen sie eine Erweiterung des Frequenzbereichs des Geräts, indem man durch unterschiedliche Verdrahtung der Steckerstifte in den Steckspulen verschiedene Oszillatorschaltungen realisieren kann. Außerdem kann eine zweite Wicklung zur niederohmigen galvanischen Auskopplung der HF über eine BNC-Buchse angeordnet werden. Dies erleichtert das Messen

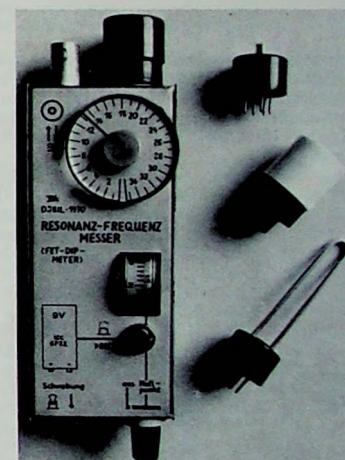


Bild 3. FET-Dipmeter mit aufgesteckter Spule für 120 bis 300 kHz; daneben (von oben nach unten) KW-Spule für 1,6...4,8 MHz, 1 W-Steckspule mit Haube, UKW-Bugel

Tab. 1. Daten der Steckspulen

Spule	Frequenzbereich	Übersetzungsverhältnis, Windungszahl	Draht	Spulenkörper und Kern
1	59...123 kHz	vollgewickelt, $w_t/w \approx 1:4$	0,2 CuLS	Ferrit-Schalenkern „S 18/12-00-3B2“ (Vogel)
2	118...308 kHz	45 + 8 Wdg.	20×0,05 CuLS	Ferrit-Schalenkern „P 14/8-3H1-o.L.“ (Vogel)
3	273...750 kHz	22 + 4 Wdg.	20×0,05 CuLS	wie Spule 2
4	0,69...1,84 MHz	$w_k/w \approx 1:4$		Spule aus Görler-AM-ZF-Bandfilter
5	1,63...4,83 MHz	$w_k/w \approx 1:4$	0,15 CuLS	Spulenkörper „B4/25-901“ mit 3-Kammer-Zusatz „Sp 5,1/8,1/3-846“ und Kern „Gw 4/13×0,5 FC I“ (Vogt)
6	3,91...10 MHz	$w_k/w \approx 1:4$	0,15 CuLS	wie Spule 5
7	7,6...21 MHz	$w_k/w \approx 1:4$	0,15 CuLS	Spulenkörper wie Spule 5 mit Kern „Gw 4/13×0,5 FC-FU II“ (Vogt)
8	13,1...35,2 MHz	$w_k/w \approx 1:4$	0,15 CuLS	wie Spule 7
9	29,2...87 MHz	$w_k/w \approx 1:4$	0,3 CuLS	Spulenkörper wie Spule 5 mit Kern „Gw 4/13×0,5 FC-FU V“ (Vogt)
10	80...203 MHz	U-Bügel 58 mm lang, 8...12 mm äußere Breite	2 CuAg	

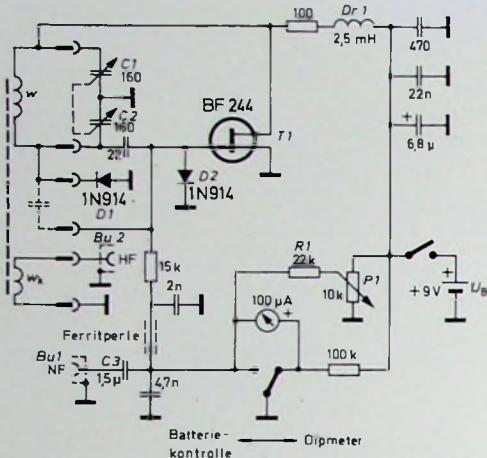


Bild 4. Schaltung des FET-Dipmeters für den Bereich 0,06...200 MHz

niedriger Frequenzen, bei denen die magnetische Kopplung zwischen Steckspule und Meßobjekt nur schwach wirksam ist. Die Daten der Spulen sind in Tab. I zusammengefaßt.

Die Schaltung des FET-Dipmeters (Bild 4) ähnelt der Röhrenschaltung nach Bild 1, weist aber einige Besonderheiten auf, die ausführlicher besprochen werden sollen. Im Frequenzbereich 60 kHz ... 750 kHz, der drei Steckspulen umfaßt, arbeitet das Gerät in Meißner-Schaltung (Bild 5), bei höheren Frequenzen in Colpitts-Schaltung (Bild 4). Diese arbeitet nicht nur mit Spulen, sondern auch mit Resonanzzweipolen hoher Güte, zum Beispiel Schwingquarzen oder keramischen Transfilter-Saugkreisen, die als induktiver Blindwiderstand oberhalb ihrer Serienresonanzfrequenz schwingen. Der Drehkondensator kann jeweils auf die richtige Bürdekapazität eingestellt werden. Bild 6c zeigt den erforderlichen Steckadapter; mit dem auf 1,5 nF vergrößerten Koppelkondensator konnten Quarze von 100 kHz bis 27,13 MHz zum Schwingen gebracht werden.

In der Colpitts-Schaltung (Bild 4) liegt eine Schaltdiode  $D_1$  zwischen dem gateseitigen Spulenende und Masse. Sie ist mit der Batteriespannung  $U_B$  in Sperrrichtung vorgespannt. Wird die HF-Spannung am Drehkondensator  $C_2$  höher als  $U_B$ , dann wird diese Diode leitend und begrenzt die HF-Amplitude auf etwa 10 V. Bei der Messung an starken Sendern läßt sich auf diese Weise die Gate-Source-Strecke des FET vor Durchbruch schützen. Wenn der Dipper auch als Absorptionswellenmesser ( $U_B$  abgeschaltet) verwendet werden soll, muß diese Diode weggelassen werden.

Die Betriebsspannung des Dipmeters kann nicht mehr wie im Bild 1 nur über einen Widerstand zugeführt werden, da dieser, um den erforderlichen Drainstrom fließen zu lassen, so niederohmig sein müßte, daß der Oszillator infolge der starken Dämpfung des Schwingkreises nicht mehr anschwingt. Statt dessen wird eine Drossel Dr 1 eingesetzt.

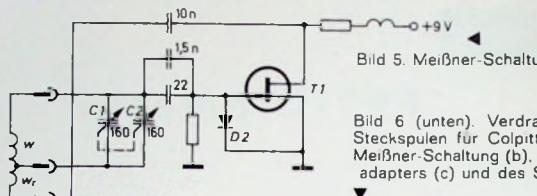


Bild 5. Meißner-Schaltung

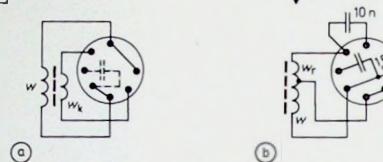
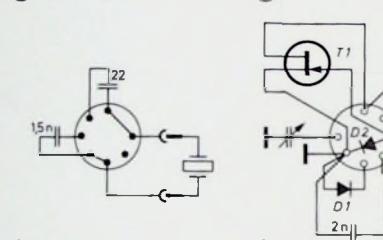
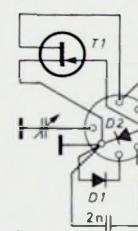


Bild 6 (unten). Verdrahtung der Steckspulen für Colpitts- (a) und Meißner-Schaltung (b), des Quarzadapters (c) und des Sockels (d)



1



4

Mit dem Potentiometer  $P_1$  speist man über  $R_1$  einen Strom zur Nullpunktunterdrückung in das Meßinstrument ein. Er kompensiert einen großen Teil des Zeigerausschlages, so daß ein genügend empfindliches Meßwerk auch schwache Resonanzdips noch deutlich sichtbar macht. Auf eine weitere Verstärkung der Anzeigespannung verzichtet.

Parallel zum Meßinstrument kann über  $BU_1$  und den Kondensator  $C_3$  ein Kopfhörer oder ein NF-Verstärker mit Lautsprecher angeschlossen werden, mit dem sich der Schwingungston zwischen der Schwingfrequenz und einem magnetisch oder elektrisch über  $Bu_2$  eingekoppelten HF-Signal abhören läßt. Mit 0,1 bis 0,5 V<sub>eff</sub> NF-Spannung an  $BU_1$  kann man das HF-Signal auch modulieren, wobei gleichzeitig AM und FM auftreten. Diese Modulation ist kräftiger und sauberer, als wenn man die Betriebsspannung moduliert.

Alle vom HF-Strom durchflossenen Bauteile wurden im Interesse einer hohen oberen Grenzfrequenz unmittelbar am Stecksockel angelötet (Bild 6d). Der Aufbau des Gerätes ist im Bild 7 dargestellt.

### 3 Frequenzbereich des Doppelmeters

Die langwellige Grenze des Frequenzmessers wird durch die Drossel  $Dr\,D$  in der Betriebsspannungszuleitung

$$L = \frac{1}{4 \cdot \pi^2 \cdot (100 \cdot 10^3)^2 \cdot 320 \cdot 10^{-12}} \\ = 8 \text{ mH}$$

Ein günstiges Übersetzungsverhältnis für die Rückkopplungswicklung  $w_r$  ist  $\bar{u} = w_r/w \approx 1:4$ . Dann lautet die Bedingung für die Drossel

$$L_{\text{Dr1}} \gg \frac{1}{\bar{n}^2} \cdot L = \frac{8 \cdot 10^{-3}}{4^2} = 0,5 \text{ mH.}$$

Demnach genügt eine 2,5-mH-KW-Drossel. Sie sollte möglichst breitbandig sein. Drosseln aus drei und vier Kreuzwickselscheiben waren brauchbar bis etwa 60 MHz. Zur Erweiterung des Frequenzbereichs nach höheren Frequenzen hin darf man aber nicht einfach eine zweite Drossel für UKW in Reihe schalten, denn das führt zu einem „Schwingloch“ im Bereich der Resonanzfrequenz des Serienkreises, der durch die UKW-Drossel und die Wicklungskapazität der KW-Drossel gebildet wird. Im Mustergerät trat die Resonanz bei 80 MHz auf. In den UKW-Bereichen ist jedoch die Schwingkreisimpedanz sehr niedrig; 10 pF entsprechen 160 Ohm bei 100 MHz. Deshalb kann man

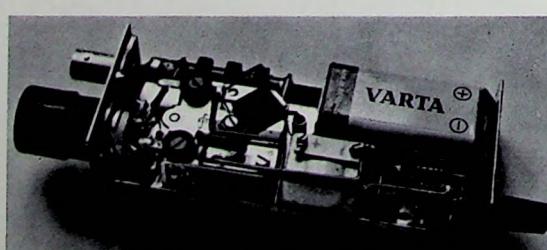


Bild 7. Innenansicht  
des FET-Dipmeters  
nach Bild 4

hier wieder zur Speisung über einen Widerstand zurückkehren, der dann theoretisch groß gegen  $\frac{1}{2} \cdot 160 \text{ Ohm}$  sein müßte. Praktisch erwies sich sein Wert als sehr unkritisch; 100 Ohm waren ausreichend.

Die kurzwellige Grenze des Gerätes hängt von der Konstruktion des Drehkondensators und vom FET-Exemplar ab. 100 MHz wurden von den FET-Typen BF 244, BF 245 und 2N3819 erreicht, von denen jeweils drei Exemplare getestet wurden. Bei 200 MHz arbeitete der 2N3819 jedoch nicht mehr. Es scheint kaum möglich zu sein, mit einem Steckspulengerät Frequenzen über 250 MHz hinaus zu erfassen. Der im Bild 3 gezeigte UKW-Bügel stellt schon die experimentell ermittelte günstigste „Spulenform“ dar.

#### 4. Drain- und Source-Rückkopplung

Die Drain-Speisedrossel läßt sich einsparen, wenn man die Rückkopplungsspannung von einer Anzapfung der Steckspule an den Source-Anschluß führt (Bild 8). Im Gegensatz

#### Liste der speziellen Bauelemente

Miniaturdrehkondensator, 2x160 pF	(Werco)
Pico-7-Stecker mit Haube	(Rim)
Sperrsicht-FET BF 244	(Texas Instruments)
Dioden IN914	(Valvo)
lichtempfindlich beschichtetes Aluminiumblech	(Stürken)
Bezug der angegebenen Bauelemente nur über den einschlägigen Fachhandel	

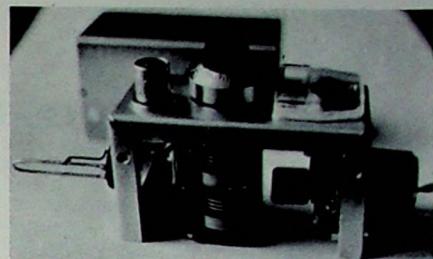


Bild 9 Muster eines FET-Dipmeters mit Source-Rückkopplung für großen Frequenzbereich

stante Schwingamplitude über den ganzen Abstimmreich.

#### 5. Eichung

Die richtige Windungszahl der Spulen läßt sich durch Vergleich mit einem anderen Dipmeter ermitteln. Mit ausreichender Überlappung der Meßbereiche benötigt man etwa drei Steckspulen je Frequenzdekade. Ersatzweise läßt sich der Abgleich der Spulen auch mit einem Empfänger

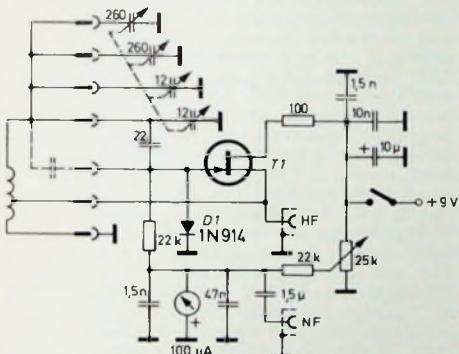


Bild 8 FET-Dipmeter mit Source-Rückkopplung für den Bereich 0,05...270 MHz

zur Röhre sind die meisten heute gebräuchlichen FET symmetrisch in Bezug auf Source und Drain. Man darf also von Oszillatoren mit Source-Rückkopplung ebenso gute Ergebnisse erwarten wie von Oszillatoren mit Drain-Rückkopplung. Vorteilhaft ist dabei noch, daß man mit einem einfachen Drehkondensator auskommt, und daß die Schaltung bis zu sehr tiefen Frequenzen brauchbar ist (eventuell durch Zuschalten weiterer Drehkondensatoren). Von Nachteil ist, daß Resonanzweipole (Quarze) nicht zum Schwingen angeregt werden können, weil zwei Punkte mit gegenüberliegender HF-Spannung gegenüber Masse nicht zur Verfügung stehen. Man könnte aber als Ausweg eine Clapp-Schaltung aufbauen. Die Anzapfung der Spule sollte bei etwa 15 % der Windungszahl liegen [2]; 25 % erwiesen sich ebenfalls als guter Wert. Bild 9 zeigt den Versuchsaufbau eines Dippers mit Source-Rückkopplung mit einer Steckspule für 160...270 MHz. Der hier eingebaute hochwertige Miniaturdrehkondensator wirkte eine kon-

## Bauelemente

#### Stabile Germaniumdioxid-Schichten jetzt realisiert

Der Fortschritt bei der Herstellung von Halbleiterbauelementen aus Silizium beruhte im wesentlichen auf der Einführung der Planartechnik. Dünne Schichten aus Siliziumdioxid, das sich einfach durch Oxydation an der Oberfläche des Siliziums erzeugen läßt, spielen dabei als diffusionshemmende und oberflächenpassivierende Deckschichten eine entscheidende Rolle. Versuche, eine ähnlich stabile Schicht auf Germanium herzustellen, scheiterten bisher, da bei der Oxydation von Germanium flüchtiges GeO entsteht.

Kürzlich gelang es aber Wissenschaftlern im Ulmer Forschungsinstitut von AEG-Telefunken, diesen „Wunschtraum“ aller Halbleiterhersteller unter auch wirtschaftlich interessanten Bedingungen zu realisieren. Das neue Verfahren beruht auf dem Effekt, daß durch Aufbringen einer Siliziumschutzschicht auf das Germanium dessen Oxydation bei 600 °C bis 800 °C nicht unterbunden wird, dagegen aber verhindert wird, daß Germanium als GeO in die Gasphase entweicht. Es entsteht eine zusammenhängende Schicht aus amorphem Germaniumdioxid zwischen der SiO<sub>2</sub>-Schicht und der Germaniumunterlage. Diese Schicht ist auch bei hohen Temperaturen stabil, bei denen man gewöhnlich die Diffusionsprozesse für die Herstellung der Halbleiterbauelemente durchführt. Trotzdem bleibt die Ätzbarkeit in flüssig-säurehaltigen Lösungen erhalten, während die bisher bekannten Methoden nur GeO<sub>2</sub>-Schichten liefern, die entweder zu leicht oder überhaupt nicht löslich sind.

Durch die Erzeugung der GeO<sub>2</sub>-Schicht aus dem Germaniumsubstrat erhält man eine besonders saubere Oxid-Halbleiter-Grenzfläche. Es ist zu erwarten, daß daraus eine ebenso große Verbesserung der Technologie

resultieren wird, wie es beim Silizium der Fall war.

#### Mikrowellenbauteile für die Massenfertigung

Durch Produktion von Dünnschichtschaltungen mittels fotografischer Techniken lassen sich die Herstellungskosten von diskreten Schaltelementen (lumped circuit elements) für Mikrowellenfrequenzen stark reduzieren. Nach einem im Mullard-Forschungslaboratorium, Salfords, England, ausgearbeiteten Verfahren wird die Grundschaltung in einem Arbeitsgang mit Hilfe einer einzelnen Maske hergestellt; die gesondert fabrizierten Halbleiter werden nachträglich eingesetzt. So können aktive und passive Bauelemente in Schaltungen kombiniert werden, die sich für eine billige Massenfertigung eignen.

Verschiedene nach diesem Verfahren auf Quarz-, Saphir- und Ferritsubstraten hergestellte Mikrowellen-Schaltungen, unter anderem Tunneldioden-Verstärker und parametrische Verstärker, Gunn-Oszillatoren und eine Mischstufe, wurden als Labormuster im Frühjahr 1971 auf der Physikausstellung in London gezeigt. Der Tunneldioden-Verstärker arbeitet im Bereich von 3,2 bis 4,2 GHz, hat eine typische Bandbreite von 1,2 GHz und eine Verstärkung von etwa 12 dB. Der parametrische Verstärker („degenerate-type“) arbeitet im S-Band bei 3,1 GHz mit einer Bandbreite von 180 MHz und einer Verstärkung von 10 dB.

Die beiden gezeigten Gunn-Oszillatoren sind für den Bereich 7 bis 12 GHz vorgesehen; der eine arbeitet auf einer Festfrequenz, der andere kann in einem Bereich von 1 GHz bei einem Abfall der Ausgangsleistung von 3 dB durchgestimmt werden. Beide Oszillatoren liefern je nach der verwendeten Gunn-Diode Ausgangsleistungen von mehr als 10 mW.

## 30-MHz-Oszilloskop – selbstgebaut

Schluß von FUNK-TECHNIK Bd. 26 (1971) Nr. 13, S. 501

### 1.7. Strahlaustastung

Die Strahlaustastschaltung zeigt Bild 11. Bei der Darstellung des Y-Signals als Zeitfunktion wird die Kathodenstrahlröhre während des Strahlrücklaufes dunkel gesteuert, um nur den

hälften in der fertigen Schaltung etwas günstiger, als sich auf Grund dieser Verzögerungszeiten ergibt.

Mit den angenommenen Daten setzt die Entladung (und damit das Ende des Hinlaufs) erst etwa 90 ns nach

Eine externe Dunkeltastung ist beim Mustergerät nicht vorhanden. Sie läßt sich durch einen zusätzlichen zweipoligen Schalter und ein von außen zugängliches Buchsenpaar aber leicht verwirklichen. Die Austastung kann dabei durch ein externes Rechtecksignal ausreichender Flankensteilheit mit einer Amplitude von etwa 5 V über C 2 und C 3 gemeinsam erfolgen. Die Austastfrequenz entspricht dann der halben Eingangs frequenz.

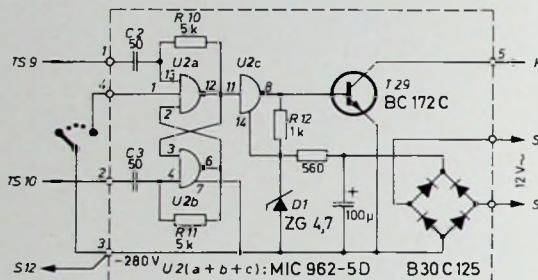


Bild 11. Schaltung der Strahlaustastung (alle Widerstandshaben eine Belastbarkeit von 0,25 W)

Hinlauf sichtbar werden zu lassen. Diese Steuerung erfolgt durch den aus einem Dreifach-NAND-Gatter MIC 962-5D gebildeten flankengetriggerten Flip-Flop mit dem nachgeschalteten Transistor T 29 am Wehneltzylinder der Röhre. C 2 und C 3 im Flip-Flop-Eingang übernehmen die Potentialtrennung zwischen dem Sägezahn generator, dem die Steuerimpulse entnommen werden, und dem Potential am Wehneltzylinder. Diese Kondensatoren müssen daher eine Spannungsfestigkeit von mindestens 500 V aufweisen. Die Betriebsspannung der integrierten Schaltung wird der Röhrenheizspannung entnommen. R 12 beschleunigt das Umschalten. Dennoch wird bei der höchsten Zeitablenkgeschwindigkeit ein kurzes Stück des Strahlrücklaufs sichtbar bleiben. Das erklärt sich aus der Signalverzögerung in den Invertoren und Gattern. Der zeitliche Ablauf zur Dunkelsteuerung ist folgender (vergleiche auch Bild 10):

1. Umschalten des Komparators Kp 2 beim Hinlauf-Ende;
2. Invertieren dieses Signals im Inverter U1d;
- 3a. Einschalten des Transistors T 34 (damit Beginn der Entladung von C<sub>1</sub>, also Beginn des Strahlrücklaufs);
- 3b. Umschalten des Inverters U1e;
4. Umschalten des Flip-Flop in der Austastschaltung;
5. Invertieren des Flip-Flop-Ausgangssignals;
6. Einschalten von T 29 (Dunkelsteuerung der Röhre).

Um die Schaltzeiten grob abschätzen zu können, setzt man als typische Signalverzögerungszeit (zwischen Ein- und Ausgang) der Inverter und Gatter 25 ns ein, für den Komparator 40 ns. Für die Verzögerungszeit der Transistoren T 29 und T 34 kann man eine Gatterverzögerungszeit annehmen. In Wirklichkeit liegen die Ver-

erreichenden rechten Bildrand ein (40 ns für den Komparator, je 25 ns für den Inverter U1d und den Transistor T 34). Während dieser Zeit ist der Strahl auf dem Bildschirm um fast zwei Skalenteile über den Bildrand hinausgelaufen, wenn der Zeitschalter auf der größten Zeitablenkgeschwindigkeit von 50 ns/Skt steht. Da der Befehl „Ende der Entladung“ in Form der dem linken Bildrand entsprechenden Spannung an C<sub>1</sub> der gleichen Signalverzögerung unterliegt, ehe er T 34 zum Beenden der Entladung sperrt, läuft der Strahl bei dem kleinsten C<sub>1</sub>-Wert auch entsprechend weit über den linken Bildrand hinaus. Das erklärt zunächst einmal das Anwachsen der Sägezahnamplitude am Ausgang des Generators mit steigender Frequenz. Zwischen Einschalten des Rücklaufs und Dunkelsteuern der Röhre vergehen nun aber weitere 75 ns (je 25 ns für das Umschalten des Flip-Flop, das Invertieren und das Einschalten von T 29). Der Inverter U1e bringt keine zusätzliche Verzögerung gegenüber dem Beginn des Strahlrücklaufs, da er gemeinsam mit T 34 geschaltet wird und eine etwa gleiche Verzögerung aufweist wie T 34.

Mit den verwendeten (weil preisgünstig erhältlichen) Bauelementen ist hiermit also die Grenze des Möglichen erreicht. Eine weitere Erhöhung der Zeitablenkgeschwindigkeit ist nicht sinnvoll.

Wenn der Anschluß 1 des Flip-Flop (Bild 11) auf 0 (Spannung am Anschluß 7 der integrierten Schaltung MIC 962) gelegt wird, wird der Elektronenstrahl auf „hell“ geschaltet und gehalten. Triggerimpulse an den Eingängen 4 und 13 bleiben dann ohne Einfluß. Diese Betriebsart dient zur Darstellung des Y-Signals als Funktion einer Spannung am X-Eingang.

### 1.8. Stromversorgung

Bild 12 zeigt die Schaltung der Stromversorgung, die die unterschiedlichen im Gerät benötigten Spannungen liefert. Die Transformatorenwicklung w<sub>2</sub> liefert die Heizspannung für die Oszilloskopröhre und die Versorgungsspannung für die Strahlaustastung. Der Widerstand R 1 dient zur Einschaltstrombegrenzung auf den maximal zweifachen Nennwert des Heizstroms. R 1 ist so einzustellen, daß bei 220 V Netzspannung etwa 2 min nach dem Einschalten 6,3 V am Heizfaden der Röhre liegen. Die Wicklung w<sub>3</sub> liefert die Spannung zur Versorgung der Endverstärker. Diese Spannung wird durch Z-Dioden mit nachgeschaltetem Emitterfolger T 39, T 40 stabilisiert. T 40 sollte zur besseren Wärmeabfuhr auf das Chassis montiert werden. R 2 ist so abzulegen, daß sich bei angeschlossenen Endverstärkern und 220 V Netzspannung an T 40 eine Kollektor-Emitter-Spannung von etwa 20 V einstellt. Ein Betrieb dieser Spannungsquelle ohne Last ist zu vermeiden, da ohne Laststrom kein Spannungsabfall an R 2 auftritt und dann die Kollektor-Emitter-Spannung an T 40 den erlaubten Höchstwert von 64 V überschreiten könnte.

w<sub>4</sub> liefert über eine Spannungsverdopplerschaltung die Betriebsspannungen für die Oszilloskopröhre.

Bei der hier verwendeten Oszilloskopröhre DG 7-74 A ergibt sich ein für normale Ansprüche ausreichend helles Bild schon bei der geringen Gesamtspannung von 800 V. Wenn diese Betriebsspannung erhöht wird, sinkt naturgemäß die Ablenkempfindlichkeit der Röhre. Es sind zwar Verstärkungsreserven in den X- beziehungsweise Y-Verstärkern vorhanden, eine nennenswerte Erhöhung der Gesamtbeschleunigungsspannung würde aber eine Umdimensionierung der Verstärker-Endstufen erfordern.

Die Wicklung w<sub>5</sub>, w<sub>6</sub> versorgt die Stabilisierungsschaltungen für die Betriebsspannungen von +12 V, -12 V und -6 V. Es kommt dabei weniger auf den absoluten Wert dieser Spannungen an (Toleranzen von  $\pm 10\%$  sind hier ohne weiteres zulässig) als auf die Konstanz der Werte und die Niedrigschwelligkeit der Quellen. Die

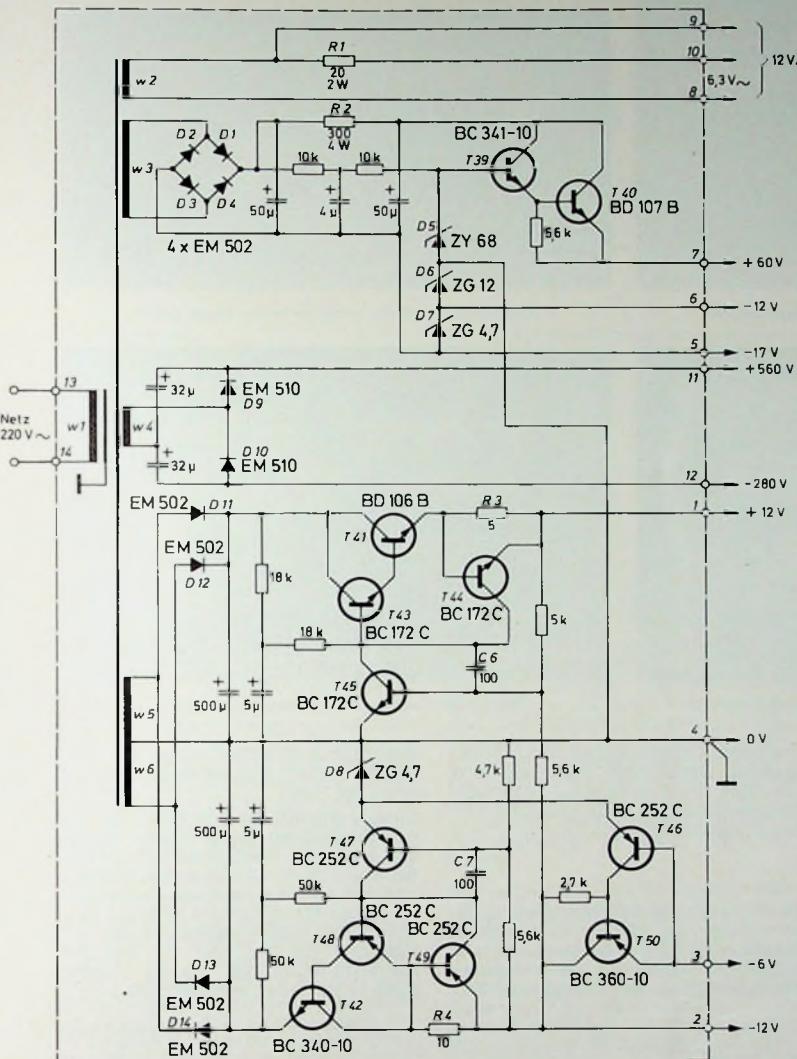


Bild 12. Stromversorgung (soweit nicht anders angegeben, haben alle Widerstände eine Belastbarkeit von 0,25 W; T 42 ist mit Kühlstern „KS 1“ von Intermetal zu versehen)

Tab. I. Wickeldaten des Netztransformators

Kern: M 65
w1: 1550 Wdg., 0,2 mm CuL
w2: 104 Wdg., 0,35 mm CuL
w3: 815 Wdg., 0,18 mm CuL
w4: 2800 Wdg., 0,06 mm CuL
w5: 125 Wdg., 0,24 mm CuL
w6: 125 Wdg., 0,24 mm CuL
Abschirmwicklung: 1 Lage, 0,1 mm CuL

Wickeldaten des Netztransformators sind in Tab. I zusammengestellt.

Für den Transistor T 41 ist eine besondere Wärmeableitung nicht erforderlich. Er kann direkt auf die Platinne montiert werden. Die Kondensatoren C 6 und C 7 unterdrücken Schwingneigungen der Regelschaltung.

T 44 und T 49 bilden zusammen mit R 3 und R 4 Strombegrenzungen. Sie dienen nur zum Schutz der Versor-

gungsschaltung vor versehentlichen Kurzschlüssen oder Schaltfehlern in den Verbrauchern. Grundsätzlich könnte man natürlich auf die Strombegrenzungen verzichten, jedoch hat man hier nun für wenige Pfennige einen sicheren Schutz gegen den Verlust recht kostspieliger Bauelemente, so daß sich der Verbleib von T 44 und T 49 in der Schaltung doch empfehlen dürfte.

Bild 13 zeigt die Schaltung der Spannungsversorgung und Bedienelemente der Oszilloskopröhre. Die Nachbeschleunigungsspannung ist nicht stabilisiert. Der Einfluß von Netzzspannungsschwankungen innerhalb der üblichen Grenzen auf die Ablenkempfindlichkeit der Röhre macht sich dennoch kaum bemerkbar. R 5 bildet den Vorwiderstand für die Z-Dioden, mit denen die übrigen Elektrodenspannungen stabilisiert werden.

Die Astigmatismuskorrektur braucht nur einmal justiert zu werden. Das zugehörige Trimmstabilität ist daher in die Platinne eingelötet und nicht von außen zugänglich. Die Fokussierung ist dagegen von der Helligkeitseinstellung abhängig und deshalb von außen einstellbar (vergleiche Bild 3). Der Helligkeitsregler ist mit dem Netzschatz kombiniert. R 6 bildet den Arbeitswiderstand für T 29 in der Austastschaltung (s. Bild 11). Er führt zum Wehneltzylinder der Röhre, über den die Strahlauslastung erfolgt.

## 2 Aufbau

In den Bildern 14 ... 17 ist der Aufbau des Mustergerätes dargestellt. Die einzelnen Baugruppen sind auf getrennten kleinen Platinen untergebracht. Obgleich sich diese Anordnung aus anderen Gründen ergab (sukzessive Einzelentwicklung der Baugruppen), erweist sie sich bei der Montage als praktisch, weil man flexibler in der räumlichen Anordnung bleibt und mehrere kleine Platinen leichter herzustellen und zu handhaben sind als eine oder zwei große.

Im Bild 14 kann man oben von links nach rechts folgende Baugruppen erkennen: X-Eingangsteiler, X-Vorverstärker, X-Endstufe und die 60-V-Konstantspannungsquelle (letztere auf einer Platinne). In der Mitte sieht man von links nach rechts: Y-Verstärkungsumschalter, Niederspannungsquelle (-12 V, -6 V, +12 V) und die Elektrolytkondensatoren für die 60-V-Quelle. Auf der unteren Seite von links nach rechts: Y-Eingangsteiler und Y-Vorverstärker.

Bild 15 zeigt einen Blick auf die rechte Geräteseite. Von oben nach unten sind der Zeitschalter, der Triggerfunktionschalter und der X-Verstärkungsumschalter eingebaut; daneben

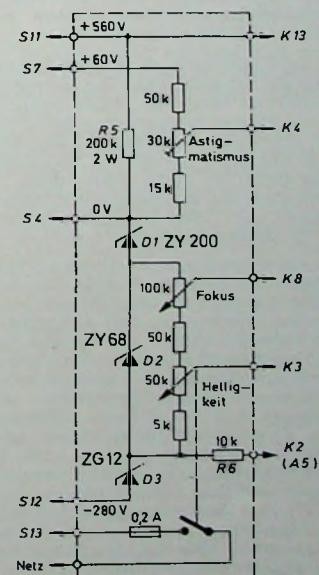


Bild 13. Schaltung der Spannungsversorgung und Bedienelemente für die Oszilloskopröhre (soweit nicht anders angegeben, haben alle Widerstände eine Belastbarkeit von 0,25 W)

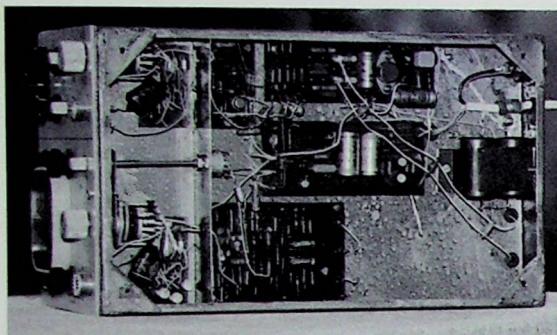


Bild 14 Chassisunterseite, Bodenplatte abgenommen

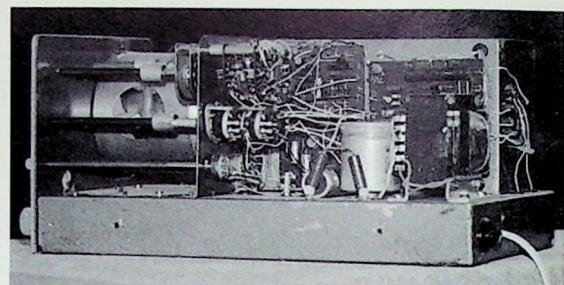


Bild 15. Blick auf die rechte Seite des Oszilloskrafen

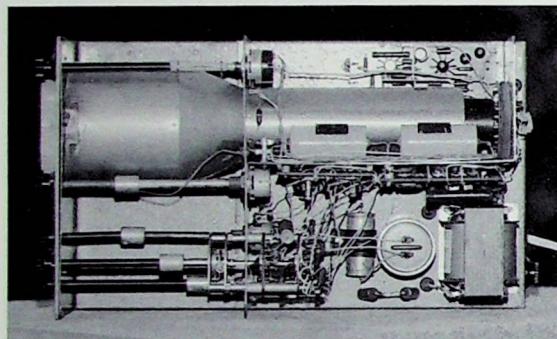


Bild 16. Blick von oben auf den Oszilloskrafen

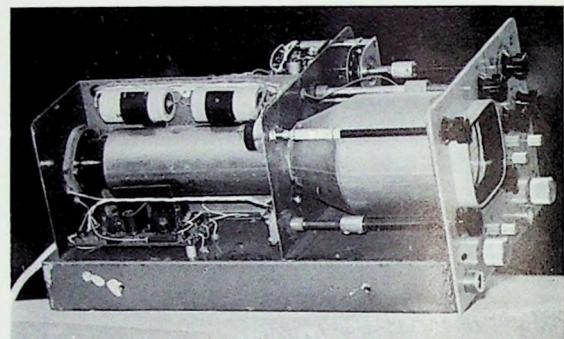


Bild 17. Blick auf die linke Seite des Oszilloskrafen

erkennt man den  $8-\mu\text{F}$ -Zeitkondensator und vor diesem den Widerstand  $R\ 2$ , der aus zwei in Reihe geschalteten Widerständen besteht. Hinter dem Netztransformator und den Schaltern liegt an der Längszwischenwand die Platine mit dem Trigger und dem Sägezähngenerator, daneben die Platine mit der Austastschaltung und den Stabilisierungselementen für die Röhrenspannungen. Über dem Transformator ist auf dieser Platine der Widerstand  $R\ 5$  zu erkennen.

Im Bild 16 ist die räumliche Aufteilung gut zu erkennen. Die Querzwischenwand trägt alle Bedienungselemente (Potentiometer und Schalter), die oberhalb des Chassis montiert sind. Ein Blick auf die linke Geräteseite (Bild 17) zeigt neben dem Y-Endverstärker die Elektrolytkondensatoren des Spannungsverdopplers für die Röhrenbetriebsspannungen.

Die unabdingbare Forderung nach kurzen Leitungslängen legt die Anordnung der Baugruppen schon ziemlich fest, wenn man sich erst einmal für eine bestimmte Anordnung der Bedienungselemente auf der Frontplatte entschieden hat (zum Beispiel Montage des Sägezähngenerators und Triggers in der Nähe von Zeitschalter, Triggerpegelpotentiometer und Funktionsschalter oder X- und Y-Vorverstärker dicht an der Eingangsbuchse und dem Eingangsspannungsteiler). Zur Vermeidung unerwünschter Kopplungen empfiehlt es sich, den Eingangsteil (Buchse, Spannungsteiler) durch eine Trennwand von den Vorverstärkern abzuschirmen. Gleichermaßen gilt auch für den Y-Endverstärker und den Y-Vorverstärker. Beim Mustergerät wurde deshalb der Vorverstärker unter, der Endverstärker

über dem Chassis angeordnet. Da das gesamte Gerät nicht mehr als 25 W aus dem Netz aufnimmt, sind Lüftungsschlitz oder -bohrungen im Gehäuse nicht erforderlich.

\*

Bereits nach der Veröffentlichung des ersten und des zweiten Teiles dieser Baubeschreibung ließen in der Schriftleitung Anfragen ein, ob für diesen Oszilloskopmaßstäblich genaue Vor-

lagen für gedruckte Platten zur Verfügung stehen. Das ist diesmal leider nicht der Fall.

Eine nachträgliche Überprüfung der veröffentlichten Schaltungen ergab, daß im Bild 6 (Heft 12/1971, S. 457) in der Endstufe des Y-Vorverstärkers die Verbindungsleitung zwischen den beiden 3,3-kOhm-Widerständen ( $R\ 40$  und darüber) des Spannungsteilers an den Emittoren von  $T\ 8$  und  $T\ 9$  mit der Minus-12-V-Leitung durch einen Punkt verbunden werden muß.

### Elektronische Orgel mit Milliarden von Tonvariationen

Mikroelektronische Bauelemente haben bei der *Allen Organ Company* (Macungie, Pennsylvania) die umfangreichen Orgelpfeifen und Orgelbalge ersetzt. Aus ihnen wurde nämlich ein Musik-Digitalrechner aufgebaut, der nur  $3,54\text{ dm}^3$  Platz beansprucht. Der Rechner enthält 22 MOS-LSI-Schaltungen mit insgesamt 48 000 Transistoren und bietet die Möglichkeit, auf

einer Orgel eine praktisch unbeschränkte Anzahl von Registern zu spielen.

Der Digitalrechner kann buchstäblich Milliarden von Tonvariationen erzeugen. Er wurde von der *Allen Organ Company* und der *North American Rockwell Microelectronics Company* (Anaheim, Californien) gemeinsam entwickelt.



Überprüfung des Musik-Digitalrechners einer elektronischen Orgel der *Allen Organ Company*

## Die Wartung des Tonbandgerätes

Bei hochwertigen Tonbandgeräten dient ein regelmäßig und zuverlässig ausgeführter Kundendienst – ähnlich wie beim Auto, für das eine solche Wartung heute eine Selbstverständlichkeit ist – der Werterhaltung des Gerätes. Dazu wird nachstehend am Beispiel des Tonbandgerätes „Revox A 77“ ausgeführt, warum und an welchen Stellen ein Tonbandgerät kundendienstbedürftig ist. Dem Fachtechniker in der Werkstatt soll diese Übersicht Hilfestellung und dem Besitzer des Tonbandgerätes einen Einblick in die Zusammenhänge geben. Die Praxis hat bewiesen, daß bei guter Pflege Qualitätstonbandgeräte auch nach vielen Jahren noch genauso zuverlässig und datentreu arbeiten wie am Tage der Auslieferung.

### 1. Allgemeines

Tonbandgeräte sind grundsätzlich wartungsbedürftig; das wird leider von vielen Tonbandfreunden nicht immer erkannt und beachtet. Gerätehersteller und Service-Werkstätten wären dankbar, wenn der Fachhandel beim Verkaufsgespräch auf diese Tatsache bereits hinweisen würde – manche nachträgliche Rückfrage und unnötige Unzufriedenheit des Kunden wären damit zu vermeiden. Es treten nämlich vor allem Verschmutzungs- und Abnutzungserscheinungen einerseits an den zahlreichen mechanisch bewegten Metall- und Kunststoffteilen, andererseits an den Tonköpfen auf. Hierbei muß zwischen auf den Bandlauf zurückzuführenden Abnutzungen, die von Bandsorte und Bandgeschwindigkeit abhängen, und Abnutzungen, die von der Anordnung und Wahl der für den Bandtransport zuständigen Teile abhängig sind, unterschieden werden. Für den Verschleiß am Tonbandgerät ist es nicht gleichgültig, wie der Bandlauf gestaltet ist, welche Materialien dort verwendet werden und welcher Aufwand insgesamt getrieben wird.

Dreimotoren-Laufwerke ermöglichen am ehesten einen kompromißlosen Aufbau, der größtmögliche Lebensdauer, wartungsarmen Betrieb und gleichbleibende Gleichlaufeigenschaften gewährleistet. Außer diesen offenkundigen Vorteilen, die ein Dreimotoren-Laufwerk aufweist, ist für den Service die Fehlererkennung bei abweichender Bandgeschwindigkeit oder Tonhöhen Schwankungen wesentlich einfacher als beispielsweise bei Geräten mit Frictionsrädern und mechanisch miteinander gekuppelten und sich gegenseitig beeinflussenden Antriebselementen. Die einfachen und leicht zugänglichen Festigungen sowie steckbare Anschlüsse für den Antriebs- und die Wickelmotoren sind zeitsparende Faktoren, die von dem mit der Betreuung des Gerätes beauftragten Techniker ebenso geschätzt werden wie vom Kunden selbst.

### 2. Grundsätzliche Erfahrungen aus der Praxis des Kundendienstes

Trotz sachgemäßer Bedienung eines Gerätes können Fehler auftreten, die auf die Beeinträchtigung mechanischer Funktionen zurückzuführen sind. Eine der im „Revox“-Kundendienst festgestellten Hauptursachen

ist die Verschmutzung durch Niederschläge von Tabakrauch, Staub oder Bandabrieb. Verschmutzte Tonköpfe zum Beispiel vermindern die Aufnahmefähigkeit erheblich. Pegeleintrübe oder Aussetzer sind dann unvermeidbar. Zur vollen Erhaltung durchsichtiger Aufnahmen sind saubere Tonköpfe unbedingt Voraussetzung; deshalb wird jedem „Revox“-Tonbandgerät ein Reinigungs-Kit beigelegt. Mit diesem Reinigungsmittel sollten Köpfe und Bandlaufteile so oft, als es erforderlich ist, gereinigt werden, damit die Qualität der Aufnahmen voll erhalten bleibt.

Auch beim Servo-Bremssystem kann sich durch Verschmutzung die Bremswirkung infolge unterschiedlicher Haftreibung zwischen Bremsbelägen und Bremsbändern andern; das kann beispielsweise bei Stop aus dem Umpulen zu Schlaufenbildungen führen. Die gleiche Erscheinung würde natürlich auch bei Verwendung von Spulen ungleichen Durchmessers auf Grund der ungleichen Spulengewichte auftreten.

Worauf es dem Tonbandgeräte-Hersteller ankommen muß, ist ein Gerät zu bauen, das außer einwandfreien mechanischen und elektrischen Eigenschaften einen service-freundlichen Aufbau aufweist. Der Austausch eines defekten Teiles kann dann in kurzer Zeit erfolgen und ermöglicht es dem Kundendienst-Techniker, ohne übermäßigen Zeitaufwand das Gerät auch noch auf sämtliche mechanische und elektronische Funktionen zu überprüfen. Das erfolgt im „Revox“-Kundendienst an Hand einer „Checkliste“, nach der jedes Gerät (gleichgültig, was beanstandet wird, und gleichgültig, ob es sich um eine kostenpflichtige Reparatur oder eine Garantie-Reparatur handelt) überprüft wird. Das hat den Vorteil, daß der Techniker das Tonbandgerät voll in den Griff bekommt und einen vorhandenen Fehler, sei er vom Kunden beanstandet oder nicht, mit Sicherheit entdeckt. Ein solches Vorgehen gibt nicht nur die Gewißheit, daß das Gerät einwandfrei instandgesetzt an den Kunden zurückgeht, sondern gewährleistet auch, daß das, was repariert wurde, überprüft wird und daß am Schluß keine Schrauben oder Muttern auf dem Tisch liegenbleiben. „Revox“-Tonbandgeräte werden übrigens ohne besonderen Auftrag des Kunden in der Garantiezeit auch kostenlos nachgerüstet, wenn dadurch Verbesserungen, die kostengünstig vertretbar sind, erreicht werden können.

### 3. Typische Service-Arbeiten

Es gibt einige Service-Arbeiten, die immer wiederkehren und die an jedem Gerät durchgeführt werden: Sollgeschwindigkeit prüfen; Andruckrolle und Gleichlauf prüfen; Bremsen justieren; Tonköpfe prüfen und justieren.

#### 3.1. Prüfung der Sollgeschwindigkeit

Die Sollgeschwindigkeit wird mit einem Band von definierter Länge (11,43 m für eine Minute Laufzeit bei 19,05 cm/s) überprüft. Für das Tonbandgerät „A 77“ werden maximal 0,2 % Abweichung von der Sollgeschwindigkeit angegeben; tatsächlich sind diese Abweichungen auf Grund des elektronisch geregelten und ständig überwachten Antriebssystems wesentlich kleiner und liegen durchschnittlich bei 0,08 %.

Der hauptsächlich immer wieder festgestellte Grund für die Abweichungen von der Sollgeschwindigkeit ist Schmutz (über den hier noch mehrfach die Rede sein wird). Öl, Bandabrieb, Staub und Ablagerungen aus Dunst, Abgasen und Rauch sind die verursachenden Stoffe. Diese setzen sich an die Tonwelle, die Andruckrolle und weitere Bandführungselemente und werden dort übersehen oder nicht für wichtig genug erachtet, daß man sich große Mühe mit ihrer Beseitigung macht; dabei genügt eine einfache Reinigung.

Wenn aller Schmutz beseitigt ist, bleibt als wichtigste Voraussetzung für eine genaue Geschwindigkeit die aufeinander abgestimmten Druck- und Bandzugverhältnisse an der Andruckrolle. Größerer Bandzug erfordert größeren Druck der Andruckrolle gegen die Tonwelle. Die Stärke des Bandzuges darf aber einerseits, um guten Kontakt zwischen Band und Köpfen zu gewährleisten, einen bestimmten Wert nicht unterschreiten. Andererseits darf der Druck der Rolle gegen die Achse nicht zu groß sein, damit Schaden an der Achse verhindert wird. Wird der Bandzug stärker und übersteigt den im Zusammenspiel mit dem Rollendruck festgelegten Wert, dann sinkt die Geschwindigkeit. Das kann erfolgen, wenn die Bremsen schlecht lüften oder bei zu großem Hebelmoment des linken Wickelmotors, wie es sich bei Spulen mit zu kleinem Innenkern (beim „A 77“ nicht kleiner als 6 cm) ergibt. Schließlich muß noch erwähnt werden, daß auch die elektronische Regelung oder der Phasenschieberkondensator am Tonmotor ausfallen

Max Bleuel ist Leiter der zentralen Kundendienst-Abteilung der Willi Studer GmbH, Löffingen.

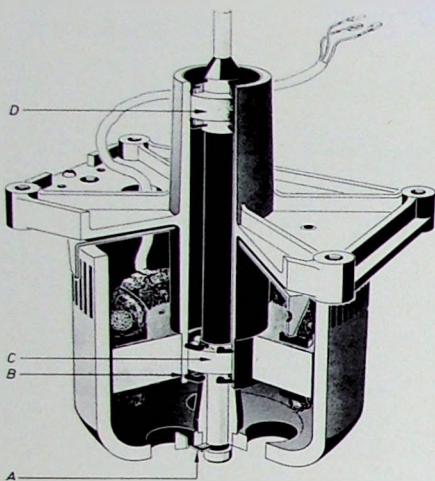


Bild 1. Der Schnitt zeigt den einfachen Aufbau des „A 77“-Tonmotors. Zum Auswechseln der Welle und des Kugellagers braucht der Motor nicht ausgebaut zu werden. A Wellensicherung (nach Entfernung dieser Sicherung kann der Rotor nach unten abgezogen werden), B Seegering (nachdem dieser herausgenommen wurde, kann die Tonwelle mit dem Lager C nach unten herausgezogen werden), D oberes Lager

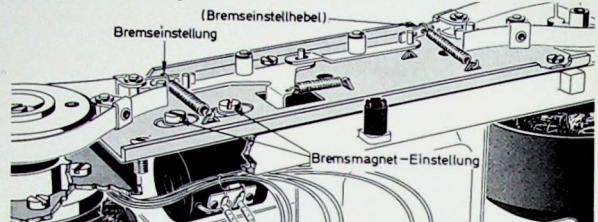


Bild 2. Blick auf und unter das Bremschassis; durch Umhängen der Feder am Bremseinstellhebel wird der Federzug verändert

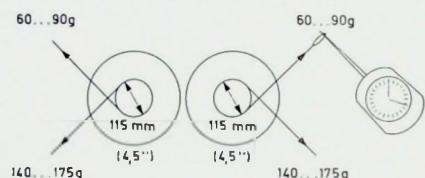
kann, so daß der Antrieb zwar noch läuft, aber mit falscher Geschwindigkeit.

Ideale Bandzugverhältnisse sind dann gegeben, wenn die gegensinnig gerichteten Drehmomente der Wickelmotoren das Band vom Spulenanfang über sämtliche möglichen Wickeldurchmesser bis zum Spulenende bei einer bestimmten Straffung im Gleichgewicht halten, so daß durch den Antrieb lediglich die Kraft aufgewendet werden muß, die am Bandlauf entstehende Haftreibung zu überwinden vermag. Unter diesen Aspekten wurden die Drehmomente der Wickelmotoren, die außerdem für große und kleine Spulen umschaltbar sind, festgelegt. So entstand eine Antriebskonzeption mit relativ geringem Kraftaufwand. Beispielsweise wird durch zu großen Druck der Andruckrolle die Tonwelle vorzeitig abgenutzt. Eine abgenutzte Tonwelle transportiert wegen des kleiner gewordenen Durchmessers (4,51 mm; Toleranz:  $+0, -2 \mu\text{m}$ ) nicht nur weniger Band, sondern verursacht auch einen mit ansteigendem Bandzug zunehmenden Schlupf. Abgesehen davon, daß bei abgeschliffener Tonwelle außerdem die Gefahr besteht, daß die Achse, die nur oberflächengehärtet ist, anfängt zu schlagen, wird in solchen Fällen auch die Andruckrolle beschädigt. Ein solcher Antrieb verursacht deshalb nicht nur Abweichungen von der Sollgeschwindigkeit, sondern auch Gleichlaufschwankungen. Bild 1 zeigt den Aufbau des Tonmotors des „A 77“ mit der Achse.

### 3.2. Prüfung von Gleichlauf und Bandführungs-elementen

Für Tonhöhen Schwankungen gelten die Bestimmungen nach DIN 45 507. Das Entscheidende bei diesen Prüfungen ist, daß die gemachte Aufnahme zurückgespult und durch mehrere Starts das schlechteste Wiedergaberesultat gesucht wird, denn die vom Tonbandgerät herrührenden und aufgezeichneten Schwankungen können sich beim Abspielen kompensieren oder aber auch überhöhen.

Bild 3. Die eingestellten Bremsmomente; sie sind bei den für dieses Tonbandgerät vorliegenden Bedingungen optimal und an beiden Bandtellern gleich



Zu einem nicht unwesentlichen Teil werden die Gleichlaufgenauigkeit und Geschwindigkeitskonstanz von der Andruckrolle bestimmt. Nur sorgfältig dafür ausgewähltes Material sowie sorgfältiger Oberflächenschliff ergeben den Antrieb, der den Aufwand, der an allen anderen Teilen in den Bandantrieb hineingebaut wurde, ausnutzt. Mit Hilfe eines bestimmten Versatzes der Andruckrolle zur Antriebsachse in Bandlaufrichtung wird an der Antriebsachse ein Umschlingungswinkel gewählt, der einen möglichst ungehinderten Ein- und Auslauf des Bandes in die Antriebszone gestattet. Druck und Umschlingung sowie die Oberflächenbeschaffenheit der Antriebswelle bestimmen im Zusammenwirken die Mindesthaftreibung, die einen schlupffreien Antrieb gewährleistet. Bei der Einstellung des Andruckarmes und aller damit zusammenwirkenden Teile müssen also die Vorschriften des Herstellers genau beachtet werden.

**3.3. Justieren der Bremsen**  
Die Antriebselemente eines Tonbandgerätes können noch so gut sein, das Gerät stellt den Benutzer dennoch nicht zufrieden, wenn nicht auch die Bandwickelbremsen ihre Aufgabe im richtigen Moment in vorgesehener Weise übernehmen. Beim Bremsen darf es zu keinen Schlaufenbildungen kommen; ebenso wenig darf ein übermäßiger Bremszug auf das laufende Band ausgeübt werden. Beim „A 77“ zum Beispiel wurde die bewährte Servo-Bremse von den vorhergehenden Modellen übernommen. Sie arbeitet so, daß die Bremskraft in Aufwickelrichtung immer mindestens doppelt so groß ist wie die in Aufwickelrichtung; die Bremse paßt sich also der Wickelrichtung an. Das erfolgt durch Wahl der Aufhängungs-

punkte der Bremsbänder und einer Zugfeder sowie durch einen Betätigungshebel. Die Abwickelspule muß deshalb stärker bremsen, damit auch bei extrem unterschiedlichem Gewicht der Spulen jede Schlaufenbildung verhindert wird. Aus Bild 2 geht der Aufbau des Bremschassis hervor.

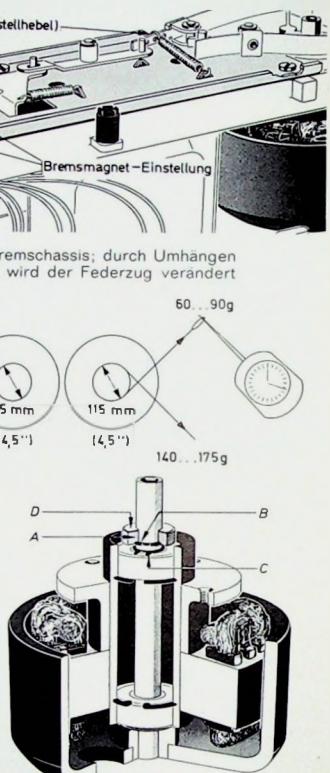


Bild 4. Schnitt durch einen der Wickelmotoren. A Messing-Distanzring; B Sprengsring; C Seegering; D Distanzringe zur Justierung der Wickeltellerhöhe

Die Bremse ist im Ruhezustand geschlossen und wird bei Inbetriebnahme einer Lauffunktion durch einen Elektromagneten gelüftet.

Jedem Techniker wird schnell klar, daß Bremsbänder und Beläge auf den Bremstrommeln bestimmte Forderungen erfüllen müssen. Die Umschlingungswinkel liegen wohl durch die Aufhängung fest, jedoch muß der Zug des Bremsbandes justiert werden, und die Eigenschaften der bremenden Elemente – also Band und Trommelbelag – müssen über lange Zeit erhalten bleiben. Bild 3 zeigt die Werte für den an den Bremstrommeln auftretenden Zug und Bild 4 den Aufbau eines Wickelmotors.

Haupfeind sind auch hier Ablagerungen aus Staub und chemischen Niederschlägen, die jedoch leicht entfernt werden können. Der normale Verschleiß des Systems ist äußerst gering, so daß die Bremsen jahrelang wartungsarm arbeiten. Selbstverständlich ist, daß jede mechanische Beschädigung von Bremsband oder

Belag zu vermeiden ist und daß solche Beschädigungen immer ein Grund für eine Überholung in einer Service-Werkstatt sind. Das gilt allgemein für alle Tonbandgeräte, deren Bremsen einwandfrei arbeiten sollen.

### 3.4. Prüfung und Justieren der Tonköpfe

Das Herz eines Tonbandgerätes sind die Tonköpfe. Damit man unverfälschte Aufnahmen und Wiedergaben erhält, müssen zwei Grundforderungen erfüllt sein:

a) Von der Konstruktion her

► darf der Tonkopf im Zusammenhang mit den magnetischen Eigenschaften des Bandes nur minimale Verzerrungen erzeugen,

► muß er hohe Verschleißfestigkeit aufweisen,

► muß er unempfindlich gegen äußere Felder sein,

► muß er einen möglichst hohen Wirkungsgrad aufweisen,

► müssen Oberfläche und Luftspalte ihre Abmessungen genau einhalten.

b) Fertigung und Service müssen das ihrige tun:

Der Tonkopf muß fachgerecht „eingetaumelt“ werden. Das bedeutet

► Justage der Höhe und Neigung des Kopfes zum Band sowie des Spaltes zur Mitte des Umschaltungswinkels,

► senkrechte Lage zur Kante des Bandes,

► richtige Phasenlage der Kopfspulen.

Nur wenn das bei allen Geräten eines Fabrikats gleich ist, können bespielte Bänder auf verschiedenen Maschinen ohne Qualitätseinbuße abgehört werden. Bei hochwertigen Tonbandgeräten wird deshalb dem Chassis, auf dem die Köpfe montiert sind, immer besondere Aufmerksamkeit geschenkt. Beim „A 77“ zum Beispiel sitzen die Köpfe zusammen mit allen Bandführungs- und Justiereinrichtungen auf einem Druckgußchassis exakter Abmessungen. Damit sind ein identischer Bandlauf und die Kompatibilität hochwertiger Aufnahmen gewährleistet.

Auch hier beginnt jeder Service mit gründlicher Reinigung aller Bandlaufflächen. Danach folgt eine optimale Inspektion der Laufflächen (Spiegel) an den Köpfen. Diese vom Band angeschliffenen Laufflächen geben Aufschluß über den Abnutzungsgrad. Der erfahrene Techniker erkennt bereits an der Deformierung der Spiegel, ob der Kopf ausgewechselt werden muß oder nicht. Danach erfolgt eine Kontrollmessung des Frequenzgangs. Für die Wiedergabe wird dafür ein DIN-Bezugsband genommen, für Aufnahme und Wiedergabe ein Band, auf das das betreffende Gerät nach Herstellerangaben eingemessen ist. Stimmen die Frequenzgänge nicht, dann wird nachgeprüft, ob die Spalte oder der Kopf nach Höhe und Azimut justiert werden muß. Dazu gehört auch eine Überprüfung und Nachjustage der Vormagnetisierung, ehe man an das Auswechseln geht. Erst wenn einwandfrei feststeht, daß die Verwer-

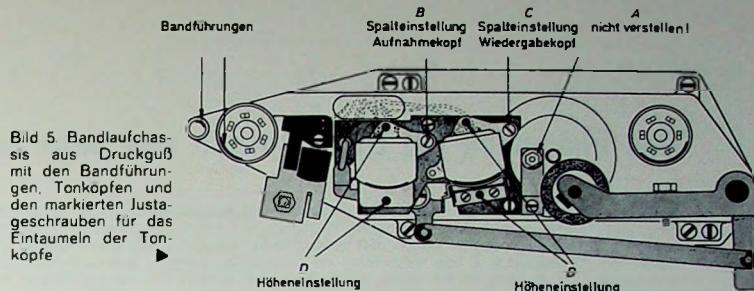


Bild 5 Bandlaufchassis aus Druckguß mit den Bandführungen, Tonköpfen und den markierten Justageschrauben für das Eintaumeln der Tonköpfe

fung des Frequenzgangs zum Beispiel durch Abnutzung eines oder beider Köpfe und damit durch Verbreiterung des wirksamen Spaltes entsteht, werden die Köpfe ausgetauscht. Danach ist eine vollkommene Neujustierung der Köpfe notwendig. Bild 5 zeigt den Aufbau des Bandlaufchassis des „A 77“ mit den Tonköpfen. Die für die Justage vorgesehenen Schrauben sind mit Kennbuchstaben bezeichnet. Es würde hier zu weit führen, die Prozeduren der Kontrolle und Justage im einzelnen durchzusprechen. Die in der zum Gerät gehörenden Service-Anleitung gegebenen Anweisungen müssen aber für alle diese Arbeiten herangezogen und befolgt werden. Jedoch wird empfohlen, sich an diesen Service-Arbeiten nicht zu versuchen, wenn keine Erfahrungen im Prüfen und Einstellen von Tonbandgeräten vorliegen, selbst wenn die Service-Anleitung zur Hand ist. Im allgemeinen ist es zweckmäßiger und im Endeffekt billiger, hochgezüchtete Tonbandgeräte einer eingefahrenen und entsprechend ausgerüsteten Service-Werkstatt zu übergeben. Es geht dabei keinesfalls nur um den Frequenzgang, sondern um alle anderen Vorgänge und Eigenschaften wie Entmagnetisieren, Prüfen der Bandgeschwindigkeit, Wiedergabeinstellung, Balanceeinstellung, Spaltjustierung, Wiedergabegang, Oszillatoreinstellung, Spaltjustierung am Aufnahmekopf, HF-Vormagnetisierung, Aufnahmeeinstellung, Frequenzgang über Band, Klirrfaktormessung, VU-Meter-Eichung, Geräuschmessung, Löschdämpfung, Übersprechdämpfung, Kontrolle der Ausgangspegel, Tonhöhenenschwankungen.

### 4. Das Tonband

Das Tonband – also der Träger, um „den sich alles dreht“ – ist selbst eine maßgebende Ursache von Verschleiß und Veränderungen am Gerät. Deshalb gilt es, bei der Wahl des Tonbandes einige Punkte zu beachten, die hier nochmals aufgeführt werden sollen.

a) Der Bandabrieb – also der infolge der Reibung von der Magnetschicht abfallende Staub – ist nicht bei jedem Fabrikat gleich stark. Je rauher die Oberfläche eines Bandes und je höher die Bandgeschwindigkeit ist, um so besser kann diese Magnetschichtablagerung durch das Band selbst beim Lauf wieder entfernt werden. Günstig ist es jedoch, ein Tonband zu verwenden, das von Hause aus weniger Schmutz absetzt, weil dann die Tonköpfe nicht unnötig abgenutzt werden.

b) Die Oberflächenbeschaffenheit wirkt sich auch auf Haftreibung an der Antriebsrolle, den Band-Kopf-Kontakt und den Kopiereffekt aus. So gibt beispielsweise ein Band mit glatter Magnetschicht einen guten Kopf-Kontakt, hat dafür aber den Nachteil, daß innerhalb des Wickels wegen der sich näherliegenden Magneten der einzelnen Lagen ein Kopiereffekt auftreten kann. Die Wickelfestigkeit beim Umspulen oder Normallauf wird durch geeignete Drehmomente an den Wickelmotoren bestimmt. Der Wickel darf nicht zu locker sein, weil sich sonst das Band innerhalb des Wickels wringen kann oder das Band sogar Wellenlinien bildet. Der Zug darf jedoch nicht zu stark sein, weil der Kopiereffekt sonst zu groß wird. Auch auf die Wickeleigenschaften hat die Beschaffenheit der Bandoberfläche großen Einfluß.

c) Die Magnetisierfähigkeit ist ebenfalls nicht bei jedem Bandfabrikat gleich. Aussteuerbarkeit, Rauschfaktor, Homogenität und Dicke der Magnetschicht bestimmen den Anteil der Vormagnetisierung. Diese dient dazu, die Magnetschicht bis zu dem Arbeitspunkt vorzumagnetisieren, an dem Schallereignisse, die in Magnetfeldern umgewandelt am Aufnahmekopf erscheinen, dort eine entsprechende zusätzliche Magnetisierung des Bandes bewirken. Die Gesamt-magnetisierung darf aber einen bestimmten Sättigungsgrad nicht überschreiten, da sonst infolge der nichtlinearen Aufzeichnung Verzerrungen entstehen würden. Um das zu verhindern, muß mit Hilfe eines Anzeigegerätes – des Aussteuerungsmessers – die Aussteuerung des Bandes überwacht werden. Im Falle des „A 77“ werden die Aussteuerungsmesser so eingestellt, daß bei Verwendung des „Revox“-Bandes „PE 36 RX“ bei 19 cm/s weniger als 2% und bei 9,5 cm/s weniger als 3% Klirrverzerrungen entstehen. Werden andere Bandsorten verwendet, dann kann es geschehen, daß diese entweder zu hoch oder zu niedrig ausgesteuert werden. Die Bandhersteller sind bestrebt, die Bänder sowohl mechanisch als auch elektrisch ständig zu verbessern. Mechanisch erfolgt das durch Vorrecken sowohl in Längs- als auch in Querrichtung und durch Kalandern, elektrisch durch Verfeinern der Oxidteile und deren gleichmäßige Verteilung auf der Trägerfolie. Diese Weiterentwicklungen haben in den vergangenen Jahren wesentliche Verbesserungen der magnetischen Aufzeichnungstechnik gebracht, und man kann hoffen, daß aus dieser Richtung noch weitere Verbesserungen auf uns zukommen.

# Das Phänomen der Luftelektrizität und seine biologischen Wirkungen

Schon lange ist bekannt, daß das Klima einen Einfluß auf das Wohlbefinden der Menschen ausübt. Dabei spielen mehrere Faktoren eine Rolle: Lufttemperatur, Luftfeuchtigkeit, Niederschläge, Luftdruck, Luftreinheit, Sonneneinstrahlung, Sonnenflecken und andere. Forschungsergebnisse zeigen jedoch, daß außer diesen bisher als allein ausschlaggebend angesehenen Faktoren noch andere Einflüsse von Wichtigkeit sind: die kosmische und radioaktive Strahlung sowie die elektrischen Felder der Atmosphäre, denen heute eine große Rolle in bezug auf ihre biologischen Wirkungen auf Mensch, Tier und Pflanze beigemessen wird. Zu diesen Erkenntnissen gelangte man auf Grund jahrzehntelanger Versuche, vor allem der des Heidelberger Forschers für Biophysik, Prof. Dr.-Ing. Fritz Hahn [1], der die elektrischen Wechselfelder bei Föhren und Schlechtwetterlagen systematisch registrierte. Er stellte einen Zusammenhang zwischen elektrischen Gleich- und Wechselfeldern und dem Gesundheitszustand einer breiten Schicht wetterföhlicher Menschen fest. Mit Rücksicht auf die allgemein interessierende Bedeutung solcher Untersuchungen wird nachstehend etwas näher auf dieses Thema eingegangen. Nun läßt sich aber leider das Wetter nicht entscheidend beeinflussen. Es sind jedoch in neuerer Zeit Verfahren bekanntgeworden (künstliche Erzeugung eines elektrischen Gleichfeldes im Raum), die die Auswirkung des Klimas zumindest in Wohnungen und an Arbeitsplätzen verbessern sollen.

## 1. Das elektrische Feld der Erde

Es ist bekannt, daß die Erde kein neutraler Körper ist, sondern von einem elektrischen Feld umgeben ist. Nach Faraday und Maxwell läßt sich die Erde als kugelförmige Ladung (etwa 0,6 Mill. Coulomb) darstellen, von der Feldlinien ( $F$ ) radial austreten (Bild 1). Die Intensität dieses Feldes kann sowohl rechnerisch als auch maßtechnisch bestimmt werden. In der Nähe der Erdoberfläche beträgt die Feldstärke  $E$ , die sich aus den Werten Erde - Ionosphäre ( $E_{10}$ ) und Erde - Raumladung ( $E_R$ ) zusammensetzt (Bild 2),  $100 \dots 200 \text{ V/m}$ . Man kann sich das Feld wie die Kraftlinien in einem Kondensator vorstellen mit der Plusplatte „Ionosphäre“ und der Minusplatte „Erde“ sowie Luft als Dielektrikum.

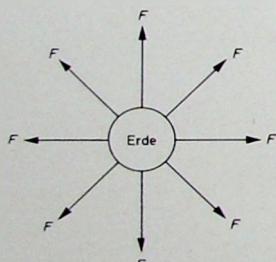


Bild 1 Vereinfachte Darstellung des elektrischen Feldes ( $F$ ) der Erde

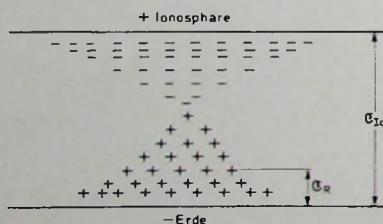


Bild 2 Wegen der negativen Ladung der Erde reichern sich + Ionen über dem Erdboden an und erhöhen die + Feldstärke in Bodennähe

Da das Feld der Erdladung durch mehrere Faktoren gestört wird, unterliegen obige Werte beträchtlichen Abweichungen. Dabei ist noch zu beachten, daß die elektrische Leitfähigkeit der Luft von geringen Werten in den untersten Schichten des Lufträts nach höheren Werten in der

Ionosphäre ansteigt. Nimmt man für die Ionosphäre eine mittlere Höhe von 200 km an, so errechnet sich daraus eine Spannung zwischen Erde und Ionosphäre von 400 000 bis 500 000 V. Diese Spannung hat einen ständigen Stromfluß in der Luft zur Erde hin zur Folge, dessen mittlerer Wert mit etwa  $3 \cdot 10^{-16} \text{ A/cm}^2$  errechnet werden kann, jedoch, wie schon erwähnt, starken Schwankungen unterworfen ist. Besonders große Abweichungen ergeben sich bei Tiefdruckwetterlagen, da wegen des geringeren Luftdrucks mehr Gase aus dem Erdboden entweichen. Diese sind mit radioaktiven Stoffen angereichert, und dadurch wird die Luft stärker ionisiert. Da die Erde eine negative Ladung hat, sammeln sich die entstehenden positiven Ionen über dem Erdboden an; bei normalen Schönwetterperioden sind es bis zu 20mal mehr positive als negative Ionen. Mit zunehmender Höhe gewinnen jedoch die negativen Ionen die Überhand (Bild 2).

## 2. Luftelektrizität und luft-elektrisches Feld

Unter „Luftelektrizität“ sind alle elektrischen Erscheinungen zu verstehen, von denen die wichtigsten sind: elektrische Felder, elektrische Wellen und Ionenwanderung. Beim luftelektrischen Feld handelt es sich um quasistationäre Felder, die einen Gleichstrom zur Folge haben, der im wesentlichen in der Wanderung von Ionen besteht. Die Stärke dieses Feldes läßt sich am einfachsten mit einem Elektrometer messen (ein modernes Gerät ist das „Elvitist“).

### 2.1. Ionen

In der Atmosphäre befinden sich nicht nur neutrale Gasatome und Moleküle, sondern auch Verunreinigungen aller Art (Ruß, Rauch, Wasserdampf), die das elektrische Feld beeinflussen. Darüber hinaus enthält die Atmosphäre noch elektrisch geladene Teilchen, die Ionen.

Durch Wärmebewegung, radioaktive oder kosmische Strahlung, UV-Strahlung usw. können die an den Atomkern nur lose gebundenen Valenzelektronen von der äußeren Bahn abgetrennt werden. In einem solchen Fall spricht man von einem positiven Ion. Ein negatives Ion entsteht, wenn sich ein Elektron an ein neutrales Atom angliedert. Elektrisch geladene Teilchen sind sehr aggressiv und lagern sich gern an größere Partikel (Staubteilchen) an.

(Staub, Geruchsteilchen, Mikroben) an.

Jedes Ion wird bei Vorhandensein eines elektrischen Feldes in Richtung des entgegengesetzten Pols angezogen und entlang den Feldlinien fortbewegt. In geschlossenen Räumen, in denen nur sehr schwache und unstete elektrische Felder vorhanden sind, verweilt das Ion wesentlich länger an einem Ort, was sich biologisch ungünstig auswirkt. Die Beweglichkeit der Ionen, ihr Gewicht, ihre Ladung und die auf sie wirkende Feldstärke bestimmen die Leitfähigkeit der Luft. Der Ionengehalt ist in größerer Höhe (1 ... 2 km) geringer als im Tal, nimmt aber dann bis zu 10 km Höhe um ein Mehrfaches zu. Nach Messungen von F. Hahn [1] sind folgende Durchschnittswerte von Ionenkonzentrationen in der Luft festgestellt worden:

in größeren Höhen (1 ... 2 km):  
 $1500 \dots 500 \text{ Ionen/cm}^3$

in ebenem Gelände und in Tälern:  
 $\text{bis } 5000 \text{ Ionen/cm}^3$

in Städten und Wohnräumen:  
 $\text{bis } 50000 \text{ Ionen/cm}^3$

in Arbeitsräumen:  
 $\text{bis } 50000 \dots 400000 \text{ Ionen/cm}^3$

Die höchsten Werte wurden in Eisenbetonbauten gemessen. Solche Häuser sind daher - diese Ansicht findet man zum Beispiel in einem Buch von Dr. Palm „Das gesunde Haus“, Freiburg, Bauer-Verlag - ungesund.

### 2.2. Luftelektrische Gleichfelder

Einleitend wurde bereits erwähnt, daß senkrecht zur Erdoberfläche ein elektrisches Gleichfeld verläuft, das seine Ursache in einer Spannung zwischen Erde und Ionosphäre sowie Erde und Raumladung der erdnahen Luft hat. Der dabei fließende Strom wurde mit  $3 \cdot 10^{-12} \text{ A je cm}^2$  Erdoberfläche errechnet, was etwa  $20 \cdot 10^6$  Ionen/s entspricht. Es ist verständlich, daß dort, wo dieser Strom fließen kann, nämlich in der freien Natur, die Luft dauernd von Schmutzteilchen gereinigt wird, da sich Elektronen und Ionen gern an größere Partikel (Staubteilchen) anlagern.

Messungen haben ergeben, daß das elektrische Gleichfeld nicht nur starken Schwankungen unterworfen ist, sondern daß noch andere Faktoren Änderungen des Gleichfeldes hervorrufen, nämlich



Bild 3. Aequipotentiallinien ( $V_1$  -  $V_4$ ) erhöhend die Feldstärke am menschlichen Körper im Gebirge [1]

Temperatur (bei steigender Temperatur nimmt die Feldstärke ab), Winde (fallende Winde verursachen eine Verringerung der Feldstärke), Bewölkung (auch sie verringert die Feldstärke, rasche Feldstärkeschwankungen haben meistens Regen oder Schneefall zur Folge),

Gewitter (bewirken ebenfalls starke Schwankungen), Sonnenfleckemaxima (haben eine Feldstärkeerhöhung zur Folge), geologische Einflüsse (Erhebungen aller Art verstärken die elektrischen Feldlinien und erhöhen damit die elektrische Feldstärke örtlich (Bild 3).

### 2.3. Elektrische Wechselfelder

Elektrische Wechselfelder in der Luft entstehen durch Sonnenflecken, starke Luftbewegungen, Gewitter, Föhn und warmfeuchte Strömungen an der Vorderseite eines Tiefdruckgebietes. Aber auch die moderne Technik verursacht eine Reihe künstlich erzeugter Wechselfelder, zum Beispiel die hochfrequenten Wechselfelder der zahlreichen Rundfunk- und Fernsehsender, die niederfrequenten Felder der Hochspannungsleitungen und – zu einem geringen Teil – auch die nichtabgeschirmten elektrischen Starkstrominstallationen in der Wohnung. Diese Felder üben, wie man festgestellt hat, ungünstige Einflüsse auf den Organismus aus. Zum Teil werden auch Pflanzen, Nahrungsmittel und Produktionsgüter (Kunststoffe, Textilien, Leime) davon betroffen, und auch bei gewissen chemischen Reaktionen können sie eine Rolle spielen.

### 2.4. Radioaktivität

Zur dauernden kosmischen Höhen- und radioaktiven Bodenstrahlung sind im Zeitalter des Atoms, der Atombombenversuche und der sprunghaften Zunahme der Atomreaktoren zusätzliche radioaktive Belastungen gekommen. Luft und Boden werden in vermehrtem Maße mit neuen radioaktiven Elementen (Isotopen mit teilweise langen Halbwertzeiten) angereichert, zum Beispiel mit Caesium, Strontium, Cobalt, Phosphor, Calcium, Jod usw., die den Ionisationsgrad der Luft ständig erhöhen und damit die Luftleitfähigkeit vergrößern.

Die durch die Radioaktivität erhöhte Ionenzahl bedeutet aber auch mehr Ionisationskerne, an die sich Staub, Bakterien usw. ansetzen können. Den schädlichen biologischen Wirkungen dieser erhöhten Radioaktivität sollte bedeutend mehr Beachtung geschenkt werden. Nicht nur, daß sie die Bildung roter Blutkörperchen ungünstig beeinflußt, sie kann auch langzeitig

Bild 4. Formen des Wetterablaufes und die dadurch hervorgerufenen biotropen Reize und Wirkungen

Wettercharakteristik	mittleres Schonwetter	Schonwetter - Hoch	Beginn des Föhns	Föhn	Wetterumschlag (beginnend)	Wetterumschlag (vollzogen)	durch Kaltluft verzögter Wetterumschlag	allgemeine Wetterberührung
Luftdruck								
Temperatur								
relative Luftfeuchtigkeit								
Milieu	kühl-mild trocken	mild-warm extrem trocken	mild-warm trocken	mild-warm feucht	kühl-kalt feucht	kalt feucht	kalt-kühl trocken	
biotropen Reize	gering		zeitweise erhöht		stark			gering
biotropen Wirkung	biologisch günstig		zeitweise	biologisch günstig	biologisch ungünstig			günstig

Genschädigungen zur Folge haben. Radioaktive Strahlungen sind vor allem auch wegen ihrer kumulierenden Wirkung gefährlich, das heißt auch sehr geringe Dosen können biologisch schädlich werden, wenn sie lange genug einwirken können [2]. Auf diese Schäden soll nicht weiter eingegangen werden, da hier, im Zusammenhang mit der Luftelektrizität, nur ihre Wirkung in bezug auf die Verschmutzung der Luft und die Verschlechterung des Klimas (besonders in Räumen) interessiert.

### 3. Biologische Auswirkungen der Luftelektrizität

#### 3.1. Elektrische Wechselfelder

Elektrische Wechselfelder unterschiedlichster Frequenzen und Amplituden durchdringen ständig die Atmosphäre und durchdringen auch den menschlichen Körper. Quellen dieser Felder sind vor allem Gewitter, die Schwankungen der Luftelektrizität auf dem gesamten Erdball verursachen. Weitere Quellen liegen im Kosmos, im Föhn und in den Luftbewegungen, speziell solchen, die Wetterfronten vorausgehen.

Die durch Wechselfelder erzeugten Wechselströme ändern ihre Polarität im Rhythmus ihrer Frequenz. Dadurch werden auch die in den menschlichen Zellen befindlichen Elektronen und Ionen hin- und herbewegt und Störungen des Ionenaustausches an den Zellmembranen verursacht, womit die notwendige Ionenwanderung in den Zellen ungünstig beeinflußt wird. Der Stoffwechselraustausch in den Zellen wird behindert, der Kreislauf gehemmt und dadurch der Abbau von Abfallprodukten vermindert, so daß sich Schläcken im Körper ansammeln. Die biologischen Folgen sind Müdigkeit, Nervosität, größere Krankheitsanfälligkeit, Wundschmerzen, Migräne, verschlimmertes Asthma, stärkere Rheumaschmerzen usw. Auch die Ausbreitung von Epidemien wird mitunter gefördert.

Die Schädlichkeit der meisten Wechselfelder ist schon lange bekannt. Die Natur schützt höhere Lebewesen vor schädlichen Wechselströmen, indem sie sie mit Hufen und Ballen versehen hat, die sie vom Erdboden isolieren. Viele schädlichen Einflüsse sollen nämlich auf die gute Erdung von Mensch, Tier und Pflanze zurückzuführen sein. Hahn [1] und Kritzinger konn-

ten mit Hilfe selbsterzeugter, der Natur nachgebildeter Wechselfelder bei Versuchspersonen Depressions- und Unlustgefühle [3] sowie verminderde Reaktionsfähigkeit hervorrufen, während Frey und Schorer eine Herabsetzung der Blutzirkulation und des Blutsauerstoffs nachweisen konnten. Diese „Wetterbeschwerden“ stehen im Zusammenhang mit den elektrischen Wechselfeldern, die bei Föhn und starken Wetterumschlägen auftreten und von witterungsempfindlichen und kranken Menschen bemerkt werden (Bild 4), bei denen der Zellionenaustausch nicht richtig funktioniert. Beim robusten, gesunden Menschen werden die elektrischen Einflüsse, sofern sie ein gewisses Maß nicht übersteigen, weitgehend neutralisiert und sind daher kaum fühlbar.

#### 3.1.1. Föhn

Durch Statistiken wurde festgestellt, daß die Reizschwelle der Menschen durch Vorbelastungen der Zivilisation sinkt, so daß immer mehr Menschen föhnempfindlich werden. Erhöhte Unfallquoten, Selbstmorde und Sterbefälle werden auch dem Föhnwetter zugesprochen.

Beim Föhn handelt es sich um ein reines Alpen-Wetterproblem. Wenn zum Beispiel im Süden der Alpen Regen herrscht, wird die gegen die Alpen aufsteigende Luft abgekühlt und durch Kondensation als Luftfeuchtigkeit niedergeschlagen. Von der Vorderseite der Alpen fällt die Luft dann trocken und adiabatisch ab. Hierbei lösen sich auch die Wolkenfelder größtenteils auf, und die Luft erwärmt sich um etwa  $1^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$ . Die „Föhnbeschwerden“ sind aber nicht auf das enge Gebiet der unmittelbaren Einwirkung beschränkt, sondern erstrecken sich weit über das meteorologische Föhngebiet hinaus.

Es kann heute als erwiesen angenommen werden, daß bei Föhn (wie auch bei den verschiedenen Luftbewegungen und Gewittern) Wechselströme erzeugt werden, die Wechselfelder der verschiedensten Frequenzen (beziehungsweise auch Impulsfrequenzen) hervorrufen, die nicht nur in der freien Natur ihre Wirkung ausüben, sondern auch in geschlossenen Räumen, und zwar auch dann, wenn Fenster und Türen fest verschlossen sind. Sie dringen durch Tür- und Fensterspalte und die Hausinstallationen in den Raum ein.

Oft werden diese Wechselfelder in geschlossenen Räumen durch Resonanzen und träge Ionen noch verstärkt. Prof. B. Primault, Zürich, hat in diesem Zusammenhang festgestellt, daß durch die bei Föhn entstehenden Wechselspannungen die Virulenz von Mikroben gesteigert wird und gleichzeitig die Abwehrkräfte der Lebewesen abnehmen (er konnte auch den Nachweis erbringen, daß zum Beispiel die sprunghafte Zunahme der Maul- und Klauenseuche bei Kühen in Föhnen gebieten bei Auftreten starken Föhns in engem Zusammenhang mit den dabei entstehenden Wechselfeldern steht).

### 3.1.2. *Luftionen und Leitfähigkeit der Luft*

Von Hansell wurde nachgewiesen, daß die vor Gewittern auftretenden starken Verschiebungen der Ionen von positiv zu negativ eine erhöhte messbare Luftleitfähigkeit bewirken, die sich biologisch ungünstig auswirkt. In Tallagen und in geschlossenen Räumen tritt dann noch eine Stagnation der Ionenverschiebung auf, die mit zur Wetterföhigkeit beiträgt.

### 3.2 *Elektrische Gleichfelder*

Eingangs wurde festgestellt, daß zwischen Erde und Ionosphäre ein statisches elektrisches Feld besteht, das bei Schönwetterlage einen Gleichstrom von den Luftsichten mit positiver Ladung zur negativen Erde verursacht. Der durch den menschlichen Körper fließende Ionen-Gleichstrom ist dabei von der Größenordnung  $40 \cdot 10^{-12} \text{ A}$ .

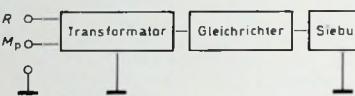
Um die biologische Wirkung dieses Stroms zu beurteilen, muß man sich vor Augen halten, daß dieser Millionen von Zellen des menschlichen Körpers durchfließt und damit die Ionenwanderung in den Zellen fördert. Bei normalem Ablauf der Stoffwechselvorgänge im Körper werden die beim Alterungsprozeß verbrauchten Moleküle durch Spaltung abgebaut. Die Zellen werden laufend durch neue ersetzt; es findet also eine ständige Zellregeneration statt. Durch das elektrische Feld wird diese Regeneration ständig angeregt und damit das gesamte Kreislaufgeschehen gesteigert.

Das elektrische Gleichfeld der Natur ist besonders in größeren Höhenlagen und über dem Meer sehr ausgeprägt. Es konnte nun eindeutig festgestellt werden, daß in Gegenden mit einem starken elektrischen Gleichfeld (in Höhen und bei Schönwetterlage) das Auftreten von Viren und Bakterien und als Folge Epidemien und Infektionskrankheiten stark zurückgingen. Je höher das elektrische Gleichfeld ist, um so geringer ist der Störfaktor durch schädliche Wechselfelder. (In der Schweiz durchgeführte Messungen ergaben, daß in 1900 m Höhe der Störfaktor bei starkem Föhn nur  $\frac{1}{2}$  gegenüber dem Tal betrug. Auf der Höhe wurde eine Feldstärke von  $1500 \text{ V/m}$ , im Tal nur von  $50 \text{ V/m}$  gemessen.) Die Gleichfelder der Natur sind dabei so bemessen, daß sie niemals schädlich wirken können, sondern nur einen Strom bewirken, der

im menschlichen und tierischen Körper äußerst gering bleibt, aber genügt, um den Kreislauf anzuregen und den Austausch verbrauchter Ionen zu fördern. Wesentlich ist dabei die Richtung des Feldes, das in der Natur von oben nach unten gerichtet ist. Bei umgekehrtem Feld könnten eindeutig depressive Störungen nachgewiesen werden.

### 4. *Technische Möglichkeiten zur Verbesserung des Raumklimas*

Leider ist es nicht möglich, das Wetter entscheidend zu beeinflussen. Der einzige Ausweg scheint daher der, das Klima in den Wohnungen und am Arbeitsplatz zu verbessern. Die senkrecht wirkende Feldstärke des Gleichfeldes in der Atmosphäre fehlt in geschlossenen Räumen zum größten Teil oder überhaupt. Bauten aus Holz, Ziegeln oder Kunststoff lassen einen Teil des äußeren Feldes wirksam werden.



während Beton- und vor allem Stahlbetonbauten das äußere Gleichfeld vollständig abschirmen.

Die Ionenverschiebungen bei Schlechtwetterlagen werden auch im Raum spürbar. Wegen des Fehlens des elektrostatischen Gleichfeldes fehlt in solchen Räumen die natürliche Kreislaufanregung, und als Folge ergeben sich die erwähnten Unpässlichkeiten.

Durch ein neues Verfahren soll sich das Raumklima erheblich verbessern lassen. Es besteht in der künstlichen Erzeugung eines elektrischen Gleichfeldes im Raum, ähnlich wie es in Höhen und bei Schönwetterlage vorherrscht. Die Erzeugung erfolgt auf relativ einfache Weise mit Hilfe „bioelektronischer Geräte“, die im menschlichen Körper einen kaum wahrnehmbaren Strom fließen lassen. Damit wird der gesunderhaltende Effekt freier Höhenlagen kopiert, wobei der menschliche Körper in jeder Sekunde etwa  $20 \cdot 10^{12}$  Ionen (gealterte Moleküle) an die Luft austauscht. Dieser Ionen austausch stellt einen Ionenfluß im Körper dar und ist für die Kreislaufanregung wie bereits erwähnt, sehr wichtig. Außerdem reduziert das künstliche Gleichfeld im Raum den Einfluß schädlicher Wechselfelder bei Wetterumschlägen und reinigt die Raumluft weitgehend von Mikroorganismen und Staub [4].

### 4.1. *Geräte zur Erzeugung eines elektrischen Gleichfeldes*

Geräte zur Gleichfelderzeugung sind in jüngster Zeit unter der Bezeichnung „Bio-Zimmer-Ionisator“, „Ionen generator“ oder „Bioelektronisches Gerät“ auf den Markt gekommen. Je nach der Größe des Raumes können Hochspannungsgeneratoren von 2 bis 10 kV gewählt werden (2 kV für Räume bis etwa  $20 \text{ m}^2$ , 10 kV bis  $500 \text{ m}^2$ ). Zur Zeit sind folgende Ausführungen erhältlich:

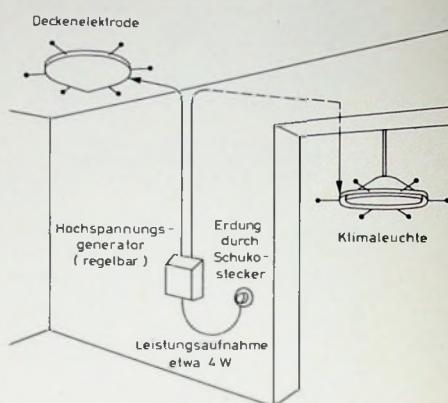
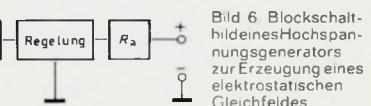


Bild 5 Schematische Darstellung für die Anordnung einer bioelektronischen Anlage in Wohnräumen



► Bioelektronische Klimaleuchten (Bild 5), die eine Kombination von Beleuchtungskörper und Dipolstrahler darstellen. Sie werden zweckmäßigerverweise in der Mitte der Decke montiert.

► Bioelektronische Deckenelektroden ohne Beleuchtungskörper (Bild 5).

► Tischgeräte, die komplett mit Generator und ausziehbarer Teleskop-elektrode zum Aufstellen auf dem Schreibtisch, Arbeitsplatz oder Nachtisch geliefert werden.

#### 4.1.1. *Aufbau des „Bio-Zimmer-Ionisators“*

Das Tischgerät „Bio-Zimmer-Ionisator“ (Bild 6) besteht aus einem Hochspannungstransformator mit zwei galvanisch getrennten Wicklungen und einer geerdeten Schutzwicklung. Die erzeugte Hochspannung wird mit einem Spannungsverdoppler (Villardschaltung) gleichgerichtet, gesiebt und einem hochohmigen Regler zugeführt, der eine stufenlose Feinregelung der Feldenergie ermöglicht. Der Ausgangswiderstand  $R_a$  ( $4 \text{ M}\Omega$ ) bietet einen sicheren Schutz gegen eventuelle Berührung. An die Ausgangsklemme von  $R_a$  ist die Antenne angeschlossen. Sie erzeugt das elektrische Gleichfeld im Raum, das von oben (+) nach unten (-) gerichtet ist. Eine zusätzliche Deckenelektrode kann in einem Nebenraum angeschlossen werden.

R. Hübner

#### Schrifttum

- [1] • Hahn, F. *Luftelektrizität*. Minden 1968, Philler Verlag
- [2] • Wahl, E. *Leben und Atomenergie*. Aarau 1969, Sauerländer Verlag
- [3] Rabe, R. *Körperliches und geistiges Wohlbefinden durch Raumionisation*. Der Deutsche Badebetrieb Bd. 62 (1971) Nr. 5
- [4] • Emrich, H. *Strahlende Gesundheit durch Bio-Elektrizität*. München 1968, Drei-Eichen-Verlag

## Hi-Fi-Lautsprecherboxen selbstgebaut

### 50 W Sinus, 80 Liter

Das Lautsprecherprogramm von SEL (ITT Bauelemente Gruppe Europa) bietet Hi-Fi-Kombinationen verschiedenster Leistungen an, für die passende Holzbausätze mit Schallwand und Be- spannstoff erhältlich sind. Damit können komplett hochwertige Hi-Fi-Boxen, die dem persönlichen Geschmack und den Wohnraumverhältnissen entsprechen und die man in den verschiedensten Farben beizen, kleben oder lackieren kann, preisgünstig selbstgebaut werden. Die Hi-Fi-Baukästen bestehen aus mehreren Lautsprecher- systemen, die zu einer Einheit mit optimalen Klangeigenschaften zusammen- gestellt sind, um eine bestimmte Richtigcharakteristik und einen breiten Übertragungsbereich zu erreichen.

Am Beispiel des Hi-Fi-Baukastens „BK 300 L“ und des Holzbausatzes „HBS 300“ soll hier der Bau einer Standbox beschrieben werden (Bild 1).

#### Lautsprechersysteme und Frequenzweiche

Der Lautsprecherbausatz „BK 300 L“ ist für eine 80-Liter-Dreiwegbox mit einer Anschlußimpedanz von 8 Ohm ausgelegt. Im Gehäuse eingebaut beträgt die Nennbelastbarkeit 50 W und die Grenzbelastbarkeit etwa 70 W. Der Übertragungsbereich ist 20 bis 20 000 Hz. Das Tieftonsystem „LPT 300“ mit Gummimische und 303 mm Korb durchmesser hat im geschlossenen 80-Liter-Gehäuse ohne Frequenzweiche eine Nennbelastbarkeit von 30 W. Die Eigenresonanz dieses 8-Ohm-Systems liegt bei 20 Hz. Der nach hinten akustisch abgeschirmte Mittel-Hochtönlautsprecher „LPH 915“ hat eine Schallöffnung von 83 mm  $\times$  140 mm (Scheitelpunktkreiskonstruktion). Der Lautsprecherbausatz enthält zwei dieser Systeme. Ferner sind zwei Hochtönlautsprecher „LPH 100“ (Übertragungsbereich bis 20 000 Hz) enthalten. Auch bei diesem 4,5-Ohm- System ist der Lautsprecherkorb geschlossen. Die Schallöffnung ist 90 mm, die Eigenresonanz liegt bei 1200 Hz, und die Nennbelastbarkeit beträgt 2 W.

Die speziell entwickelte Dreiweg-Frequenzweiche (Bild 2) ist auf einer gedruckten Platte aufgebaut. Die Anschlüsse für die Lautsprecher und den Verstärker sind durch fortlaufende Zahlen gekennzeichnet.

#### Aufbau

Mit dem Holzbausatz läßt sich eine Rechteckbox mit den empfohlenen Abmessungen schnell und problemlos bauen. Im ersten Arbeitsgang werden die Seitenteile (Bild 3) um die Schallwand (Bild 4) mit den Schutzwinkeln, die das Beschädigen der Kanten ver-

hindern, angeordnet und mit einer Schnur zusammengebunden. Wenn die Teile der Box aufeinander passen, zeichnet man die Lage der Leisten auf den Seitenteilen genau an und zerlegt das Gehäuse wieder.

Die Leisten zum Befestigen der Rückwand werden dann mit Leim eingestrichen, auf die entsprechenden Seitenteile gelegt und verschraubt. Anschließend werden die Leisten für die Befestigung der Schallwand sowie die Querleisten für den Zusammenhalt des Gehäuserahmens angeleimt und angeschraubt.

Als nächstes werden die abgeschrägten Kanten der Seitenwände mit Kaltleim bestrichen und zusammengefügt. Durch Verschrauben mit den Querleisten werden sie fest zusammengepreßt. Der Gehäuserahmen ist jetzt im Rohbau fertig. Den letzten Schliff bekommt die Box, wenn man die Seitenteile und vor allem die Kanten mit Sandpapier abschleift. Dies sollte aber, um das dünne Furnier nicht zu beschädigen, mit größter Vorsicht geschehen.

Die Seitenteile und die Rückwand des Gehäuses sind mit einem Weißfurnier beschichtet, dessen Oberfläche noch nicht behandelt ist. Kratzer oder Schrammen können deshalb leicht durch vorsichtige Überschleifen oder mit hellem Holzkitt beseitigt werden. Abschließend wird die Box in dem gewünschten Farblton gebeizt oder lackiert. Nach dem Einfärben überzieht man die Lautsprecherbox mit einer Mattierung, wodurch man eine leicht glänzende Oberfläche erhält.

Nun legt man die Schallwand mit der dunkel gebeizten Seite nach unten auf eine Unterlage und steckt die entsprechenden Schrauben durch die vorgebohrten Löcher. Die Lautsprecher werden auf die zugehörigen Öffnungen in der Schallwand gelegt und festgeschraubt. Die Frequenzweiche ist zwischen den beiden Hochtönen zu befestigen. Das richtige Verdrahten der Lautsprechersysteme mit der Frequenzweiche ist sehr einfach. Jeder Baukasten enthält die vorbereitete Verdrahtung mit markierten Kabeln. Man braucht lediglich die numerierten Kabel mit den entsprechend bezeichneten Steckern der Frequenzweiche und der Lautsprecher zu verbinden.

Zum Bespannen der Frontplatte breitet man den mitgelieferten Stoff auf einer glatten Fläche aus, streicht die Schallwand mit Kaltleim ein und drückt diese auf den Stoff. Die überstehenden Stoffstreifen werden um den Rand der Schallwand gezogen und mit Heftklammern oder Reißzwecken festgelegt.

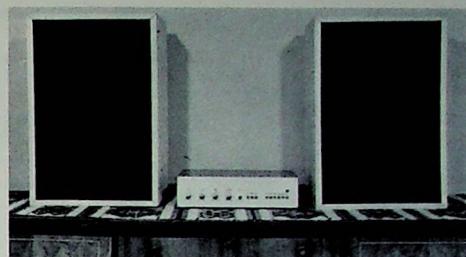


Bild 1. Zwei der fertigen, je 27 kg schweren Boxen (hier an einem Stereo-Verstärker angeschaltet)

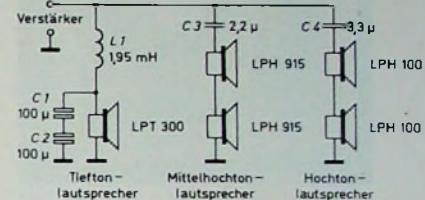


Bild 2. Schaltung der Frequenzweiche

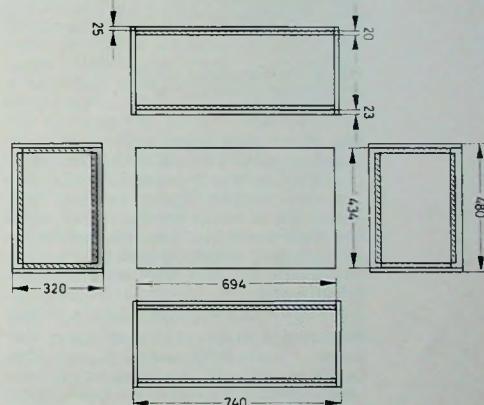


Bild 3. Gehäusebauteile mit Abmessungen

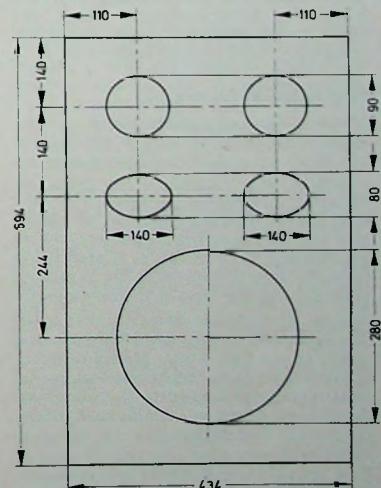


Bild 4. Schallwand mit Abmessungen

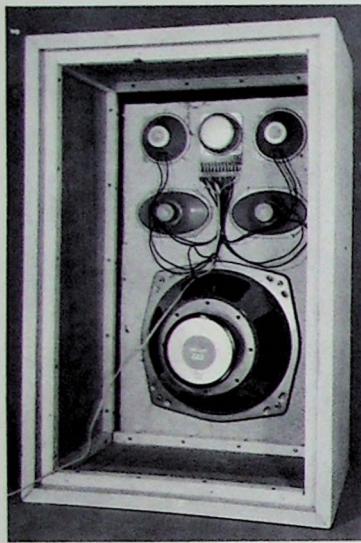


Bild 5 Ein Blick in das Gehäuse (oben: 2 Hochtontreiber mit Frequenzweiche; Mitte: 2 Mitteltontreiber; unten: Tiefentrontriber)

Bild 6. Frequenzgang der Hi-Fi-Lautsprecherbox ►



Die fertig montierte und bespannte Schallwand wird in den Gehäuserrahmen eingesetzt, verklebt und von innen verschraubt. Damit das Gehäuse nicht mitschwingt, ist darauf zu achten, daß die Schallwand luftdicht in das Gehäuse eingesetzt ist. Bild 5 zeigt das Gehäuse mit der eingebauten Schallwand.

Auf die Befestigungsleisten für die Rückwand klebt man den mitgelieferten „Tesa-Moll“-Streifen, der das Gehäuse bei aufgeschraubter Rückwand luftdicht abschließt. Dann füllt man das Gehäuse mit schallabsorbierendem Material (zum Beispiel Steinwolle), setzt die Rückwand ein und führt das Anschlußkabel durch das Loch in der Rückwand, worauf diese eingebaut und verschraubt wird.

#### Praktische Erfahrungen

Wegen der verhältnismäßig großen Abmessungen (740 mm × 480 mm × 320 mm) ist diese Lautsprecherkombination als Standbox in größeren Räumen besonders geeignet. Die Belastbarkeit von maximal 70 W reicht aus, um kleinere bis mittlere Sale zu beschallen. Bei vertikaler Aufstellung ist darauf zu achten, daß die Baßlautsprecher beider Boxen unten liegen.

Wegen der großen Holzflächen neigt die Box bei hohen Lautstärken und starken Bässen zum Mitschwingen. Dadurch können bei Baßwiedergabe Resonanzerscheinungen entstehen. Abhilfe ist eventuell durch zusätzliche diagonale Versteifungen mit Holzleisten möglich. Das Klangbild dieser Box ist im allgemeinen ausgewogen, wenn auch im Verhältnis zur Baßwiedergabe brillantere Höhen wün-

#### Einzelteiliste für die Hi-Fi-Box

- Hi-Fi-Baukasten „BK 300 L“ (Bestell-Nr. „49135 16301“) (SEL) enthält
- 1 Tiefentrontriber, 30 cm Ø
- 2 Mitteltontreiber, 15 cm × 9 cm,
- 2 Hochtontreiber, 10 cm Ø,
- 1 Dreieck-Frequenzweiche,
- 3,5 m Anschlußkabel,
- 2,5 m Abdichtstreifen,
- 1 Säge- und Bohrschablone, alle notwendigen Schrauben und Montagekleinteile sowie eine ausführliche Bau- und Betriebsanleitung
- Holzbausatz „HBS 300“ (Bestell-Nr. „27525 62103“) (SEL) enthält
- 4 furnierte Seitenwände,
- 1 furnierte Rückwand,
- 1 ausgesagte und gebeizte Schallwand,
- 12 Eckleisten,
- 55 cm × 80 cm Bespannstoff,
- 4 Schutzwinkel,
- 4 Tuben Kaltleim und alle notwendigen Schrauben,
- 4 Packungen Steinwolle

somit den Flip-Flop nicht mehr umschalten konnten. Als Ursache erwies sich schließlich die zu schwach gewordene Zeilen-Endröhre. D. Kerber

#### Hohes Pfeifen in Fernsehgeräten

Bei manchen Fernsehgeräten ist je nach Betriebstemperatur oder auch andauernd ein hoher, oft sehr lästiger Pfeifton zu hören. Zunächst dreht man den Lautstärkeregler auf Null und stellt meistens fest, daß der Ton im Inneren des Gerätes erzeugt wird. Beim genaueren Hinhören ist die Schallquelle in der Nähe des Zeilentransformatorkäfigs zu finden.

Die Zeilenableitfrequenz der CCIR-Norm ist 15 625 Hz. Durch verschiedene Umstände wird nun diese Frequenz über mechanische Schwingungen in Schallschwingungen umgewandelt, die als hoher Pfeifton storen. Die häufigste Ursache sind mitschwingende Systeme der Röhren PL 504 (PL 36) und PY 88 (PY 83). Durch Anstoßen des Röhrenkolbens mit einem Schraubenzieher kann der Pfeifton zeitweise verschwinden. Selbstverständlich muß die betreffende Röhre ausgetauscht werden, auch wenn sie elektrisch einwandfrei arbeitet.

Ebenso kann der Zeilentransistor mechanisch schwingen. Er wird durch zwei Jochschrauben zusammengehalten. Sind sie locker geworden, dann kann diese Erscheinung auftreten. Sie müssen wieder festgezogen werden. Jedoch ist hier mit Vorsicht vorzugehen, damit der Ferritkern nicht beschädigt wird.

In einigen Fällen kann auch der Zeilentransformatorkäfig selbst oder der abnehmbare Deckel durch das Magnetfeld des Transistors mechanisch schwingen. Eventuell sind Schranklaschen nachzubiegen oder Befestigungsschrauben anzu ziehen.

Eine weitere Störungsquelle ist unter Umständen die Zeilenspannungsspule. Sie hat meistens einen Stabmagneten, der mitschwingen kann. Hier sollte man den Magneten aus der Halterung entfernen und mit einem Haftkleber bestreichen. Eventuell läßt sich die Einheit auch mit einem Klebeband festlegen. Anschließend muß noch die Zeilenspannungsspule justiert werden. di

#### Fernseh-Service

##### Fehlerhafte Rotwiedergabe

Bei einem Farbfernsehempfänger wurde der Ausfall des Rotanteiles nach etwa 5 bis 6 min Betriebszeit beobachtet. Rote Bildstellen nahmen dann einen grünlichen Farnton an, während sich grüne Einzelheiten orange zeigten. Da das Schwarz-Weiß-Bild bis auf eine geringe Bildbreitenaänderung einwandfrei war, vermutete man einen Fehler im (R - Y)-Kanal. Mit einem Oszillografen wurde festgestellt, daß der als bistabiler Multivibrator arbeitende Referenzträger-Umschalter nach kurzer Zeit zu arbeiten aufhörte und somit keine Rückpolung des (R - Y)-Anteiles erfolgen konnte. Die Vermutung, einer der beiden Transistoren im Flip-Flop sei defekt, erwies sich als unrichtig; ebenso war das Auswechseln einiger Kondensatoren erfolglos.

Da die Phasenlage des Flip-Flop vom Schaltzustand der beiden Transistoren abhängt, diese aber durch Impulse aus dem Zeilentransistor getriggert werden, wurde die Impulsspannung einmal näher angesehen. Es stellte sich schließlich heraus, daß diese Impulse bei Auftreten des Fehlers beträchtlich kleiner wurden und

##### Mangelhafte Zeilensynchronisation

Die Zeilensynchronisation eines Schwarz-Weiß-Fernsehgerätes war sehr instabil, außerdem der Regelbereich des Zeilenfangreglers sehr eingengt.

Zunächst wurde die Impulstrennstufe spannungsmäßig und oszillografisch durchgemessen. Jedoch konnte hier kein Fehler festgestellt werden. Beim Überprüfen des Phasenvergleiches fiel die zu geringe Amplitude des Vergleichsimpulses vom Zeilentransistor auf. Der Verdacht eines Transistordefektes lag nahe. Beim näheren Betrachten des Transistors und der Bauelemente in seiner Umgebung wurde bemerkt, daß ein zu einer der Transistorwicklungen führender 33-kOhm-Widerstand verbrannt war. Er wurde ersetzt, und der Vergleichsimpuls hatte wieder volle Amplitude. di

## Amateurantennen mit integrierter Elektronik

Unter Antennen mit integrierter Elektronik versteht man eine Zusammenfassung von als Antennen im bisherigen Sinn wirkenden Strahlern und Verstärkerschaltungen (meistens mit Halbleiterbauelementen), die unter dem Gesichtspunkt minimalen Rauschens des Gesamtsystems miteinander kombiniert sind. Auf Grund der dabei zu beachtenden Gesetzmäßigkeiten muß die elektronische Schaltung jedoch ein unmittelbarer Bestandteil solcher Antennen sein. Eine räumliche Trennung und Verbindung über Kabel in der bisher gewohnten Weise führt nicht zu den optimalen Eigenschaften von Antennen mit integrierter Elektronik. Vielfach wird in diesem Zusammenhang auch die Bezeichnung elektronische Antenne oder aktive Antenne angewendet.

Solche Antennen haben für verschiedene Zwecke zunehmend Bedeutung erlangt, und sie werden auf verschiedenen Gebieten auch bereits mit Erfolg eingesetzt. Außer in der kommerziellen Technik und auf dem Gebiet der Konsumelektronik bieten diese Antennensysteme auch in der Amateutechnik Vorteile.

Ziel dieses Beitrages ist es, ausgehend von den Grundlagen und bekanntgewordenen Anwendungen solcher Antennensysteme, Möglichkeiten für Amateurbelange aufzuzeigen, bei denen Vorteile gegenüber der herkömmlichen Technik erkennbar sind. In diesem Sinne werden Anregungen zur Nutzbarmachung der bestehenden Möglichkeiten gegeben. Kenntnisse der üblichen Antennen- und Verstärkerkunde werden allerdings vorausgesetzt. Es erfolgen Angaben zum grundsätzlichen Schaltungsaufbau des elektronischen Teils mit Hinweisen für den amateurmaßigen Einsatz. Als Besonderheit gegenüber herkömmlichen Antennen tritt in diesem Zusammenhang die Nichtreziprozität auf, das heißt, Antennen mit integrierter Elektronik lassen sich entweder nur für den Sende- oder den Empfangsfall einsetzen. Vielfach soll jedoch eine Antenne im Amateurbetrieb sowohl zum Senden als auch zum Empfangen verwendet werden. In diesen Fällen muß eine Umschaltung an der Antenne erfolgen, die in eleganter Weise auch mit elektronischen Bauteilen (Dioden- oder Transistorschalter) durchgeführt werden kann.

Die Anwendungsmöglichkeiten von elektronischen Antennen für Amateurbelange sind so vielfältig, daß in diesem Beitrag nur einige Beispiele angegeben werden können. Der Schwerpunkt der durchzuführenden Arbeiten liegt auf der Schaltungsdimensionierung. In diesem Rahmen erfolgt eine Anleitung dazu unter besonderer Berücksichtigung der erforderlichen neuen Meßtechnik.

### 1. Grundlagen

Die Elektronik als integrierter Bestandteil von Antennenanordnungen bietet vielfache Möglichkeiten zur Erreichung und Veränderung von Antennen- und Systemeigenschaften. Man kann dazu eine Klassifizierung nach zwei Gesichtspunkten vornehmen:

#### 1.1. Antennen-eigenschaften

Die Impedanz- und Richtwirkungseigenschaften von Antennen hängen von der Spannungs-Stromverteilung auf der Antennenanordnung ab. Diese Spannungs-Stromverteilung ist frequenzabhängig und führt daher zur Frequenzabhängigkeit der Eigenschaften. Die Grenzen des Arbeitsbereiches werden von unbrauchbar werdenden Eigenschaften bestimmt, die von Fall zu Fall jedoch verschieden sein können.

Durch elektronische Bauteile (Dioden, Transistoren), die räumlich in der Antennenanordnung verteilt sind, läßt sich die Spannungs-Stromverteilung beeinflussen beziehungsweise steuern. Solche Bauteile haben in erster Linie eine Schalterfunktion, und ohne mechanische Veränderungen an einer Antenne lassen sich so durch rein elektronische Schaltmaßnahmen Eigenschaften mit gewünschter Zielstellung fernbedient einstellen. Außerdem kann zum Beispiel auch durch Kapazitätsdiode eine stetige Beeinflussung von Resonanzeigenschaften beziehungsweise von Eigenschaften, die von Verkopplungen abhängig sind, erfolgen.

Diese Gesichtspunkte sind für Amateurbelange jedoch von untergeordneter Bedeutung. Hier dominiert nach wie vor der Dreieckstrahler. Der Aufwand an Elektronik wäre hierbei zu hoch, und die Eigenschaften, die sich beeinflussen lassen, und die Beeinflussungsmöglichkeiten sind begrenzt. Hier besteht also im Gegensatz zu bestimmten kommerziellen Gebieten kein Zwang, diese Technik anzuwenden.

#### 1.2. Systemeigenschaften

Die Elektronik, die aperiodisch oder abgestimmt arbeiten kann, wird am Speisepunkt von Antennenanordnungen angeordnet. Hierbei ist zwischen Sende- und Empfangsantennenanlagen zu unterscheiden. Grundsätzlich erhält eine Anlage einschließlich Antenne dadurch einen besonderen Systemcharakter, das heißt, es besteht im Gegensatz zur herkömmlichen Technik wegen der elektrischen Systemparameter meistens keine Austauschbarkeit von Teilen verschiedener Systeme mehr. Das Problem der durch die an der Antenne unmittelbar angeordneten Elektronik bedingten Nichtreziprozität ist erforderlichenfalls auch hier beispielsweise

durch elektronische Umschaltung lösbar.

Im Fall der Sendeantlage ist zum Beispiel eine Integration der (fernabstimmbaren) transistorbestückten Sender-Endstufe mit dem eigentlichen Strahler möglich. Diese Technik bringt Vorteile bei langen Speiseleitungen oder -kabeln, und zwar besonders bei hohen Frequenzen. Dadurch erfolgt eine Reduzierung der Leistungsverluste bei der Übertragung, da nur eine verhältnismäßig geringe Steuerleistung erforderlich ist. Der Output wird damit direkt am Strahler wirksam. Grundsätzlich handelt es sich hier jedoch um eine bekannte Schaltungstechnik, die das Ziel hat, die maximale Leistungsabstrahlung durch die Antenne zu erreichen. Bei integrierter Elektronik am Strahler ist daher im Sendefall Leistungsanpassung erforderlich. Dabei ist ein konjugiert-komplexer Widerstand zwischen Endstufe und Strahler ohne weiteres möglich, da keine Leitungen mehr dazwischen angeordnet sind und daher keine unerwünschte Transformation auftritt. Die Leitung zur in der Antenne integrierten Endstufe hat nur noch die Funktion einer Steuerleitung mit geringer Belastung. Wegen möglicher Transformationswirkungen muß aber auch hier Leistungsanpassung angestrebt werden, wenn man vom Spezialfall der abgestimmten Leitung absieht. Sonst würde nämlich eine starke Frequenzabhängigkeit von Amplituden- und Phasenfehlern auftreten.

Die Steuerleitung kann mit geringen Abmessungen ausgeführt sein, woraus sich niedrigere Kosten ergeben. Eine Untersuchung der Vorteile solcher Antennenanlagen ist durch eine Leistungsbilanz in Verbindung mit einem Kostenvergleich zweckmäßig.

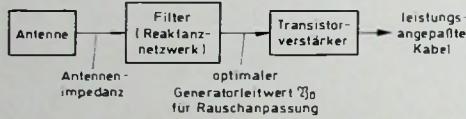
Im Fall der Empfangsanlage erfolgt zweckmäßigerweise ebenfalls die Integration der (Halbleiter-)Elektronik am Speisepunkt der Antennenanordnung. Hierbei ist es jedoch das Ziel, in diesem Empfangssystem das bestmögliche Signal-Rausch-Verhältnis zu erreichen.

Ein wesentlicher Schritt hierzu ist bereits die Verwendung eines herkömmlichen rauscharmen leistungsangepaßten Vorverstärkers direkt am oder in der Nähe des Speisepunktes der Empfangsantenne. Besonders bei langen Ableitungen, dünnen Kabeln und hohen Frequenzen wird hierbei ein gutes Signal-Rausch-Verhältnis erreicht, weil bei ausreichender Vorverstärkung die Dämpfung der Kabel und Leitungen das Signal-Rausch-Verhältnis praktisch nicht mehr verschlechtert. Es erfolgt also praktisch eine direkte Anschaltung der Empfängervorstufe an die Antenne und eine Eliminierung der Kabeldämpfung. In diesem Sinne ergibt sich das

gleiche Ergebnis auch bei gleichzeitiger Konvertierung und Verstärkung direkt am Speisepunkt der Antenne. Maßgebend für das erreichbare Signal-Rausch-Verhältnis ist dabei die Rauschzahl der ersten Stufe.

Falls zwischen Antenne und Elektronikschaltungen Leitungen oder Kabel verwendet werden, ist grundsätzlich Leistungsanpassung zwischen Quellen- und Verbraucherwiderstand, der außerdem dem Wellenwiderstand der Leitung beziehungsweise des Kabels entsprechen muß, erforderlich, weil sonst störende Transformationen durch fehlangepaßte Leitungen mit den bekannten Auswirkungen auftreten.

Um das optimale Signal-Rausch-Verhältnis bei einem gegebenen Transistor zu erreichen, muß dieser am Eingang in Rauschanpassung betrieben werden. Das heißt, es gibt für jeden rauscharmen Transistor einen optimalen Generatorleitwert, bei dem das optimale Signal-Rausch-Verhältnis auftritt. Leider fällt dieser optimale Generatorleitwert hinsichtlich Rauschens meistens nicht mit dem Generatorleitwert für maximale Verstärkung (konjugiert-komplexer Leitwert zum Eingangsleitwert des Transistors) bei Anpassung zusammen, so daß mit der Rauschanpassung meistens eine erhebliche Fehlanpassung der Leistung (großes Stehwellenverhältnis) und damit ein entsprechender Verstärkungsrückgang verbunden ist.



Der optimale Generatorleitwert für Rauschanpassung hängt außerdem von der Frequenz ab. Das Zusammentreffen von Rausch- und Leistungsanpassung bei einem bestimmten Generatorleitwert ist ein seltener Spezialfall. Bei optimierten Empfangsantennen muß man daher elektronische Schaltungen für Rauschanpassung am Eingang dimensionieren. Das erfordert jedoch aus den genannten Gründen die Integration in die Empfangsantenne ohne Verwendung von Leitungen oder Kabeln zwischen Antenne und elektronischem Teil. Am Ausgang werden solche Verstärker jedoch in Leistungsanpassung betrieben, weil damit optimale Verstärkung und praktisch beliebig lange Kabel zur übrigen Empfangseinrichtung möglich sind.

Diese Art von Antennen mit integrierter Elektronik hat auch in der Amateur-Empfangsantennentechnik ebenso wie in der Rundfunk- und Fernsehempfangstechnik sowie in der kommerziellen Technik eine besondere Bedeutung. Daher wird diese Thematik im folgenden ausführlich behandelt.

Grundsätzlich sind bei dieser Technik zwei Effekte erkennbar. Ausgangspunkt ist die Tatsache, daß sich bei Rauschanpassung gegenüber Leistungsanpassung eine Verbesserung

des Signal-Rausch-Verhältnisses (Rauschfaktors) in der Größenordnung von etwa 2 bis 6 dB (je nach Transistortyp und Betriebsfrequenz) erreichen läßt. Bei gleicher passiver Antennenanordnung und Rauschanpassung erreicht man also gegenüber Leistungsanpassung der Verstärkerschaltung einen Effekt, der etwa der Verdoppelung bis Vervierfachung des Antennenaufwandes entspricht. Das bedeutet jedoch gegebenenfalls eine beträchtliche Vergrößerung der Reichweite einer Station beziehungsweise Verbesserung der Empfangsqualität.

Es gibt aber auch viele, die sich aus baulichen, rechtlichen oder anderen Gründen Beschränkungen bei ihrer Antennenanlage auferlegen müssen.

In solchen Fällen besteht der Wunsch, mit räumlich verkleinerten Antennenanordnungen noch brauchbare Ergebnisse zu erreichen. Hier ist durch die integrierte Elektronik bei vergleichbaren Ergebnissen eine Reduzierung des Antennenaufwandes auf etwa die Hälfte bis ein Viertel möglich. Bei weiterer Verkleinerung muß man jedoch Zugeständnisse an die Empfangsqualität machen.

Bei Antennen und Verstärkern, die integriert werden sollen, ergeben sich keine neuen Besonderheiten der Schaltungstechnik. Lediglich der Dimensionierung der elektronischen Schaltung und der Wahl des Fußpunktwiderstandes der Antenne muß besondere Bedeutung beigemessen werden, um das Optimum zu erreichen.

Im folgenden wird die Dimensionierungssystematik für die drei Hauptteile einer aktiven Antenne – Verstärker, Reaktanznetzwerk und passiver Strahler – aufgezeigt. Wie die Bezeichnung „integrierte aktive Antenne“ aber bereits ausdrückt, ist eine schaltungstechnische Trennung der Hauptteile in vielen Fällen nicht möglich. Vielmehr kann die gesamte Konzeption eine geschlossene untrennbare Einheit bilden, ohne daß sich deswegen aber etwas an der Funktion ändert. Auch auf derartige Beispiele wird hingewiesen. Dimensionierung und Meßtechnik entsprechen dabei ebenfalls den allgemeinen Darlegungen.

## 2. Verstärker

Für die Wahl der Schaltungskonzeption des Verstärkers gelten die Gesichtspunkte für HF-Vorverstärker. Es kommen also schmal- und breitbandige Resonanzverstärker sowie – wegen des besonders einfachen Aufbaus und der universellen Verwendbarkeit – Breitband-RC-Verstärker unter Verwendung von Transistoren mit hoher Transitfrequenz in Frage. Die zuletztgenannte Konzeption sei wegen ihrer Vorteile etwas ausführlicher betrachtet. Falls dabei das in weiten Grenzen nicht selektive Verhalten zum Beispiel wegen Kreuzmodulationen stört, sind die obere und untere Frequenzgrenze durch die frequenzbestimmenden Bauteile entsprechend zu wählen, und es muß eine zusätzliche Selektion durch ein

Bild 1. Hauptteile einer aktiven Empfangsantenne

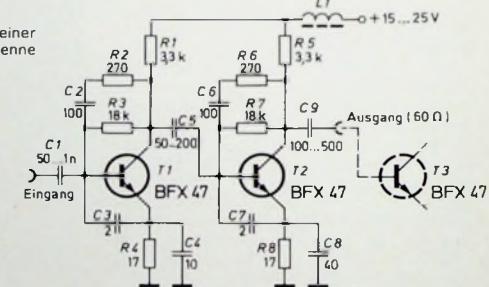


Bild 2. Aperiodische Verstärkerschaltung für aktive Empfangsantennen ( $L_1$ : etwa 40 Wdg., 0,18 Cul. auf Ferritstift mit 3 mm  $\varnothing$ )

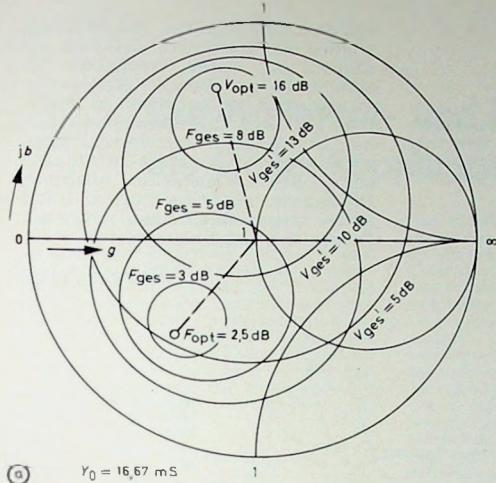
chen. Gegebenenfalls muß man transformierende und eventuell selektive Netzwerke zwischen Antenne und Verstärker verwenden.

Dazu ist jedoch zu bemerken, daß die Dämpfung solcher Netzwerke die Gesamtrauschzahl der Anordnung entsprechend verschlechtert, so daß man nach Möglichkeit auf sie verzichten sollte, falls die erforderliche Impedanz an der Antenne selbst durch entsprechende Dimensionierung einstellbar ist. Mitunter sind Netzwerke aber auch aus Selektionsgründen (Kreuzmodulation) erforderlich, und dann können sie auch die Aufgabe der Transformation auf optimalen Generatorleitwert übernehmen. Der Aufbau dieser Netzwerke erfolgt zum Beispiel als Bandfilter oder Reaktanznetzwerke in verschiedenen Variationen je nach dem Ziel der Dimensionierung. Man erhält dann den im Bild 1 dargestellten prinzipiellen Aufbau derartiger aktiver Antennensysteme.

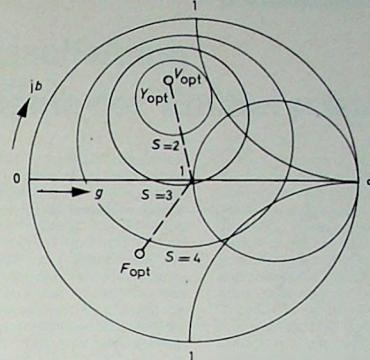
Reaktanznetzwerk (Anpaßnetzwerk) und dem passiven Antennenteil bewirkt werden. Als Beispiel zeigt Bild 2 eine erprobte Schaltung eines derartigen universell verwendbaren Verstärkers, die je nach Verwendungszweck jedoch noch optimiert werden kann.

Grundsätzlich kann bei allen Verstärkerkonzeptionen eine Optimierung für geringstes Rauschen nach der im folgenden angegebenen Methodik erfolgen:

- Wahl der Schaltung (zum Beispiel nach den Gesichtspunkten: Arbeitsbereich, Bandbreite und eventuell auch angestrebte Verstärkung);
- Ermittlung der erforderlichen Transistoren nach gewünschter Rauschzahl und Transitfrequenz;
- für die vom Hersteller für minimales Rauschen angegebenen Arbeitspunkte der Transistoren sind die Ortskurven des Generatorleitwertes für optimalen beziehungsweise kon-



①



②

Bild 3 a) Ortskurven (Kreise) konstanter Rauschzahl und konstanter Verstärkung mit Optimalwerten im Smith-Diagramm; b) Darstellung der optimalen Verstärkung (Leistungsanpassung) und Kreise für konstantes Stehwellenverhältnis

stanten Rauschfaktor der Gesamt schaltung am Eingang zu messen;

d) Realisierung des optimalen Generat orleitwertes durch Filter- und/oder Antennendimensionierung (passiver Teil).

Dazu ist im einzelnen von folgenden Überlegungen und Grundlagen aus zugehen: Ein Resonanzverstärker ergibt eine höhere Leistungsverstärkung als ein RC-HF-Breitbandverstärker und lässt sich meistens mit preisgünstigeren Transistoren auf bauen. Der Aufbau eines RC-HF-Breitbandverstärkers erfordert dagegen rauscharme Transistoren mit hoher Transitfrequenz; die Leistungsverstärkung je Stufe beträgt im Mittel etwa 7 dB. Der Aufbau ist verhältnismäßig unkritisch; er gelingt auch mit minimalem Meßaufwand, und der Verstärker ist universell verwendbar.

Die Rauschzahl  $F_{ges}$  des kompletten Verstärkers oder eines Systems ergibt sich aus der Rauschzahl  $F_1$  der einzelnen Stufen und der jeweiligen Stufenverstärkung  $V_{pn}$  nach der Gleichung

$$F_{ges} = F_1 + \frac{F_2 - 1}{V_{p1}} + \frac{F_3 - 1}{V_{p2}} + \dots$$

Daraus erkennt man, daß die Gesamtrauschzahl zwar im wesentlichen von der Rauschzahl  $F_1$  der ersten Stufe abhängt, aber die folgenden Stufen erhöhen in jedem Fall die Rauschzahl. Im vorliegenden Zusammenhang vor allem deshalb, weil bei der angestrebten Rauschanpassung meistens eine erhebliche Reduzierung der Leistungsverstärkung eintritt und daher das Rauschen der Folgestufen bemerkbar das Gesamtrauschen beeinflusst. Aus diesem Grunde sind grundsätzlich mehrstufige rauschangepaßte Verstärker besonders günstig. Bei RC-Verstärkern sind mindestens zwei, besser jedoch drei Stufen vorzusehen; bei Resonanzverstärkern kommt man im allgemeinen mit zwei Stufen aus. Zu beachten ist, daß bei Berücksichtigung des Empfängerrauschens bei der Gesamtverstärkung des aktiven Teils die Dämpfung des Kabels berücksichtigt werden muß.

Die Auswahl der Transistoren erfolgt in erster Linie unter dem Gesichtspunkt kleinster Rauschzahl nach den Datenblättern der Hersteller. Es gibt heute Transistoren mit extrem niedrigen Rauschzahlen, aber ihr Preis ist meistens für Amateurzwecke noch zu hoch, so daß in dieser Hinsicht ein Kompromiß geschlossen werden muß. Aber auch mit preisgünstigeren Typen lassen sich sehr gute Ergebnisse bei aktiven Antennen erreichen, wenn auf Rauschanpassung dimensioniert wird.

Von den Herstellern werden die Arbeitspunkte der Transistoren für niedrigstes Rauschen angegeben. Die veröffentlichten Rauschzahlen beziehen sich vielfach auf einen Generatorleitwert gleich dem für Rauschanpassung optimalen Quellenleitwert bei bestimmten angegebenen Frequenzen und für eine bestimmte Meßschaltung (meistens mit einem Lastwiderstand am Ausgang in der Größenordnung 1,5 kOhm). Vereinzelt sind auch Ortskurven für den Generatorleitwert bei optimalem Rauschfaktor beziehungsweise mit Kreisen für konstanten Rauschfaktor (oder konstante Rauschtemperatur) für solche Transistoren in Meßschaltung für jeweils eine bestimmte Frequenz von Herstellern angegeben. Jedoch stehen solche Unterlagen nur begrenzt zur Verfügung, da der Applikationsaufwand sehr groß ist und es eine unübersehbare Vielzahl von anwendungstechnischen Möglichkeiten gibt. Derartige Datenangaben haben daher nur orientierende Bedeutung, und die exakten Werte müssen vom Anwender gezielt ermittelt werden. Diese Werte unterscheiden sich meistens sehr erheblich von den Werten für einen Transistor in Meßschaltung.

Die Abhängigkeit des Rauschens vom Generatorleitwert wird zweckmäßigerweise in der Ebene des komplexen Reflexionsfaktors beziehungsweise im Smith-Diagramm als Leitwertebene dargestellt. Gleichzeitig lassen sich dabei auch die verfügbare Verstärkung und die Leistungsanpassung darstellen, so daß die interessierenden Werte übersichtlich in einer Darstellung erkennbar sind. Aus Gründen

der Meßtechnik wird dabei ein Bezugsleitwert  $Y_0 = 16,67 \text{ mS}$  entsprechend einer Bezugsimpedanz von  $Z_0 = 60 \text{ Ohm}$  gewählt. Bild 3 zeigt eine solche Darstellung. Sie gilt aber nur für einen jeweils zugrunde gelegten Aufbau (Meßschaltung oder fertig dimensionierter Verstärker) und exakt nur für eine Frequenz. Bei großen Bandbreiten beziehungsweise weit auseinanderliegenden Betriebsfrequenzen muß daher die Untersuchung bei mehreren Frequenzen erfolgen, wenn die Ergebnisse exakt sein sollen.

Derartige Messungen sind sehr langwierig, lassen sich aber nicht umgehen, wenn die Dimensionierung optimal sein soll. Eine Vereinfachung ist jedoch dadurch gegeben, daß die Auswahl von in Frage kommenden Transistoren nach den Unterlagen der Hersteller nach  $F_{opt}$  erfolgen kann. Allgemein können, wenn die Ortskurven vorliegen, je nach angestrebtem Ziel auch durch Wahl des Generatorleitwertes beliebige Kompromisse zwischen Rauschzahl, Leistungsverstärkung und Leistungsanpassung eingegangen werden. Bei Breitbandanwendungen muß man außerdem den Frequenzgang der Rauschzahl untersuchen.

Der Generatorleitwert als Fußpunkt widerstand einer Antenne ist frequenzabhängig; Reaktanznetzwerke verändern diese Frequenzabhängigkeit. Exakt müßte bei mehreren Frequenzen die Kreisscharr konstanter Rauschzahl ermittelt und der jeweilige Generatorleitwert für den Verstärker eingezeichnet werden. Bei geringen Änderungen in schmalen Frequenzbereichen kann man jedoch die Leitwertortskurve in das Diagramm der Kreise konstanter Rauschzahl bei der Mittelfrequenz eintragen und so den Frequenzgang der Rauschzahl bestimmen. Bild 4a zeigt das Smith-Diagramm und Bild 4b den Frequenzgang der Rauschzahl in rechtwinkligen Koordinaten. Es sind drei Beispiele für die Erreichung verschiedener Rauschbandbreiten auf Grund des Quellenleitwertfrequenzganges qualitativ eingetragen, die vom Verlauf und der Lage der Leitwertortskurve  $Y_0 = f(f)$  bestimmt werden. Man erkennt, daß diese Effekte im wesentlichen vom passiven Teil der Antenne (Strahler und Netzwerk) bestimmt

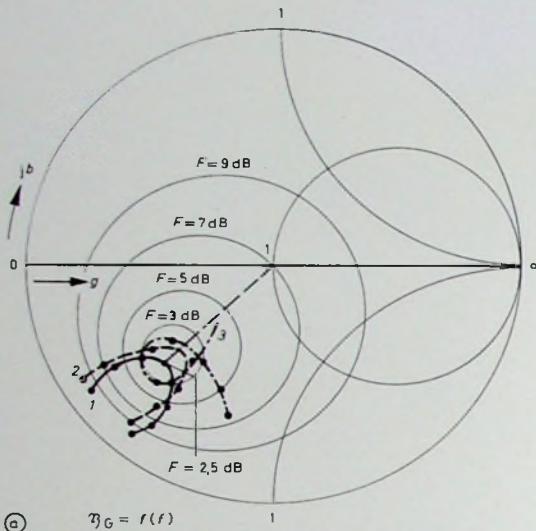
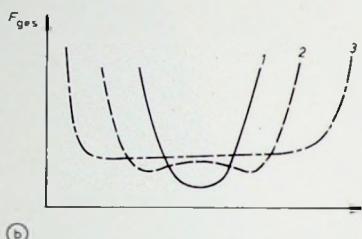


Bild 4a. Frequenzabhängigkeit der Rauschzahl. Darstellung im Smith-Diagramm



(Fortsetzung folgt)

Bild 4b. Frequenzabhängigkeit der Rauschzahl. Darstellung in rechtwinkligen Koordinaten

werden. Diese Dimensionierung ist daher als nächster Schritt entsprechend vorzunehmen.

Als elektronischer Teil kann beispielsweise die Schaltung nach Bild 2 verwendet werden. Diese Schaltung ist verhältnismäßig unkompliziert, sie weist keine abzustimmenden Baulemente (Spulen) auf und ist leicht zu realisieren. Zweckmäßigerweise wendet man dabei die Technik der gedruckten Schaltung an. Der mögliche Arbeitsfrequenzbereich erstreckt sich lückenlos vom Langwellen-Rundfunkbereich (150 kHz) bis etwa 850 MHz (obere Frequenzgrenze). Der Verstärker eignet sich daher für alle zur Zeit benutzten Amateurbereiche und auch für die Rundfunk- und Fernsehbereiche. Die untere Frequenzgrenze wird durch die Koppelkondensatoren C 1, C 5 und

C 9 bestimmt. Eine Verkleinerung der Kapazitäten ergibt eine Erhöhung der unteren Frequenzgrenze, die zum Beispiel bei störenden Diensten in ungenutzten unteren Frequenzbereichen notwendig sein kann. Mit den kleineren der angegebenen C-Werte erhält man eine untere Grenzfrequenz von etwa 40 MHz. Die obere Frequenzgrenze wird durch die der Kondensatoren in den Gegenkopplungen beeinflußt. Als Transistoren sind rauscharme Typen mit hoher Transistorfrequenz, zum Beispiel BFX 47, BFX 89 und BFY 90, verwendbar. Beim praktischen Aufbau des Verstärkers sind natürlich auf Grund von Streuungen gegebenenfalls Korrekturen der Werte der Bauelemente notwendig. Auch der optimale Generatorteilwert kann erst am fertigen Aufbau in der beschriebenen Weise

ermittelt werden. Bei der Messung werden die Werte grundsätzlich am Eingang des ersten Transistors bestimmt, um zum Beispiel Kreisverluste gar nicht erst entstehen zu lassen. Dies gilt auch für Resonanzverstärker, bei denen man zweckmäßigerverweise ebenfalls zunächst im Eingang keine Resonanzelemente anordnet. Die angedeutete dritte Stufe im Bild 2 ist bei langen Ableitungen und hohen Frequenzen empfehlenswert.

(Fortsetzung folgt)

## KW-Kurznachrichten

### 10 Jahre Konstanz-Treffen

Am 10. und 11. Juli 1971 feierten die deutschen Funkamateure ein seltenes Jubiläum: Sie begingen im zehnten Jahr ihr „Internationales Bodensee-Treffen“. 1961 wurde es zum ersten Male auf Initiative des DARC-Ortsverbandes in Konstanz durchgeführt. Solche Treffen dienen in aller Welt dazu, daß man drahtlos geknüpfte Beziehungen und Freundschaften durch persönliche Kontakte – gewissermaßen Auge in Auge – vertieft und festigt. Umrahmt wurde das Konstanz-Treffen von funksportlichen Wettbewerben und einer Amateur-Funkmesse, über die noch ausführlich berichtet wird.

## Technik von morgen

### Was versteht man unter Futurologie?

Auf diese Frage gibt das Pressereferat des Bundesministers für Bildung und Wissenschaft in seiner Zeitschrift „informationen bildung wissenschaft“, Nr. 6/1971, vom 17. 6. 1971, die nachstehende Antwort:

In der Gesellschaft der Gegenwart wird die Kenntnis dessen, was in Zukunft möglicherweise eintreten kann, wahrscheinlicherweise eintreten wird und wie unsere Zukunft gestaltet werden kann, immer wichtiger. Diese Kenntnisse zu vermitteln, ist Aufgabe der neuen multidisziplinären Disziplin „Zukunftsforchung“ oder „Futurologie“ (ein von O. K. Flechtheim 1943 geprägter Begriff). Sie versteht sich als Prognoselehre und zugleich als Lehre von den Planungstechniken. Ihre Methoden sind verschieden, je nachdem ob sie theoretisch

sche Disziplin der Voraussagen, Prognosen und Projektionen oder Planungswissenschaft, das heißt angewandte Wissenschaft, ist. Die Futurologie verbindet damit die Vorhersage des Ungeplanten mit der Lehre von den Planungstechniken und der bewußten Anwendung von Planung auf eine wünschbare Zukunft hin.

Die Bereitstellung von Grunddaten über wirtschaftliche, gesellschaftliche und technologische Zusammenhänge und Entwicklungen, ihre Zusammenfassung zu aussagekräftigen Schlüsseldaten, deren Extrapolation und kritische Überprüfung sind die wichtigsten Aufgaben der Zukunftsforchung. Kernfragen sind gegenwärtig die Probleme von Bevölkerungswachstum, Automation, wissenschaftlich-technisch-industrieller

Produktivität, Erschöpfung von Rohstoffen, Verschmutzung von Wasser und Luft, Entwicklung der Persönlichkeit und Sicherung des Friedens.

In der Bundesrepublik befassen sich besonders drei Institute mit Fragen der Zukunftsforchung:

- ▶ das 1968 gegründete Zentrum Berlin für Zukunftsforchung (1 Berlin 31, Hohenzollerndamm 170) (vor allem wirtschafts- und sozialwissenschaftliche Auftragsstudien);
- ▶ das 1965 gegründete Max-Planck-Institut zur Erforschung der Lebensbedingungen in der wissenschaftlich-technischen Welt in Starnberg (813 Starnberg, Riemerschmidstraße) (Grundlagenforschung) und
- ▶ das 1970 von Wirtschaftsunternehmen gegründete Institut zur Erforschung technologischer Entwicklungslinien in Hamburg (früher Hannover) (2 Hamburg 36, Große Bleichen 21) (wirtschaftsorientierte, technologische Untersuchungen)

In der Gesellschaft für Zukunftsfragen in Hamburg haben sich Wissenschaftler und Praktiker zusammengeschlossen, um die Bemühungen der Zukunftsforchung zu koordinieren und ihre Ergebnisse der Allgemeinheit zugänglich zu machen (2 Hamburg 36, Karl-Muck-Platz 1).

## Die Kollektor- und Basisschaltung als Gegenkopplungsvariante der Emitterschaltung

Auf anschauliche Weise kann gezeigt werden, daß die Basis- ebenso wie die Kollektorschaltung eines Transistors vorteilhafterweise als Gegenkopplungsvarianten der Emitterschaltung aufzufassen sind. Die Basis- und Kollektorschaltung sind demnach keine prinzipiell andersartigen Transistorschaltungen; es handelt sich bei allen drei Schaltungen eigentlich immer um die Emitterschaltung. Auf diese Tatsache wird im Schriftum selten hingewiesen, sie hilft aber sehr, die Eigenschaften dieser drei Schaltungen zu verstehen.

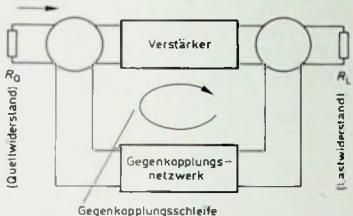


Bild 1. Prinzip der Gegenkopplung bei Verstärkern (Kreise am Verstärkereingang und Verstärkerausgang s. Text)

Zunächst seien kurz die Gegenkopplungsschaltungen eines Verstärkers diskutiert. Bild 1 zeigt die allgemeine Schaltung eines gegengekoppelten Verstärkers. Das Typische dieser Schaltung ist, daß Verstärkerausgang und -eingang miteinander „verkoppelt“ sind. Dadurch entsteht ein geschlossener Kreis – ein „Regekreis“ sozusagen –, der es erlaubt, die Verstärker-eigenschaften in bestimmter Weise zu beeinflussen. Es gibt nun vier verschiedene Möglichkeiten, das Gegenkopplungsnetzwerk an den Verstärker so anzuschließen, daß eine geschlossene Schleife entsteht. Das ist im Bild 1 durch die beiden Kreise am Verstärkereingang und -ausgang angedeutet. Man kann nämlich am Verstärkerausgang die drei Klemmenpaare (des Verstärkers, des Gegenkopplungsnetzwerkes und der Last), die am Kreis zusammen treffen, entweder alle parallel oder aber alle in Reihe schalten. Ebenso lassen sich am Verstärkereingang alle drei Klemmenpaare entweder in Reihe oder aber parallel schalten.

Im Bild 2 sind nur die sich daraus ergebenden vier Schaltmöglichkeiten angegeben. Der Anschaulichkeit wegen sind dabei auch die typischen (in der Praxis auftretenden) Gegenkopplungsnetzwerke gestrichelt eingezeichnet. Man nennt nun die Schaltung, bei der die Klemmenpaare am Verstärkerausgang alle parallel und am Verstärkereingang alle in Reihe geschaltet sind, eine Reihen-Parallel-Gegenkopplung (Bild 2a).

Die Zusammenschaltung der Klemmenpaare am Verstärkereingang wird also stets zuerst angegeben, dann die am Ausgang. Damit ist klar, daß Bild 2d zum Beispiel eine Parallel-Reihen- und Bild 2b eine Reihen-Reihen-Gegenkopplung darstellt.

Das Charakteristische der Parallelschaltung des Gegenkopplungsnetzwerkes zum Verstärkerausgang (Bilder 2a und 2c) ist nun, daß die Gegenkopplung proportional der Verstärkerausgangsspannung ist. Diese Schaltung nennt man deshalb Spannungsgegenkopplung.

Eine Vergrößerung der Verstärkerausgangsspannung (zum Beispiel infolge eines vergrößerten Lastwiderstandes) verursacht bei dieser Schaltungsart ein größeres Gegenkopplungssignal, dadurch tritt eine Verkleinerung der Verstärkung ein, und somit wird einer Änderung der Ausgangsspannung entgegengewirkt. Eine Parallelschaltung des Gegenkopplungsnetzwerkes zum Verstärkerausgang bewirkt also eine größere Konstanz der Verstärkerausgangsspannung bei Änderung des Lastwiderstandes. Das ist aber gleichbedeutend mit einer Verringerung des Verstärkerausgangswiderstandes.

In den Bildern 2b und 2d ist das Gegenkopplungsnetzwerk mit dem Verstärkerausgang und dem Lastwiderstand in Reihe geschaltet, das heißt also, daß das Gegenkopplungssignal dem Verstärkerausgangstrom proportional ist. Man nennt daher die Reihenschaltung auch Stromgegenkopplung. Eine Vergrößerung des Lastwiderstandes verursacht eine Verringerung des Ausgangsstromes; folglich wird das Gegenkopplungssignal verkleinert, die Verstärkung also erhöht und somit eine Änderung des Verstärkerausgangstromes klein gehalten. Eine Reihenschaltung am Ausgang bewirkt also einen konstanten Verstärkerausgangstrom, unabhängig von Laständerungen, die heißt aber, der Verstärkerausgangswiderstand erhöht. Betrachtet seien nun die Eingänge der gegengekoppelten Verstärker. In den Bildern 2a und 2b sind der Verstärkereingang, die Quelle und das Gegenkopplungsnetzwerk in Reihe geschaltet. Für einen bestimmten Eingangsstrom des Verstärkers muß nun die Spannung der Quelle gegenüber dem nichtgekoppelten Verstärker um die in Reihe liegende Spannung des Gegenkopplungsnetzwerkes größer sein; das bedeutet aber, daß die Reihengegenkopplung am Eingang den Eingangswiderstand des Verstärkers effektiv vergrößert.

Die in den Bildern 2b und 2d dargestellte Parallelgegenkopplung am Eingang bewirkt gegenüber einer Erniedrigung des Verstärkereingangswiderstandes: Für eine bestimmte Eingangsspannung muß nämlich jetzt der Eingangsstrom um den Betrag des gegengekoppelten Stromes größer werden. Man nennt übrigens die Eingangs-Parallelgegenkopplung auch Stromgegenkopplung, weil am Eingang ein gegengekoppelter Strom wirksam wird. Analog wird die Eingangs-Reihenschaltung auch Spannungsgegenkopplung genannt, weil am Eingang eine vom Ausgang gegengekoppelte Spannung wirksam wird.

In Tab. I. sind diese Überlegungen noch einmal zusammengefaßt.

Nun ist es ein leichtes, die anfangs aufgestellte Aussage zu beweisen: Im Bild 2a setze man  $R_Q = 0\text{ Ohm}$  und  $R_L = \infty$ . Damit erhält man die Kollektorschaltung (Bild 3a). Also ist die Kollektorschaltung eine vollständig reihen-parallel-gegengekoppelte Emitterschaltung, die nach den vorherigen Überlegungen einen höheren Eingangs- und einen niedrigeren Ausgangswiderstand haben muß als die „gewöhnliche“ Emitterschaltung. Wegen der totalen Spannungs-Spannungs-Gegenkopplung kann die Spannungsverstärkung nur bei etwa 1 liegen. Somit finden die bekannten Eigenschaften der Kollektorschaltung eine einfache Erklärung.

Ebenso leicht läßt sich die Basisschaltung als vollständig parallel-reihen-gegengekoppelte

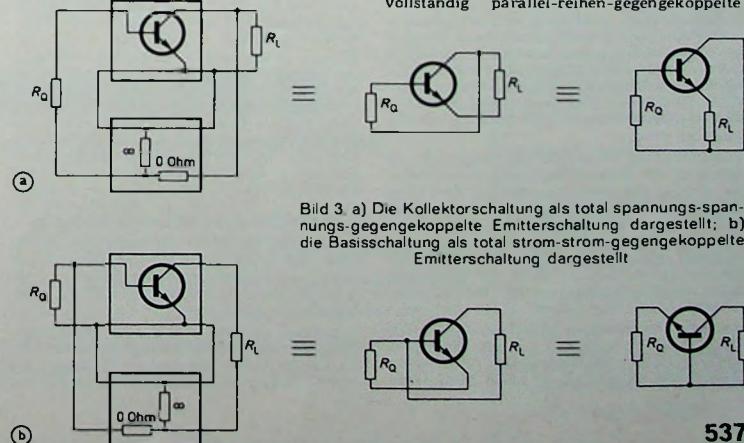


Bild 2. Die vier Gegenkopplungsmöglichkeiten eines Verstärkers. Der Anschaulichkeit wegen ist als Verstärker ein Transistor in Emitterschaltung gestrichelt eingezeichnet. Die Batterie kann sich als Teil des Lastwiderstandes  $R_L$  denken;  $R_Q$  = Innenwiderstand der Signalquelle

Gegenkopplungsart	Bild	Eingangs-widerstand wird	Ausgangs-widerstand wird
Reihen-Parallel (Spannung-Spannung)	2a	größer	kleiner
Reihen-Reihen (Spannung-Strom)	2b	größer	größer
Parallel-Parallel (Strom-Spannung)	2c	kleiner	kleiner
Parallel-Reihen (Strom-Strom)	2d	kleiner	großer

Tab. 1.  
Übersicht über  
Gegenkopplungsarten

Emitterschaltung analysieren: Im Bild 2d setzt man  $R_1 = \infty$  und  $R_2 = 0 \Omega$  und erhält dann die Basischaltung (Bild 3b). Auf Grund der völligen Strom-Strom-Gegenkopplung ergibt sich ein sehr hoher Ausgangs- und ein sehr niedriger Eingangswiderstand, die Stromverstärkung muß in der Größenordnung von 1 liegen.

In diesem Sinne handelt es sich bei der Kollektorkondensator- und Basischaltung um zueinander duale (Strom-Strom- beziehungsweise Spannungs-Spannungs-) Gegenkopplungsvarianten der Emitterschaltung.

Es ist auch plausibel, daß die Emitterschaltung die größte Leistungsverstärkung aufweist, denn durch Gegenkopplung wird die Leistungsverstärkung stets verringert.

Die angestellten Überlegungen für Transistoren gelten ebenso für Röhren: Bei der Anodenbasis- und Gitterbasisschaltung handelt es sich genaugenommen um eine gegengekoppelte Kathodenbasisschaltung.

#### Schriftum

- Röhre und Transistor als Vierpol. Ulm 1967, AEG-Telefunken, Fachbereich Röhren

## Von Sendern und Programmen

### Funk- und Fernseh-Berichterstattung über die Olympischen Spiele 1972 in München

Rund 1200 Rundfunk- und Fernsehjournalisten von etwa 110 Horfunk- und 60 Fernsehgesellschaften aus der ganzen Welt werden über die olympischen Ereignisse in München berichten. Etwa 50 hochqualifizierte Techniker arbeiten heute schon an den technischen Voraussetzungen. Verantwortlich ist das Deutsche Olympia-Zentrum Radio Television (DOZ). Es wurde 1968 von der Arbeitsgemeinschaft der Öffentlich-Rechtlichen Rundfunkanstalten der Bundesrepublik Deutschland (ARD) und dem Zweiten Deutschen Fernsehen (ZDF) gegründet. Geschäftsführer ist Robert E. Lembke.

Während der olympischen Tage wird das DOZ eine große Funk- und Fernsehanstalt sein; ihre Kapazität größer als die aller deutschen Funk- und Fernsehanstalten zusammen. Dann werden über 1500 Techniker – auch aus Österreich, der Schweiz, Holland und Belgien – für DOZ tätig sein.

Bild und Ton müssen aus 33 verschiedenen olympischen Stätten in mehr als 100 Länder gesendet werden. Hierfür werden rund 900 Sprecherstellen, über 100 elektronische Farbfernsehkameras in Stadien, Interviewstudios und im Produktionszentrum benötigt. Dazu kommen 21 Farbübertragungswagen, mehrere Farbfernsehstudios, 70 Horfunkstudios, 40 bis 60 Magnetaufzeichnungsanlagen, Dolmetschstudios, Filmschneide- und Redaktionsräume. Stündlich werden bis zu 2000 m Farbfilm entwickelt werden können.

Das Fernseh-Weltprogramm wird nach streng journalistischen Gesichtspunkten zusammengestellt sein. Es wird über Verteilerleitungen in Europa und über Satelliten nach Übersee gesendet. Auch Sonderwünsche können erfüllt werden: Magnatisch aufgezeichnete Ereignisse werden den Fernsehstationen zusätzlich angeboten. Außer dem Eröffnungs- und Schluttag wird täglich von 9.00 Uhr bis 23.00 Uhr (MEZ) gesendet werden.

Vier Satelliten sollen die Übertragungen in alle Teile der Welt ermöglichen. Zwei Satelliten werden über dem Atlantischen, einer über dem Pazifischen und ein weiterer über dem Indischen Ozean stehen. Schon heute umkreisen die „Olympia-Satelliten“ die Erde: Sie wurden vom amerikanischen kommerziellen Intelsat-System und mit Hilfe von NASA-Raketen von Kap Kennedy in den Weltraum geschossen.

Riesige Richtantennen werden die Signale der elektronischen Kameras zu den Satelliten schicken. Zwei Sendeantennen, rund 50 km südlich von München, sind schon fertig. Eine

dritte ist im Bau. Sie werden von der Deutschen Bundespost betrieben.

Auf  $-255^{\circ}\text{C}$  gekühlte Vorverstärker werden in den Stationen auf den anderen Erdteilen die Signale zu vollwertigen Farbfernsehbildern verstärkt.

Den Ausgleich der international unterschiedlichen Fernsehsysteme wird ein Normwandler besorgen. Er wird in der Erdeinfunkstelle bei München das in der Bundesrepublik Deutschland übliche 625-Zeilen-Bild in ein 525-Zeilen-Bild umsetzen. So wird aus dem PAL-Fernsehsystem ein NTSC-Fernsehsystem. Und die Kommentatoren werden ihre Berichte in mehr als 80 Sprachen übermitteln können: Neben Bild und Begleittext stehen über jeden Satelliten bis zu 21 Kommentatorkanäle zur Verfügung.

(nach Angaben des Bayerischen Rundfunks)

## Ausbildung

### 10 Jahre Elektronikschule des Handwerks in Tettnang

Die Schule wurde am 13. Juni 1961 von einer Gruppe von Männern ins Leben gerufen, deren Weitblick die zukünftige Entwicklung der Elektronik bereits vorausgesehen hatte. Initiator dieser Runde war der damalige Kreishandwerksmeister und heutige Ehrenkreishandwerksmeister Fritz Magold, der zusammen mit dem Geschäftsführer der Kreishandwerkskraft Tettnang, Erich Kaupp, Wege der Finanzierung eröffnete. Als fachlicher Leiter und Lehrer wurde Ingenieur Lothar Stark berufen. Ing. Stark hatte bereits vorher die erste Elektronikabteilung an einer Gewerblichen Berufsschule des Bundesgebietes aufgebaut und sich als Fachjournalist und Fachbuchautor einen Namen gemacht. Zu den Gründern gehörten außerdem Studienprofessor E. Mugler und Studiendirektor W. Röller als Vertreter des berufsbildenden Schulwesens und Dr. Ing. P. E. Klein, als Hersteller elektronischer Geräte. Über 1300 Teilnehmer – aus ganz Deutschland und aus Österreich und der Schweiz – besuchten inzwischen diese erfolgreichen Elektronik-Lehrgänge.

Außerdem wurden verschiedene Sonderlehrgänge für die Fachlehrer der Fernmeldeschulen der Deutschen Bundespost, für Ingenieure und Fachlehrer der Deutschen Bundesbahn und

für Gewerbelehrer und Ausbilder durchgeführt. Andere Schulungsstätten mit ähnlichen Zielen konnten sich für ihre Planung wertvolle Anregung in Tettnang holen. Seit Herbst 1969 ist die Elektronikschule des Handwerks „Angewandte Elektronik-Schulungsschule“ und damit berechtigt, den Elektronik-Paß an seine Teilnehmer auszugeben.

Wenn auch die Elektronikschule des Handwerks ursprünglich für Elektro-Handwerker geschaffen wurde, so geht ihre Bedeutung weit über das Elektro-Handwerk hinaus. Mit der Elektronik kommt heute fast jeder zusammen; insofern braucht der Kraftfahrzeug-Mechaniker ebenso elektronische Kenntnisse wie der Uhrmacher, der Buromaschinen-Mechaniker oder der Automatenmechaniker. Daneben gibt es viele Berufe, in denen die Elektronik als Handwerkzeug dient. Deshalb ist auch verständlich, daß ein hoher Prozentsatz der Lehrgangsteilnehmer aus nichtelektrischen Berufen kommen oder aber Konstrukteure oder Ingenieure sind.

Die kontinuierliche Aufwärtsentwicklung der Elektronikschule des Handwerks (von 34 Teilnehmern im Gründungsjahr stieg die Teilnehmerzahl auf 255 im Jahre 1970) hat ihre Ursache in dem praxisnahen Unterricht. Die Teilnehmer bekommen den Stoff nicht nur an der Tafel vorgetragen, sie gehen den Dingen mit Hilfe der Meßtechnik selbst auf den Grund. Schaltungen werden aufgebaut, in Betrieb genommen und durchgemessen. Damit wird der theoretisch vorgetragene Stoff prüfbar und die fremde Materie vertrauter. Die Teilnehmer, die die Schule bisher absolviert haben, haben sich daher auch erhebliche Fertigkeiten im Umgang mit modernen Meßgeräten erworben. Kursprogramme können angefordert werden bei der Kreishandwerkskraft Tettnang, 799 Friedrichshafen, Katharinenstr. 2/1, Anruf (075 41) 22 28, oder beim Schulleiter Ing. L. Starke, 7992 Tettnang, Hofrat-Möllstr. 14/1, Anruf (075 42) 88 79.

### Zentralverband des Deutschen Elektrohandwerks diskutierte Fragen der Berufsbildung

► Im Mittelpunkt aller Sitzungen der Bundesfachgruppen, die im Rahmen der Jahrestagung des Zentralverbandes (16.–19. 6. 1971, Berlin) stattfanden, standen Fragen der Berufsbildung. Beraten wurden dabei die von den Arbeitskreisen für Berufsbildung der einzelnen Bundesfachgruppen ausgearbeiteten Entwürfe der „Verordnungen des Berufsbildes (Meisterberufsbild) und der Anforderungen an die Meisterprüfung“ sowie die Entwürfe der „Verordnungen über die Ausbildungsordnungen (mit Ausbildungsbild und Ausbildungrahmenplan)“.

► Den Stand der Berufsausbildung in der Bundesfachgruppe Radio- und Fernsehtechnik wird unter anderem anlässlich der Internationalen Funkausstellung 1971 in Berlin in Halle 2 eine „Musterwerkstatt des Radio- und Fernsehtechniker-Handwerks“ unter Beweis stellen. Mehrmals täglich finden dort Vorführungen an einem „Farbfernseh-Trainer für Demonstrations- und Übungszwecke“ statt.

► Während der Öffentlichen Mitgliederversammlung nahm Präsident H. Krugel in seinem Vortrag „Die Elektrohandwerke in der modernen Wirtschaft“ Stellung zu Fachfragen, insbesondere der Berufsausbildung und zu handwerksorganisatorischen Fragen. Durch den ständigen Fortschritt der Technik muß das Elektrohandwerk der Aus- und Weiterbildung seine ganze Aufmerksamkeit widmen, da hier von in großem Maße seine Überlebenschancen abhängen. Durch Presse und Fernsehen sei in letzter Zeit viel an der Ausbildung kritisiert worden. Von den zur Zeit im Handwerk stehenden 435 000 Lehrlingen bilden die Elektrohandwerke allein fast 30% aus. Es hat sich wohl immer wieder gezeigt, daß die Berufsausbildung im deutschen Handwerk international anerkannt wird; man muß jedoch ständig bemüht sein, die Ausbildung im Elektrohandwerk der Zeit und dem Fortschritt der Technik anzupassen.

# Interessiert Sie die Technik der modernen Luftfahrtelektronik?

Wir bieten die Chance, von Fernsehen und Radio auf Luftfahrt umzusteigen. Wir sind ein aufstrebender Betrieb für Entwicklung und Fertigung von Sprechfunk-, Notfunk- und Navigationsgeräten.

Im Zuge unserer Betriebserweiterung sind eine ganze Reihe neu zu schaffender Arbeitsplätze in unserem Werk Baden-Baden zu besetzen.

Es bieten sich bei becker flugfunk viele Aufstiegsmöglichkeiten für zuverlässige und schöpferische Mitarbeiter.

## Wir suchen:

**Techniker und Fernseh-Rundfunkmechaniker für Abgleicharbeiten und Qualitätskontrolle**

Wir bieten leistungsgerechte Bezahlung, Umzugsvergütung, und sind bei einer Wohnungssuche behilflich.

Wenden Sie sich telefonisch oder schriftlich an unsere Personalabteilung

**becker flugfunkwerk gmbh 757 baden-baden-005 flugplatz telefon 61008/09 telex 0784371**

## ● BLAUPUNKT Auto- und Kofferradios

Neueste Modelle mit Garantie. Einbaubehör für sämtliche Kfz.-Typen vorrätig. Sonderpreise durch Nachnahmeversand. Radiogroßhandlung

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

### EINMALIG

Handsprechfunkgeräte

7 Transistoren mit Ruttton, kompl. mit Batt., große Leistung (Paar DM 79,-). 10 Transistoren mit Rauschsperrre, Ledertasche u. Batt., große Leistung (1 Stück. DM 98,-). FTZ-Nr. Lieferung gegen Nachr. oder Vorkasse.

Emil Hübner, 405 MG.-Hardt, Postfach 3 Telefon (0 21 61) 5 99 03

## Kaufe bar

Halbleiter, Spezial- und Rundfunkröhren, Bauteile, Radio-Zubehör und sonst. Lagerposten.

**CONRAD**

8452 Hirschau  
Tel. 09622/222

Ich möchte Ihre überzähligen

## RÖHREN und TRANSISTOREN

in großen und kleinen Mengen kaufen

Bitte schreiben Sie an

Hans Kamminzky  
8 München-Solln - Spindlerstr. 17

Suche gebrauchte Studio-Magnetophongeräte, M 5, M 10, T 9 oder ähnliches mit 38 cm Bandgeschwindigkeit. Stereo oder Mono, bzw. ohne Kopfträger, auch reparaturbedürftig. Tel. 06 11 - 57 45 18

## KARLGUTH

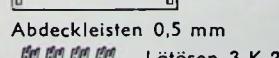
1 BERLIN 36



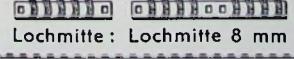
Dresdener Str. 121/122

## STANDARD - LÖTÖSEN-LEISTEN

Abdeckleisten 0,5 mm



Lochmitte: Lochmitte 8 mm



Meterware: -selbst trennbar!

Wir sind ein

## Berliner Fachliteraturverlag

der seit fast 25 Jahren technische und technisch-wissenschaftliche Fachzeitschriften mit internationaler 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 Fachschulingenieur als

## Technischen Redakteur

Bewerbungen mit Lebenslauf, Tätigkeitsnachweis und Gehaltsanspruch erbeten unter F. A. 8542

## 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 Lebenslauf, Tätigkeitsnachweis und Gehaltsanspruch unter F. B. 8543

## 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	2,30
ZF 2,7 . . . ZF 33	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 Si. Georgen, Gartenstraße 4  
Postfach 55, Telefon (07724) 71 13

## Elektronik- Bastelbuch gratis!

für Radio- und Elektronikbastler und alle, die es werden wollen. Bastelvor-schläge, praktische Tips, Bezugsquel-lennachweis. Kostenlos erhältlich bei TECHNIK-KG, 28 BREMEN 33 BE F

Marken-Trans.-Converter UC 241  
m. großer Leistung, bes. klein,  
AF 239/139, formschönes Flachgeh.,  
Linearskala, VHF/UHF-Umschalter,  
1 St. 59,50 St. à 52,50

UT 100 UHF-Markentuner  
2 x AF 139, aus Gerätefertigung, Ein-gang 240 Ω, Ausgang 60 Ω, ohne Feintrieb  
St. 18,50 5 St. à 15,50

Mentor-Feintrieb mit Knopf 4,50  
I. Wahl Transistoren Siemens,  
1 St. 10 St. 100 St.  
AF 139 2,80 à 2,25 à 2,10  
AF 239 3,60 à 2,85 à 2,50  
AF 239 S 4,50 à 3,75 à 3,35

Drahtl. FM-Mikrofone in Miniformat, 88 - 108 MHz (FM 81 bis 114 MHz), Betriebsdauer ca. 100 Std., ca. 80 cm lg. Wurflant., Kpl. m. Batt.  
DM-31, Reichw. bis 100 m, Gew. 15 g  
59,-

FM-80, 400-500 m, 65 g 124,50

FM-Mikrof. nur für d. Export!

TM-30, Telefon-Übertrag.-Gerät, An-  
kopplung über Induktionsspule, Reich-  
weite 200-250 m, Gewicht 65 g 129,50

FM-81, Reichw. 1500-2000 m, Gew.  
200 g, zusätzlich mit Teleskopant.  
198,-

BM-127, zur direkten Besprechung,  
Reichw. bis 100 m, m. Miniaturschleife  
Mikrof. nur f. d. Export! 64,50

CONRAD, 8452 Hirschau, Fach  
FT 26 - Vers. p. NN. ab Hirschau, Auftra-  
ge unter DM 25,-, Aufschlag DM 2,-.

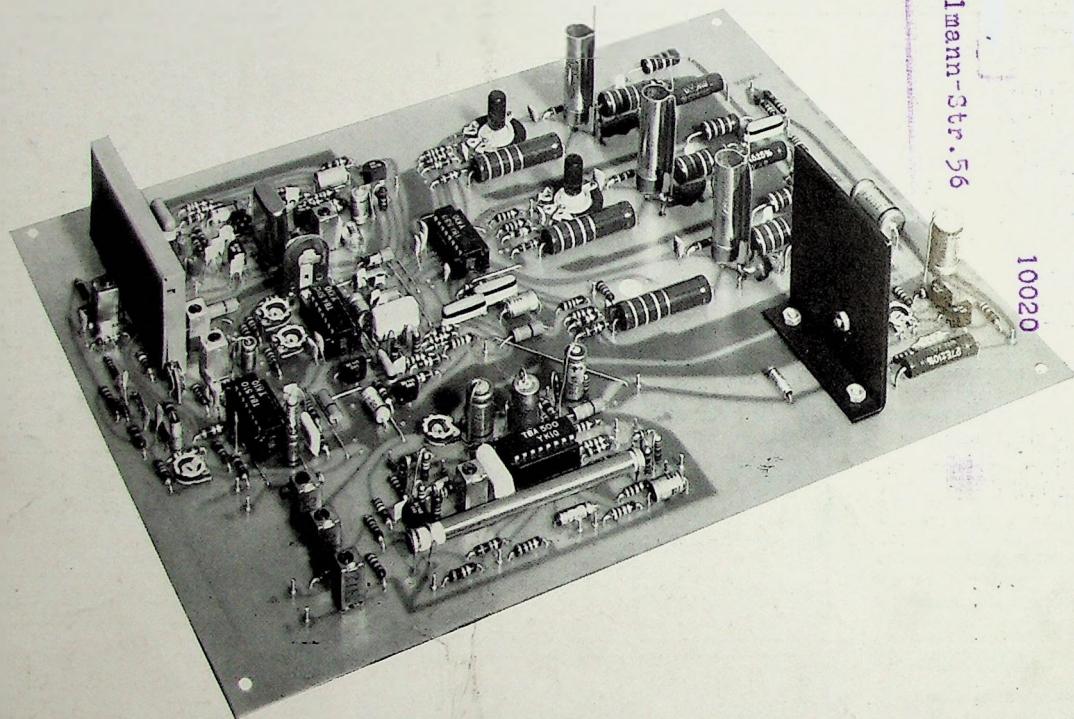
Verl. Sie groß. Elektron. Katalog.

# VALVO

Bauelemente  
für die gesamte  
Elektronik



## RGB oder Farbdifferenz:



## Ihr Konzept ist dabei!

Für den Aufbau  
fortschrittlicher  
PAL-Farbdekonverter  
bieten wir  
7 integrierte  
Schaltungen mit hohem  
Ersetzungsgrad an:

RGB	{	TBA 520 Synchron demodulator für RGB-Ansteuerung
		TBA 530 RGB-Matrix-Vorverstärker
		TBA 500 Leuchtdichte-Kombination mit AVR
RGB	{	TBA 510 Farbart-Kombination
FD	{	TBA 540 Farbräger-Kombination
		TBA 560 Leuchtdichte-Farbart- Kombination
FD	{	TAA 630 Synchron demodulator für FD-Ansteuerung

Die kleinen Abmessungen der Gehäuse  
DIL 16 ermöglichen den Aufbau der  
einzelnen Funktionseinheiten auf  
kleinen steckbaren Leiterplatten, die  
leicht ausgetauscht werden können.  
Sämtliche von außen vorzunehmenden  
Einstellungen können mit Gleich-  
stromsteuerung erfolgen; dadurch  
entfällt die sonst übliche Einstellung  
signalführender Potentiometer.