

12

2. Juni-Ausgabe 1975  
30. Jahrgang

# FUNK TECHNIK

Fachzeitschrift für Rundfunk, Fernsehen, Phono und Hi-Fi



# Abitur per Mikrofon - Idee zum Nachmachen.

Supernieren-Richtmikrofon

## MD 412 LM

Helga hat zu wenig Schulstunden. Der Lehrstoff muß schnell durchgearbeitet werden. Kein Problem für Helga - sie nimmt den Lehrstoff auf Tonband mit dem neuen Sennheiser-Mikrofon MD 412 LM und C-90-Bandkassetten. Zuhause geht der Unterricht weiter, gemeinsam mit Freundinnen und Freunden. Fortschrittliche Lehrer haben Helgas Idee. So ist das Abitur dennoch zu schaffen. Gelegentlich macht Helga auch Hörspiele oder die Musikansage ihrer Party mit dem MD 412 LM und Vater vertont Oldies und Urlaubsfilme. Technische Kenntnisse braucht man für das Sennheiser-Mikrofon MD 412 LM nicht. Es ist unkompliziert und funktionssicher. Der Übertragungsbereich ist so gut, daß die Tonaufnahmen wirklich gelingen. Es hat eine sehr gute Richtwirkung. Mit der LM-Beschaltung kann dieses Mikrofon an fast alle Kassetten-Recorder und Heimtonbandgeräte direkt angeschlossen werden. Helgas Idee ist zum Nachmachen. Bei Ihrem Fachhändler können Sie das MD 412 LM kennenlernen. Oder schicken Sie uns den Coupon, dann haben Sie übermorgen unseren Prospekt.



### Coupon

- Ich möchte über das MD 412 LM mehr wissen.
- Bitte schicken Sie mir Ihren ausführlichen Prospekt:
  - Sennheiser-Bestseller 74/75
  - micro-prospect
  - Preisliste

 **SENNHEISER**

Sennheiser electronic · 3002 Bissendorf · Postfach 419

Gegründet von Curt Rint

# FUNK TECHNIK

Vereinigt mit  
Rundfunk-Fernseh-Großhandel

## Fachzeitschrift für Rundfunk, Fernsehen, Phono und Hi-Fi

Redaktion: 8 München 19, Lazarettstraße 4,  
Telefon (089) 18 60 51, Fernschreiber 5 29 408.

W. Roth, C. Rint

Anzeigenverwaltung: 8 München 2, Post-  
fach 20 19 20, Paketanschrift: 8 München 19,  
Lazarettstraße 4. Tel. (0 89) 16 20 21, Fern-  
schreiber 05 216 075. Z. Z. ist Anzeigen-  
preisliste Nr. 9a vom 1. 3. 1975 gültig.

W. Sauerbrey (Anzeigenleiter).

Abonnenenverwaltung: 69 Heidelberg 1,  
Wilckensstraße 3-5, Tel. (0 62 21) 4 90 74,  
Fernschreiber 04 61 727.

Die Zeitschrift erscheint monatlich zweimal.

Bezugspreis: Vierteljährlich 20,— DM inkl.  
5,5% MWSt., zuzüglich Versandgebühren,  
im Ausland 80,— DM jährlich zuzüglich  
Porto. Einzelheft 3,50 DM zuzüglich Porto.

Kündigungen sind jeweils zwei Monate vor  
Quartalsende (Ausland: Bezugsjahr) dem  
Verlag schriftlich mitzutellen. Bei unver-  
schuldetem Nichterschleuen keine Nach-  
lieferung oder Gebührenerstattung.

Zahlungen an: Hühlig und Pflaum Verlag  
GmbH & Co. Fachliteratur KG München/  
Heidelberg, Postscheckkto. München Nr.  
82 01-800, Deutsche Bank, Heidelberg,  
Konto-Nr. 01/94100, Postscheckkonto Wien  
Nr. 23 12 215, Postscheckkonto Basel Nr.  
40 140 83.

Gesamtherstellung: Richard Pflaum Verlag  
KG, Graphischer Betrieb, 8 München 2,  
Postfach 20 19 20.

Herausgeber: Hühlig und Pflaum Verlag  
GmbH & Co. Fachliteratur KG, München/  
Heidelberg.

Verlagsleitung: Ing. P. Elbmayer, München,  
Dipl.-Kfm. H. Hühlig, Heidelberg.

Für die Rücksendung unverlangt einge-  
sandter Manuskripte wird keine Gewähr  
übernommen. Nachdruck, auch auszugs-  
weise, sowie anderweitige Vervielfältigung  
nur mit vorheriger Zustimmung der Redak-  
tion gestattet. Bei allen Einsendungen an  
die Redaktion wird das Einverständnis zur  
vollen oder auszugsweisen Veröffentlichung  
vorausgesetzt, wenn gegenteilige Wünsche  
nicht besonders zum Ausdruck gebracht  
werden.

Inhaber und Beteiligungsverhältnisse: Per-  
sönlich haftender Gesellschafter: Hühlig  
und Pflaum Verlag GmbH, München.  
Kommanditisten: Hühlig GmbH & Co Ver-  
lags-KG in Heidelberg, Richard Pflaum  
Verlag in München, Beda Bohlinger in  
Gauting.

### Aus dem Inhalt

Definitionen und Einheiten der Photometrie . . . . .	339
Ein Vierteljahrhundert Richtfunk . . . . .	345
Die Grundgleichungen der Josephson-Effekte . . . . .	346
Kabelisierungen sichern Erdölbohrinseln . . . . .	348
Elektronische Bauelemente der Unterhaltungselektronik . . . . .	349
Mehr UKW-Programmtasten — mehr Bedienungskomfort . . . . .	355
Transistoreinkreiser mit älteren Spulensätzen . . . . .	357
Elektrische Störbeeinflussung und ihre Beseitigung in elektrischen Anlagen (3. Teil) . . . . .	360
Temperatur-/Frequenz-Wandler . . . . .	362
100-W-Operationsverstärker . . . . .	363
Hitzeblasen in der Ionosphäre . . . . .	363
Berichtigung . . . . .	363
FT-Neuheiten-Schau	
Hi-Fi-Plattenspieler . . . . .	364
Hi-Fi-Receiver . . . . .	364
Radio-Recorder . . . . .	366
Stereo-Cassetten-Tapedecks . . . . .	366
Die Liquiditätssituation im Branchen-Fachhandel . . . . .	367
Konjunkturdaten der Branche . . . . .	371

**Titelbild:** Ein Jubiläum besonderer Art steht in diesem Jahr für die Bundespost an: vor 25 Jahren wurde mit dem Aufbau ihrer Richtfunkstrahlen begonnen (siehe auch S. 345). Die Fernmeldeturme der Post — so wie in unserem Bild die 18 m hohen Parabolantennen für breitbandige Überhorizont-Richtfunkverbindung am Fernmeldeturm auf dem Berliner Schäferberg — sind seitdem bereits zu einem vertrauten Anblick geworden. Zwischen den charakteristischen Horn-, Muschel- und Parabolantennen spannen sich die „Nachrichtenstraßen“, auf denen der größte Teil des Informationsaustausches im Inland und mit dem Ausland durchgeführt wird.  
(Foto: Telefunken)

## TN-Elektronik- Prüfsummer können mehr als nur summen...



TN-Elektronik-Prüfsummer eignen sich zum Durchgangprüfen in Verdrahtungen mit ohmschen Widerständen, Kapazitäten und Halbleitern in elektronischen Schaltungen.

Elektronische Bauteile werden durch den Prüfvorgang nicht gefährdet. In Relaischaltungen können unter Spannung stehende niederohmige Verbindungen, z. B. Schaltzustände von Kontakten mit parallelgeschalteten Funkenlöschgliedern geprüft werden. Die Summer sind bis 150 V spannungsfest, ihre äußeren Maße betragen 58 x 75 x 25 mm.



**Ihr Partner  
für die gesamte  
Fernmeldetechnik.**

FERNSPRECHSYSTEME · DATENSYSTEME  
ZEITDIENSTSYSTEME · ZEITERFASSUNGSSYSTEME  
GEFAHRENMELDESYSTEME · BAUELEMENTE

Telefonbau und Normalzeit  
Bauelemente-Vertrieb · 6000 Frankfurt I · Postfach 44 32  
Telefon: 0611/2 66 23 02 · Telex: 4 11 141

Bitte schicken Sie mir genaue Informationen über diese Bauelemente. Und informieren Sie mich über die anderen Bauelemente von TN.

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

in Firma: \_\_\_\_\_

PLZ, Ort: \_\_\_\_\_

Straße: \_\_\_\_\_

30/45



**Das Erfolgsgeheimnis  
des Herrn L.:**

## Kontakt-Sprays der Kontakt-Chemie.

Gegen wachsenden Kostendruck gibt es ein erfolgreiches Rezept: Die Kontakt-Sprays der Kontakt-Chemie. Nicht umsonst wurden sie zum erfolgreichsten Helfer für Service-Techniker in ganz Europa. Sie helfen Ihnen, leistungsfähiger und wirtschaftlicher zu arbeiten. Denn sie reinigen, pflegen, schützen, isolieren. Und sie verkürzen die Fehlersuche entscheidend.

15 spezielle Sprays lösen jedes Problem. Gezielt. In Rundfunk- und Fernsehtechnik, Automation, Datenelektronik und Halbleitertechnik, in Forschung und Entwicklung. Sie wünschen weitere Informationen? Bitte nutzen Sie den Coupon.

Auf die Qualitätsprodukte der Kontakt-Chemie ist eben Verlaß. Darauf vertrauen Fachleute in aller Welt. Möchten Sie mehr über unser Programm wissen? Informations-Coupon ausschneiden und an uns abschicken.

### Informations-Coupon FT 10

Bitte schicken Sie mir Ihre kostenlose Broschüre „Saubere Kontakte“ mit Erfahrungsberichten und Werkstatt-Tips.

Firma \_\_\_\_\_

Name \_\_\_\_\_

Ort \_\_\_\_\_ Straße \_\_\_\_\_ Tel. \_\_\_\_\_

**KONTAKT  
CHEMIE**

7550 Rastatt, Postfach 86, Telefon 0 7222 / 342 96

# Definitionen und Einheiten der Photometrie\*)

In diesem Beitrag werden die physikalischen Grundlagen der Photometrie eingehend erläutert. Mit der Entwicklung der optoelektronischen Bauelemente auf Halbleiterbasis geriet dieser Bereich der Strahlungsphysik erneut in das Interesse von Anwendern und Entwicklern. Weil heute eine große Zahl von Optobauteilen produziert und außerdem ständig neue dazu entwickelt werden, andererseits aber in den Datenblättern und auch in den Labors gelegentlich „Verwirrung“ herrscht, scheint es angebracht, eine knappe Darstellung zu geben.

## 1. Einleitung

In den letzten Jahren wurde eine Reihe von Halbleiterbauelementen entwickelt, die bei gutem Wirkungsgrad optische Energie in elektrische Leistung umwandeln. Die Solarzelle, die ursprünglich durch ihre Bedeutung bei den Weltraumflügen bekanntgeworden ist, ist das bekannteste Beispiel für ein solches Element. Außer den Solarzellen benötigte man aber auch Bauelemente, die mit hohem Wirkungsgrad elektrische Energie in Licht umwandeln können. Die Entwicklung dieser Elemente erwies sich als wesentlich schwieriger. Es zeigte sich, daß man eine gute Lumineszenzausbeute nur bei Photonenergien erhält, die vergleichbar, aber nicht wesentlich größer als der Bandabstand der Halbleiter sind. Aus diesem Grund braucht man für sichtbare Lumineszenz Halbleiter mit Energielücken von  $\geq 2\text{ eV}$ . Die Beherrschung des dominanten Rekombinationsweges in Halbleitern mit den geeigneten Bandabständen hat sich als eine sehr anspruchsvolle Aufgabe erwiesen. Inzwischen ist es aber gelungen, Lumineszenzdioden (LED) mit gutem Wirkungsgrad zu bauen. Es gibt zwei Grundtypen von Halbleitern, solche mit direkter und solche mit indirekter Energielücke. Galliumphosphid, ein Material, mit dem man zur Zeit die größte Leuchtdichte erreichen kann und dessen Probleme der Kristallzucht und der Technologie einigermaßen lösbar sind, ist der Prototyp für einen Halbleiter mit indirekter Energielücke, während sich Galliumarsenid für einen Halbleiter mit direkter Energielücke eignet.

Heute wird eine Vielzahl optoelektronischer Bauteile produziert und ständig neu entwickelt. Bei Anwendern, aber gelegentlich auch in den Datenblättern, herrscht oft „Verwirrung“ über photo-

metrische und strahlungsphysikalische (radiometrische) Größen, so daß es angebracht erscheint, eine knappe Darstellung zu geben.

## 2. Photometrie

### 2.1 Definition und Einheiten der Photometrie

Lichtemittierende Dioden (LEDs) wandeln elektrische Energie in elektromagnetische Strahlung um. Das Licht wird teilweise oder ganz im sichtbaren Gebiet des Spektrums ausgestrahlt. Man kann eine Gütezahl definieren, indem man den visuellen Eindruck mit einer gegebenen Eingangsleistung vergleicht. Hierbei muß die Einheit der elektrischen Leistung (Watt [W]) mit einer photometrischen Einheit (Lumen [lm]) verglichen werden. Die elektrische Leistung läßt sich durch herkömmliche Messungen ermitteln, während die Messung des Einflusses von Licht auf das menschliche Auge aus psychophysikalischen Experimenten hervorgeht. Um den Vergleich zu erleichtern, soll ein kurzer Überblick über die Grundlagen der Photometrie gegeben werden. Die Strahlungsleistung wird durch strahlungsphysikalische Messungen bestimmt. Aufgabe der Photometrie ist es, die Auswirkung der Strahlung auf das Sehvermögen zu erfassen. Allgemein bedeutet dies:

Eine Bestimmung der effektiven Sichtbarkeit durch Wichten der abgestrahlten Leistung mit der Augenempfindlichkeit und

eine Beschreibung jener Größen, die die Farbe festlegen.

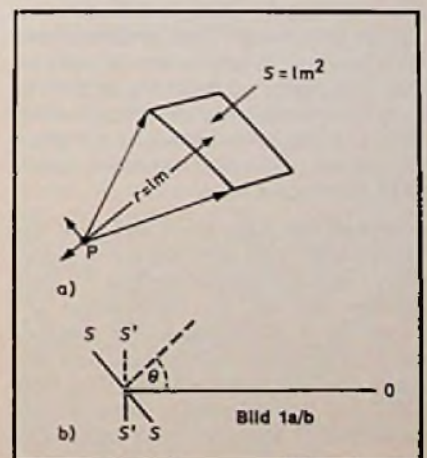
Der Wirkungsgrad der Dioden (Umwandlung von elektrischer Leistung in Strahlungsleistung) wird in strahlungsphysikalischen (radiometrischen) Einheiten gemessen. Die durch das menschliche Auge bewertete Strahlung wird in

photometrischen Einheiten gemessen. Alle photometrischen Größen und Einheiten sind mathematisch mit radiometrischen Größen und Einheiten verknüpft.

### 2.1.1 Strahlungsphysikalische Größen

Bild 1 soll einige der wichtigsten strahlungsphysikalischen Größen verdeutlichen. In Tabelle 1 werden die entsprechenden physikalischen und photometrischen Größen miteinander verglichen. In Tabelle 1a sind die lichttechnischen Größen und Einheiten nach DIN 5031, Blatt 3, zusammengestellt. Eine Punktquelle  $P$  soll Photonen in alle Richtungen abstrahlen. Der Strahlungsfluß  $\Phi$  ist die gesamte Energie, die je Zeiteinheit von  $P$  in alle Richtungen ausgestrahlt wird (gemessen in Watt [W]).

Die Strahlstärke  $J$  von  $P$  definiert man als Strahlungsfluß, der innerhalb eines Steradianen (sr) um die Lichtquelle abgestrahlt wird. Wenn  $P$  einen homogenen Strahlungsfluß von  $4\pi\text{ W}$  ausstrahlt, so beträgt die Strahlstärke ein Watt pro Steradian. Die Bestrahlungsstärke ( $H$ ) beschreibt die Strahlungsleistung, die von einer Strahlungsquelle an eine Fläche abgegeben wird. Bei einer Kugelfläche von  $1\text{ m}^2$  mit einem Radius von  $1\text{ m}$  und  $P$  im Zentrum (Bild 1 a) beträgt die Bestrahlungsstärke ( $H$ ) auf der Oberfläche  $1\text{ W/m}^2$ .



Um die Strahlungsleistung einer ausgedehnten Lichtquelle, wie etwa dem Leuchtschirm SS im Bild 1 b zu beschreiben, muß man eine neue Größe, die spezifische Strahlendichte ( $R$ ) einführen. Der Schirm SS werde von einer Punktlichtquelle unter einem Winkel  $\theta$  zur Sehachse (O) beleuchtet. Dann läßt sich SS auf eine Ebene senkrecht zur Achse O projizieren (Fläche  $S' S'$ ). Die Fläche SS soll eine ideale diffuse Oberfläche haben, die nach dem Lambertschen Ge-

\*) Nach Arpad A. Bergh und P. J. Dean, Lumineszenzdioden, Dr. Alfred Hüthig Verlag Heidelberg.

setz die gesamte Strahlung in eine Halbkugel ( $2\pi$  sr) abstrahlt. Die Strahlstärke ( $J$ ) der ausgedehnten Strahlungsquelle ist mit der Fläche der Quelle verknüpft. Hat der Schirm SS eine Strahlstärke von einem Watt pro Steradian, gemessen in der O-Richtung, und die Ebene S'S' eine Fläche von einem Quadratmeter, so beträgt die Strahlendichte ( $R$ ) von SS ein Watt pro Steradian und Quadratmeter. Die Strahlendichte ist unabhängig vom Abstand des Beobachters und hängt nur vom Betrachtungswinkel ab.

## 2.1.2 Photometrische Größen

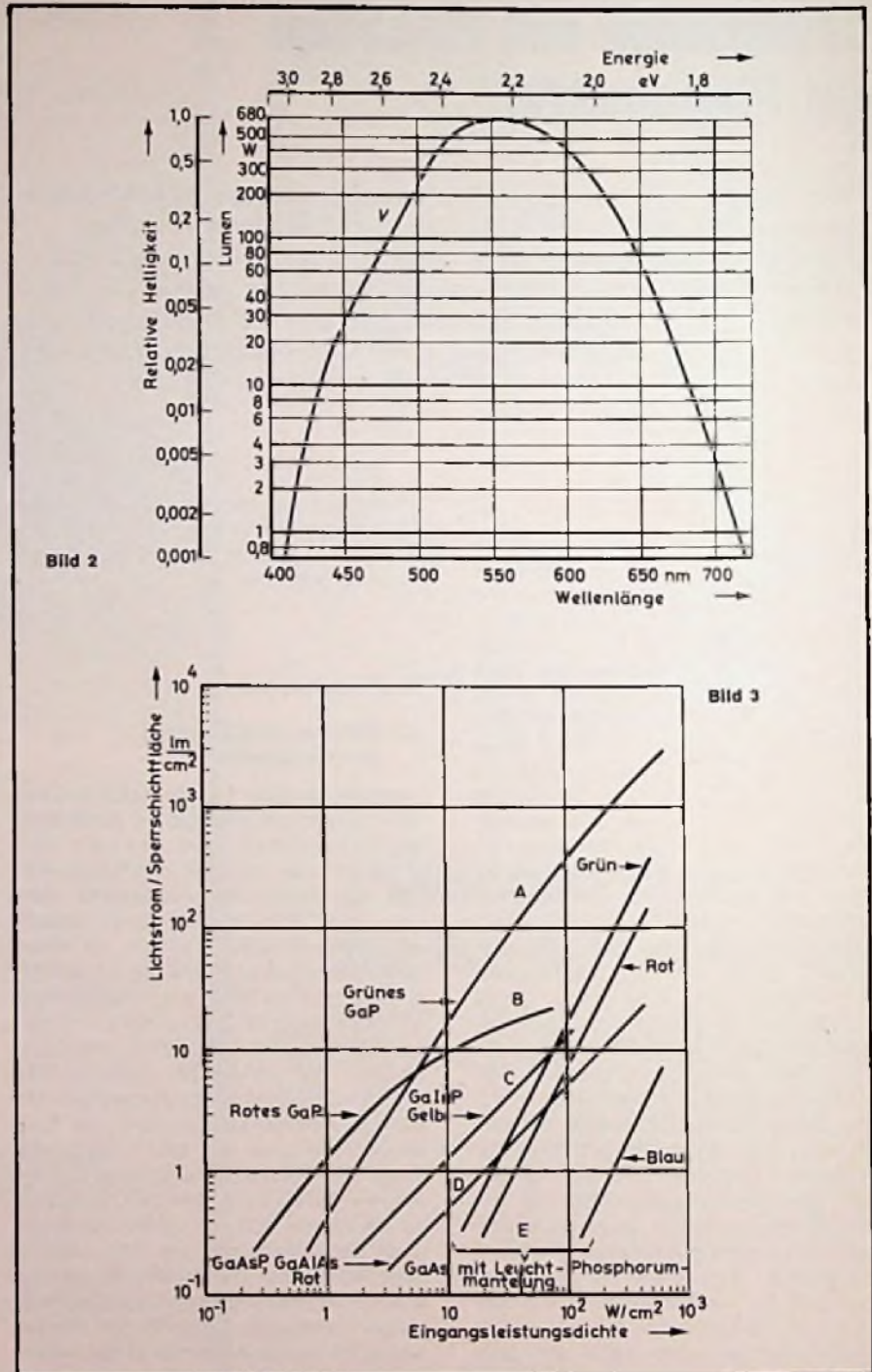
Die photometrischen Größen beziehen sich auf die gleichen Meßbedingungen wie in Bild 1. Die photometrischen Einheiten wurden jedoch über unabhängige psychophysikalische Messungen festgelegt und beschreiben die Bewertung einer Strahlung durch das menschliche Auge. Das Auge hat zwei Empfänger-elemente: Zäpfchen und Stäbchen. Bei starken Reizen (oberhalb eines Millilambert [ml]), arbeiten die Zäpfchen effektiver (photopisches Sehen). Bei sehr kleiner Helligkeit sind die Stäbchen empfindlicher (skotopisches Sehen). Die relative Empfindlichkeit des Auges wächst zu kürzeren Wellenlängen hin an. Wir beschränken uns hier auf das photopische Sehen.

Die Strahlungsleistung  $F$  wird in der Photometrie in Candela (cd) gemessen. Diese neue internationale Standardeinheit ist definiert als die Lichtstärke (entsprechend der Strahlstärke) von  $1/60$  cm<sup>2</sup> Fläche eines Schwarzen Körpers 2042 K, dem Erstarrungspunkt des Platins. Eine isotrop strahlende Lichtquelle mit einer Lichtstärke von 1 cd emittiert einen Lichtstrom von  $4\pi$  lm.

Inwieweit das Auge durch das Licht stimuliert wird, läßt sich durch den spektralen Hellempfindlichkeitsgrad  $V_\lambda$  ausdrücken, der von der Wellenlänge abhängt. Die Funktionswerte des spektralen Hellempfindlichkeitsgrades, von der Commission Internationale de L'Eclairage (CIE) bei Zäpfchensehen unter einem Sehwinkel  $2^\circ$  definiert, ist in Bild 2 aufgetragen [1].

Im Empfindlichkeitsmaximum des Auges bei 555 nm entspricht 1 W Strahlungsleistung einem Lichtstrom von etwa 680 lm. Dieser Faktor und der spektrale Hellempfindlichkeitsgrad dienen zur Umrechnung physikalischer Einheiten in photometrische Einheiten. Die gesamte Lichtleistung  $F$  einer Lichtquelle mit einer Strahlungsleistung von  $P_\lambda$  / W bei der Wellenlänge  $\lambda$  ist gegeben durch:

$$F = 680 \int \frac{dP}{d\lambda} V_\lambda d\lambda \quad (\text{lumen}) \quad (1)$$



(Der Faktor von 680 liegt für Stäbchensehen wesentlich höher [2]). Die entsprechende Größe zur Bestrahlungsstärke ist in der Photometrie die Beleuchtungsstärke  $E$ . Die metrische Einheit für die Beleuchtungsstärke ist das Lux (lx)<sup>\*</sup>, die Beleuchtungsstärke auf einer Fläche bei Beleuchtung durch eine Lichtquelle mit der Lichtstärke von 1 cd in einem Abstand von 1 ft. Als wichtige

<sup>\*</sup> In den angelsächsischen Ländern wird als Maß für die Beleuchtungsstärke „footcandle“ (Lumen pro ft<sup>2</sup>) verwendet.

oft verwendete photometrische Größe tritt die Leuchtdichte  $B$  (Analog zur Strahlendichte der strahlungsphysikalischen Größe) auf. Die Leuchtdichte beschreibt den Lichtstrom, der von einer ausgedehnten Lichtquelle ausgesandt wird, oder das Licht, das von einer idealen Lambertischen Fläche reflektiert wird. Die metrische Einheit für die Leuchtdichte ist das Nit (nt) (Candela pro m<sup>2</sup>) oder das Lambert (L) ( $1/\pi$  Lumen pro Steradian und cm<sup>2</sup>). In den angelsächsischen Ländern wird als praktische

Einheit das foot-lambert verwendet (fl). (10<sup>-3</sup> Lambert = 0,929 foot-lambert = 3,183 nt.) Außerdem beträgt die Leuchtdichte einer ausgedehnten Lambert-schen Quelle oder Oberfläche, die 1 Lumen pro cm<sup>2</sup> ihrer Oberfläche emittiert oder reflektiert, 1 Lambert (L).

Die Güte einer LED läßt sich am besten dadurch beschreiben, wie sie in einem sinnvollen Stromdichtebereich elektrische Leistung in Lichtleistung umwandelt. In Bild 3 sind die besten bisher bekannten Ergebnisse für die technologisch wichtigen Materialien graphisch dargestellt. In dem Diagramm ist die Lichtstärke je Flächeneinheit des PN-Überganges als Funktion der Eingangs-Leistungsdichte aufgetragen. Auf diese Weise lassen sich Dioden aus Materialien mit direktem und indirektem Bandabstand am sinnvollsten miteinander vergleichen. Bei Halbleitern mit direkter Energielücke (GaAs) entspricht die Fläche des PN-Überganges etwa der lichtemittierenden Oberfläche. Wenn man ein Lambert-sches Verhalten annimmt, so ist die Lichtstärke pro Flächeneinheit des PN-Überganges in Bild 3 die Leuchtdichte *B* in Lambert. Für Halbleiter mit indirekter Energielücke (GaP) oder bei Anwendungen, wo die Fläche des Lämpchens größer ist als die des PN-Überganges, ist die Leuchtdichte umgekehrt proportional zu der beleuchteten Fläche. (Dies bedeutet jedoch keine verringerte Sichtbarkeit; im Gegenteil, für eine optimale Sichtbarkeit muß man normalerweise einen Kompromiß zwischen Fläche und Leuchtdichte schließen). Für Lämpchen, die größer sind als der lichtemittierende PN-Übergang, ist daher die Lichtstärke

und nicht die Leuchtdichte ausschlaggebend. Dennoch ist es besser, die Lichtstärke auf die Fläche des lichtemittierenden PN-Überganges zu normieren, da aus wirtschaftlichen Gründen ein Minimum an Halbleitermaterial erwünscht ist.

Die in Verbindung mit LED am meisten verwendete Größe ist die Lichtausbeute als Verhältnis der abgestrahlten Lichtleistung zur elektrischen Eingangsleistung. Für die Entwicklung von LED ist die Angabe der Lichtausbeute nur in jenem Leistungsdichtenbereich sinnvoll, bei denen die LED betrieben werden. Aus den Kurven in Bild 3 läßt sich die Lichtausbeute berechnen gemäß

$$\eta_{\text{W}} = \frac{F \text{ (lm)}/A_j \text{ (}\lambda \text{ cm}^2\text{)}}{I_F U_F} \quad (2)$$

mit *F* dem Lichtstrom, *A<sub>j</sub>* der Fläche des PN-Überganges, *I<sub>F</sub>* und *U<sub>F</sub>*, der Stromdichte bzw. Spannung in Flußrichtung des PN-Überganges. Für Halbleiter mit direkter Energielücke ist die Lichtausbeute äquivalent dem Verhältnis aus Leuchtdichte *B* zur Eingangsleistungsdichte:

$$\eta_{\text{W}} = \frac{B \text{ (lm / cm}^2\text{)}}{I_F U_F} \quad (3)$$

2.2 Sehempfindung

Das Ziel der Entwicklung von LED ist ein optimaler Seheindruck für vorgegebene Eingangsleistung und PN-Fläche. Als wichtigster Parameter geht die externe Lichtausbeute ein, die Fähigkeit

elektrische Energie in Lichtenergie umzuwandeln. Wenn das Licht jedoch einmal vorhanden ist, muß es für das Auge so aufbereitet werden, daß der gewünschte Seheindruck entsteht. Dies wird durch einen Kompromiß zwischen den verschiedenen Größen erreicht, die die Sehempfindung bestimmen. Über die Sehempfindung, einem weiten komplexen Gebiet, gibt es sehr viel technische Literatur [3], [4]. In diesem Abschnitt sollen die für den Seheindruck wichtigen Größen aufgeführt und qualitative Überlegungen auf die Entwicklung einer einfachen Diode, z. B. für ein Anzeigelämpchen, angewandt werden.

2.2.1 Farbe

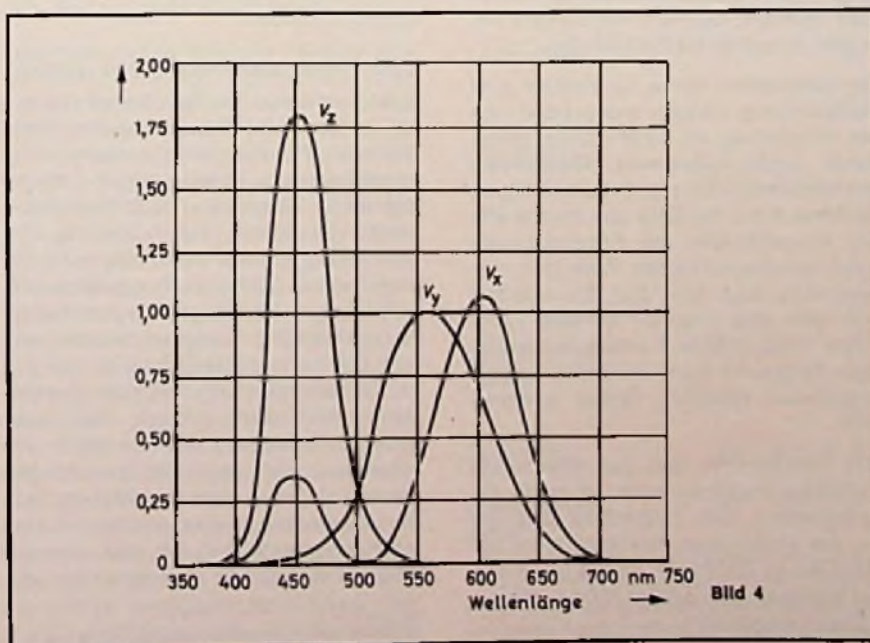
Wie schon erwähnt, gibt es im menschlichen Auge zwei Arten von Empfänger-elementen: Zäpfchen und Stäbchen. Die Zäpfchen sind für das Farbsehen (photoptisches Sehen) verantwortlich. Die Empfindlichkeit des „normalen“ menschlichen Auges, definiert für einen Blickwinkel von 2°, ist in Bild 2 angegeben. Ungefähr 8% der männlichen und 0,4% der weiblichen Bevölkerung leiden an Farbseh anomalien, d. h., das Farbsehvermögen weicht in unterschiedlichen Abstufungen vom Durchschnitt ab. Man erinnere sich, daß der spektrale Hellempfindlichkeitsgrad in Bild 2 nur auf das „Zäpfchensehen“ bezogen ist. Die Grundlage der Farblehre ist die Beobachtung, daß nur drei Grundfarben notwendig sind, um eine gegebene Farbe für den durchschnittlichen Beobachter nachzubilden. Mit den drei phänomenologischen Normspektralwertskurven *V<sub>x</sub>*, *V<sub>y</sub>* und *V<sub>z</sub>* (siehe Bild 4) für die rote, grüne und blaue Grundfarbe, läßt sich die Farbe jeder Lichtquelle bestimmen. Man beachte, daß *V<sub>y</sub>* mit *V<sub>λ</sub>* dem spektralen Hellempfindlichkeitsgrad in Bild 2 identisch ist, der die Augenempfindlichkeit wiedergibt. Während *V<sub>y</sub>* ausreicht, um die gesamte Lichtleistung einer Lichtquelle zu bestimmen (Gl. 1), sind für die Farbanalyse drei Integrationen erforderlich:

$$X = \int \frac{dP}{d\lambda} V_x d\lambda \quad (4)$$

$$Y = \int \frac{dP}{d\lambda} V_y d\lambda \quad (5)$$

$$Z = \int \frac{dP}{d\lambda} V_z d\lambda \quad (6)$$

Die Ergebnisse dieser Integrationen lassen sich normieren und durch Einfüh-



rungen zweier neuer Variablen, den Farbwertanteilen, auf zwei Dimensionen reduzieren:

$$x = \frac{X}{X + Y + Z} \quad (7)$$

$$y = \frac{Y}{X + Y + Z} \quad (8)$$

Durch Unterdrücken der dritten abhängigen Variablen ist die Farbe einer Lichtquelle üblicherweise als Funktion der drei Grundfarben auf der zweidimensionalen CIE-Farbtabelle [1] in Bild 5 darstellbar. Die Ortskurve der reinen Spektralfarben (Spektralfarbenzug) ist hufeisenförmig. Weiße Strahlung als gleichmäßige Mischung der drei Grundfarben liegt in der Mitte des Diagramms

bei  $W \left( \frac{1}{3}, \frac{1}{3} \right)$  in Bild 5. Eine Gerade

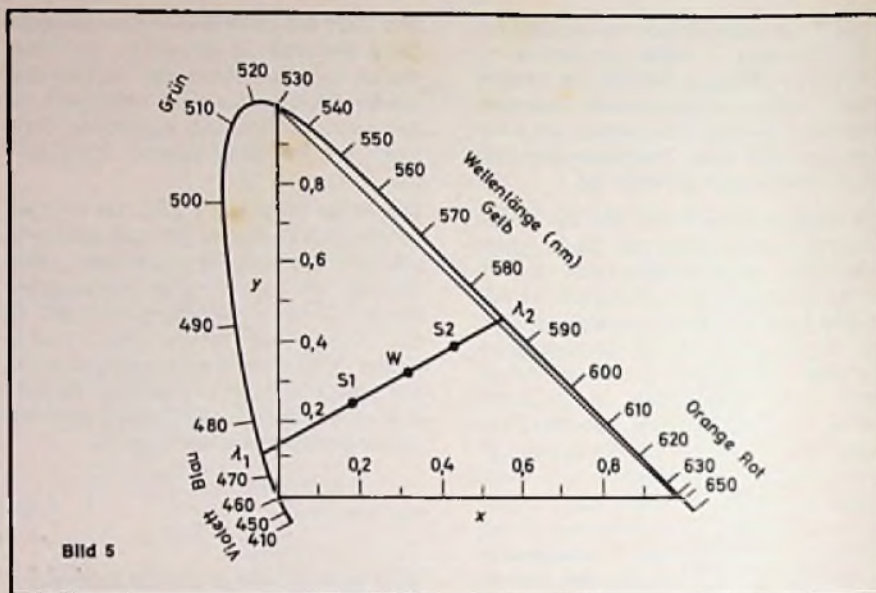
durch einen Punkt des Spektrums und  $W$  legt ein Paar von Komplementärfarben  $\lambda_1$  und  $\lambda_2$  fest. Nachdem die Farbkordinaten einer Lichtquelle in der  $x$ - $y$ -Ebene festgelegt sind, können Farbton und Sättigung numerisch angegeben werden.

## 2.2.2 Farbton

Der Farbton (Farbe) wird durch die dominante Wellenlänge bestimmt. Von  $W$  aus zieht man auf der Farbtabelle eine Gerade durch den betreffenden Punkt. Der Schnittpunkt mit dem Spektralfarbenzug bestimmt die dominante Wellenlänge. Für die Punkte S1 und S2 in Bild 5 sind die dominanten Wellenlängen  $\lambda_1$  und  $\lambda_2$ . Die Farbsättigung läßt sich als Funktion der Farbreinheit ausdrücken. Das völlig „ungesättigte“ Weiß ( $W$  in Bild 5) entspricht der Reinheit 0, eine Farbe auf dem Spektralfarbenzug einer Reinheit von 100%. Für einen gegebenen Punkt  $S$  läßt sich die Farbreinheit durch das Verhältnis der Abstände  $W$ - $S$  ( $x, y$ ) und  $W$ -Schnittpunkt mit der Spektralkurve ( $x_\lambda, y_\lambda$ ) bestimmen.

$$\text{Farbreinheit} = \frac{(x, y) - \left( \frac{1}{3}, \frac{1}{3} \right)}{(x_\lambda, y_\lambda) - \left( \frac{1}{3}, \frac{1}{3} \right)} \quad (9)$$

Alle brauchbaren LEDs liegen am extremen roten bis grünen Teil des Spektrums. (Nur Siliziumkarbid und GaAs mit Wandlerphosphoren ergeben blaues Licht; die Lichtausbeute beider Elemente liegt etwa 1...3 Größenordnungen unterhalb der rot bis grün leuchtenden Dioden [siehe Bild 3]. Man beachte, daß der Spektralfarbenzug zwischen Rot und Grün fast geradlinig verläuft [Bild 5].) Dies bedeutet, daß man fast spektralreines Orange, Gelb und Gelb-



grün durch die Mischung von monochromatischem Rot und Grün erzeugen kann. Außerdem bedeutet dies jedoch, daß der Farbton sogar eines breiten Bandes oder einer Mischung mehrerer Bänder in diesem Bereich des Spektrums stark gesättigt ist. Die Farbsättigung aller Bauelemente in Bild 3 mit Ausnahme der Phosphore ist höher als 98%. Im Gegensatz zu der geraden Linie im roten bis grünen Gebiet ist die Ortskurve der Spektralfarben im Blaugrünen stark gekrümmt. Eine Mischung von spektralreinem Blau und Grün ist daher wesentlich schwächer gesättigt als eine Mischung von Rot und Grün. Daraus folgt, daß als einzige Möglichkeit, die Farbsättigung von LEDs zu verringern, die Zumischung einer blauen Komponente im Emissionsspektrum bleibt. Dies ist einer der Gründe, warum man versucht, LED aus Halbleitern mit großer Energielücke herzustellen.

Die günstigsten Werte für Farbton und Farbsättigung hängen weitgehend von der Anwendung ab. Grün ist bei gegebener Strahlungsleistung offensichtlich am effektivsten. Eine gute Farbsättigung verbessert den Kontrast und die Schärfe bei Anwendungen als Anzeigelampen oder alphanumerischen Anzeigen. Andererseits sind alle drei Grundfarben (rot, grün und blau) für bewegte Farbbilder nötig, während schwächer gesättigte Farben für die Wiedergabe der verschiedenen Hauttöne besser geeignet sind.

Der Farbbereich, den ein bestimmter Halbleiter erzeugen kann, ist durch die Energielücke des Halbleiters und die Art der strahlenden Rekombination beschränkt. In GaP z. B. ist die Strahlung auf Wellenlängen größer 550 nm ( $E_g \approx 2,23$  eV) beschränkt.

Je nach Rekombinationsmechanismus liegt die Strahlung der verschiedenen GaP-Dioden überwiegend bei den Wellenlängen\*) 565 nm (Stickstoffdotiertes Material durch Flüssigkeitsepitaxie, LPE) und 698 nm (zink- und sauerstoffdotiertes LPE-Material). Gelbe und rote Farben lassen sich erzielen, wenn mehrere Rekombinationsmechanismen gleichzeitig auftreten. Wenn die Farbe einer Diode einmal festliegt, wird der Seheindruck durch eine Kombination der restlichen wichtigen Größen wie „Dauer des Leuchtens“, Fläche, Leuchtdichte und Kontrast gegeben. Obwohl die „Belichtungszeit“ (Flackern) bei vielen Anwendungen als Display wichtig ist, ist sie bei einzelnen Anzeigelampen meist zu lang, um ins Gewicht zu fallen. Bei Einzeldioden muß daher nur noch Fläche, Leuchtdichte und Kontrast optimiert werden.

## 2.2.3 Fläche, Leuchtdichte und Kontrast

Zuerst muß man die Funktion des Lämpchens und die Betriebsbedingungen festlegen. Für Warnlampen sind andere psychologische Überlegungen notwendig als für Lämpchen, die übliche Überwachungsaufgaben haben oder als Uhren dienen. Für die Anwendung soll eine angenehme Ablesbarkeit gewährleistet sein, während Warnsignale auf das Auge Aufmerksamkeit erregend wirken sollen. Die beste Ablesbarkeit zu definieren ist sehr schwierig. Verschiedene Experimente haben gezeigt, daß Versuchspersonen sehr unterschiedlich urteilen und daß man die Leuchtdichte verdoppeln muß, ehe die Wirkung mit den Schwankungen vergleichbar ist. Die meisten Experimente mit dem Sehvermögen beschränken sich daher auf ob-

\*) 555 nm Zink-diffundiertes grüne Diode.



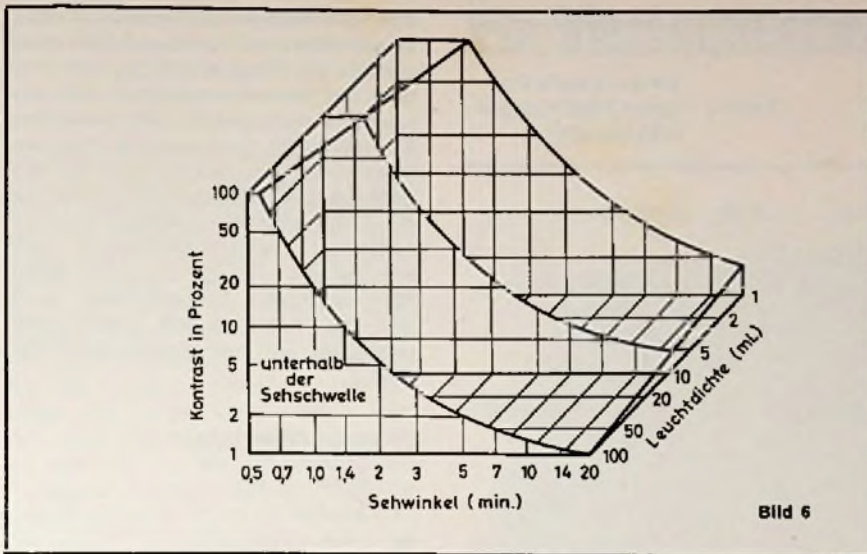


Bild 6

jektivierbare Parameter, wie Messungen der Sehschwelle, die aber bestenfalls als allgemeine Richtlinie für die Verknüpfung zwischen den Hauptvariablen dienen kann. Das Ergebnis ausgedehnter Untersuchungen über den Zusammenhang zwischen Größe (Sehwinkel), Leuchtdichte und Kontrast bei Erreichen der Sehschwelle ist in Bild 6 [3] zu sehen; wobei ein Teilbereich der drei Variablen, wie er in der Praxis vorkommt, aufgetragen ist. Die gekrümmte Oberfläche stellt die Sehschwelle dar, in dem Volumen unterhalb dieser Oberfläche ist die Schwelle unterschritten, der fehlende Teil des Würfels liegt oberhalb der Schwelle. Ähnliche Diagramme lassen sich für angenehme Ablesbarkeit definieren. Die Werte für gleich angenehmen Seheindruck liegen oberhalb der Sehschwelle und abseits von extremen Bedingungen in Bild 6.

Leuchtdichte und Kontrast erhöhen beispielsweise nur die Sichtbarkeit, aber nicht den Seheindruck, wenn die Lichtquelle eine kritische Größe unterschreitet. GaP-Anzeigelämpchen mit einem Durchmesser von weniger als 0,3 mm erscheinen als helle, weit entfernte Lichtquellen mit den typischen Strahlenbündeln, die durch Brechung an der Tränenflüssigkeit der Augenlider entstehen, wenn der Abstand zwischen Diode und Betrachter 3 m überschreitet. Einige Versuchspersonen empfinden diese Lichtquelle als unangenehm, verglichen mit einer größeren Fläche von etwa 2,5 mm. Da wegen der hohen Kosten des Halbleitermaterials erstrebt wird, die Dioden möglichst klein zu machen, trennt man die lichterzeugenden und lichtverteilenden Elemente. Für viele Anwendungen ist es am besten, die LED für maximale Lichtleistung und kleinste PN-Fläche bei gegebener Ein-

gangsleistung auszulegen. Die Lichtverteilung und der Kontrast werden dann von dem Diodengehäuse übernommen.

### 2.3 Leuchtcharakteristik und Spektralverteilung von LED

Obwohl die Lichtausbeute nach Bild 3 die wichtigste Größe ist, benötigt man für bestimmte Anwendungen genaue Kenntnis über die Spektralverteilung des emittierten Lichtes. Zusätzlich zum Helligkeitskontrast spielt auch der Farbkontrast eine wichtige Rolle. Das emittierte Licht muß daher noch durch Farbton und Farbsättigung beschrieben werden. Als Eingangsgröße für die spektrale Analyse aller LED dient das Leistungsspektrum. Da die Dioden auf mehreren Wellenlängen emittieren, muß man als Hauptmaximum die Wellenlänge definieren, die am besten sichtbar ist. Zusätzlich zum Hauptmaximum emittieren viele Dioden noch auf Nebenmaxima, die teilweise merklich vom Hauptmaximum abweichen. Wenn das Nebenmaximum im Infraroten liegt, ändert sich die Farbe des emittierten Lichts nicht, es wird nur die Lichtausbeute reduziert. Wenn andererseits das Nebenmaximum in den sichtbaren Bereich fällt, kann

Tabelle 1 a. Lichttechnische Größen und Einheiten nach DIN 5031 Blatt 3\*)

Lichttechnische Größen			Lichttechnische Einheiten	
Größe	Formelzeichen	Vereinfachte**) Bezeichnung	Einheit	Zeichen und Zusammenhänge
Lichtmenge	$Q$	—	Lumenstunde Lumensekunde	$\text{lm} \cdot \text{h}$ $\text{lm} \cdot \text{s}$
Lichtstrom	$I$	$I = \frac{Q}{t}$	Lumen	$\text{lm} = \text{cd} \cdot \text{sr}$
Spez. Lichtausstrahlung	$M$	$M = \frac{\Phi}{A_1}$	Lumen/ Quadratmeter	$\text{lm} \cdot \text{m}^{-2}$
Lichtstärke	$I$	$I = \frac{\Phi}{\Omega_1}$	Candela	cd
Leuchtdichte	$L$	$L = \frac{\Phi}{A_1 \cdot \cos \epsilon_1 \cdot \Omega_1}$ $L = \frac{\Phi}{A_2 \cdot \cos \epsilon_2 \cdot \Omega_2}$	Candela/ Quadratmeter	$\text{cd} \cdot \text{m}^{-2}$
Beleuchtungsstärke	$E$	$E = \frac{\Phi}{A_2}$	Lumen/ Quadratmeter	$\text{lm} \cdot \text{m}^{-2} = \text{lx}$
Belichtung	$H$	$H = E \cdot t$	Luxsekunde	$= \text{lm} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}$
Beleuchtungsvektor	$E$	$E = \int L \cdot d\Omega_2$	Lux	$= \text{lx} = \text{lm} \cdot \text{m}^{-2}$

\*) Zu beziehen durch Beuth-Vertrieb, 1 Berlin 30, Burggrafenstr. 4-7.  
\*\*) Es ist üblich, geometrische Größen (Flächen, Winkel) die nur für die Ausstrahlung gelten, durch den Index 1 und Größen, die für die Einstrahlung gelten, durch den Index 2 zu kennzeichnen.

**Tabelle 1. Strahlungsphysikalische und photometrische Einheiten und Bezeichnungen**

Strahlungsphysikalische Bezeichnung	Symbol	Einheiten	Symbol	Vergleichende Einheiten (Abkürzungen in Klammern)
Strahlungsleistung	$P$	W	Lichtstrom	$F (\Phi)$ Lumen (lm)
Strahlstärke	$I$	W/sr	Lichtstärke	$J$ Lumen/Steradian oder Candela (lm/sr) oder cd (1 cd = 1 lm/sr)
Bestrahlungsstärke	$H$	W/m <sup>2</sup>	Beleuchtungsstärke	$E$ 1 lm/m <sup>2</sup> = 1 Lux (lx) = 1 m · cd
Strahldichte	$R$	W/sr · m <sup>2</sup>	Leuchtdichte	$B$ 1 lm/sr · m <sup>2</sup> = 1 cd/m <sup>2</sup> = 1 Nit (nt) = 0,3142 Millilambert (mL) = 0,2919 Footlambert (fL)

**Tabelle 2. Spektrale Eigenschaften der verschiedenen LEDs**

LED	Eigenschaften des Hauptemissionsmaximums				Farbe	
	Wellenlänge des Maximums nm	Halbwertsbreite nm	Durchschnittliche Photonenenergie eV	Visueller Nutzeffekt x 680 lm/W $V_{av}$ lm/W	Farbton (dominante Wellenlänge) nm	Spektralreinheit (Sättigung) %
Zn, O-dotiertes rotes GaP	698	93	1,76	20,7	632	100,0
Zn, O-dotiertes rotes GaP (nur das rote Band)	698	93	1,76	19,8	637	100,0
N-dotiertes grünes GaP	565	30		392,0	574	99,3
N-dotiertes grünes GaP (nur das grüne Band)	565	30	2,18	618,0	570	99,6
Zn-dotiertes grünes GaP	553	23		284,0	563	98,0
Zn-dotiertes grünes GaP (nur das grüne Band)	553	23	2,24	647,0	556	98,4
Roter GaAs <sub>1-x</sub> P <sub>x</sub>	640	28	1,91	97,9	634	100,0
Roter Ga <sub>1-x</sub> Al <sub>x</sub> As	688	28	1,78	7,1	679	100,0
Gelbes SiC	590	155	1,97	293,0	582	98,3

sich der Farbton beträchtlich ändern. Insbesondere bei GaP liegen Emissionsmaxima im Infraroten, Roten und Grünen. Ein Emissionsmaximum läßt sich relativ zu den anderen über besondere Störstellen im Grundmaterial anheben. Das Hauptmaximum wird durch die Wellenlänge des spektralen Maximums und die Halbwertsbreite bestimmt. In vielen Fällen ist die Emissionsbande nicht symmetrisch. Um die durchschnittliche Photonenenergie zu bestimmen, bildet man das Verhältnis aus Leistungswirkungsgrad  $\eta_P$  und Quantenwirkungsgrad  $\eta_q$ .

Leistungswirkungsgrad:

$$\eta_P = \frac{\int \frac{dP}{d\lambda} d\lambda}{I_F U_F} \quad (10)$$

Um das Energiespektrum in Helligkeitsgrößen umzuwandeln, multipliziert man die Leistung bei der jeweiligen Wellenlänge mit der relativen Helligkeit  $V_\lambda$ . Durch diese Bewertung des im gesamten Energiebereich emittierten Lichtes (Haupt- und Nebemissionsbanden) erhält man den visuellen Nutzeffekt der emittierenden Strahlung, wie bereits besprochen\*).

Die Leuchtcharakteristik und die spektrale Verteilung verschiedener LED sind in Tabelle 2 zusammengestellt. Bei den GaP-Dioden wurde sowohl die gesamte Emission als auch die Hauptbande aufgeführt. Bei den Zn, O-dotierten roten GaP-Dioden in Tabelle 2 kommt noch ein kleiner Beitrag von der grünen Emission bei 565 nm hinzu. Die Amplitude des Nebenmaximums liegt bei etwa 0,6% des roten Hauptmaximums. Weil das Auge für Grün empfindlicher ist als für Rot, erhöht dieses Nebenmaximum den mit 680 lm/W multiplizierten visuellen Nutzeffekt von 19,8 lm/W auf 20,7 lm/W. Umgekehrt kann ein Nebenmaximum im Roten den visuellen Nutzeffekt einer grünen Diode beträchtlich vermindern. Bei der diffundierten grünen Zn-GaP-Diode in Tabelle 2 tritt eine merkliche rote Nebenbande auf. Die Amplitude der roten Emission erreicht 40% der Amplitude des grünen Hauptmaximums. Die Nebenbande reduziert daher den mit 680 lm/W multiplizierten visuellen Nutzeffekt von 647 lm/W auf 284 lm/W. Dieses Beispiel entspricht nicht dem augenblicklichen Ent-

\*) Für die in der angelsächsischen Literatur gebräuchliche Bezeichnung „average luminosity coefficient“ gibt es keine der DIN entsprechende Größe. Der „average luminosity coefficient“ ist jedoch identisch mit dem mit 680 lm/W multiplizierten visuellen Nutzeffekt.

wicklungsstand für grüne Dioden (siehe grüne Dioden aus LPE-Schichten) [5]. Bei besseren Dioden ist das Verhältnis von roter zu grüner Emission bei normalen Stromdichten erheblich kleiner.

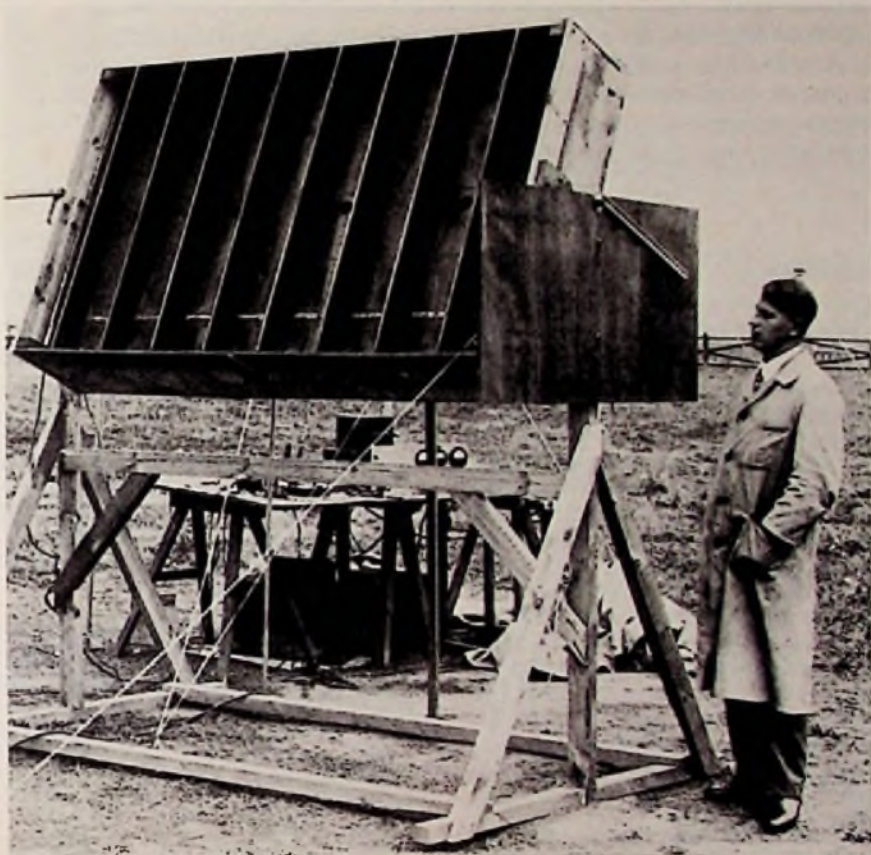
Die ternären III-V-Halbleiter,  $\text{GaAs}_{1-x}\text{P}_x$  und  $\text{Ga}_{1-x}\text{Al}_x\text{As}$  in Tabelle 2 sind typische Vertreter kommerzieller LED\*). Das Emissionsmaximum dieser Materialien hängt stark vom Mischungsverhältnis ab. Im gleichen Maße wie sich das Mischungsverhältnis vom binären GaAs entfernt, nimmt die Wellenlänge der emittierten Strahlung langsam ab, wobei der visuelle Nutzeffekt stark ansteigt. Die größte Lichtausbeute wird bei einem Mischungsverhältnis erreicht, bei dem das Produkt aus Leistungswirkungsgrad  $\eta_p$  und spektralem Hellempfindlichkeitsgrad  $V_\lambda$  am größten ist. Verschiedene Möglichkeiten, das Mischungsverhältnis zu finden, bei dem der Wirkungsgrad von Dioden aus ternären Mischkristallhalbleitern am größten wird, werden bei den Herstellern im Augenblick sehr eingehend untersucht.

### 3. Literatur

- [1] Wright, W. D.: The Measurement of Color. Princeton, N. J.: Van Nostrand, 1964.
- [2] Kingslake, R. Ed., Applied Optics and Optical Engineering, vol. 2, New York: Academic Press, 1965.
- [3] Luckiesh, M. and Moss, F. K. The Science of Seeing. New York: Van Nostrand, 1937.
- [4] Graham, C. H. Ed., Vision and Vision Perception. New York: Wiley, 1965.
- [5] Logan, R. A., White, H. G., and Wiegmann, W., „Efficient green electroluminescent junctions in GaP,“ Solid-State Electron., Vol. 14, pp. 55–70, Jan. 1971.

\*) Bei der Beschreibung kommerzieller LEDs kommen häufig Ungenauigkeiten vor. In den Datenblättern sind normalerweise Wirkungsgrade (Leistungs- oder Quantenwirkungsgrade) oder Leuchtdichten bei einem festen Strom (nicht einer festen Stromdichte) in Flußrichtung oder einer Eingangsleistung angegeben. Nur in wenigen Datenblättern ist die Leuchtdichte als Funktion der Eingangsleistungsdichte zusammen mit dem Spektrum der Dioden wie in Bild 2.3 und Tabelle 2 angegeben.

## Ein Vierteljahrhundert Richtfunk



Selt einem Vierteljahrhundert wird der Richtfunk im Fernmeldedienst der Bundespost eingesetzt. Aber bereits im Jahre 1935, also vor 40 Jahren, hatte diese Technik erste Erfolge aufzuweisen. Unser Bild zeigt eine der ersten Richtantennen für Versuche auf kürzeren Wellen, die Telefunken vor 40 Jahren bei Berlin unternahm. Die Prognose von Professor Runge, einem der Väter des Richtfunks, hat sich längst erfüllt. Er hatte bereits im Jahre 1934 prognostiziert, daß mit der Konzentration der Strahlung auf eine Gegenstation die Funktechnik ihrer älteren Schwester, der Drahttechnik, wieder die Hand reichen wird.

Inzwischen wurde aus den eher bescheidenen Versuchen der Telefunkeningenieure von 1935 eine postalische Richtfunk-Strecke mit einer Länge von 78 500 km, die selbst in die entlegensten Teile der Republik reicht. Der Übertragung von Fernsehprogrammen dienen davon 33 300 km Leitung, die

anderen 45 200 km sind dem Telefonverkehr vorbehalten. Im Fernspreverkehr können auf einem HF-Kanal bis zu 1800 Gespräche übertragen werden. Bis sechs solcher Informationsbündel werden über eine Antenne abgestrahlt. Eine Meisterleistung moderner Nachrichtentechnik stellt das elektronische Sortieren der gleichzeitig übertragenen Informationen dar.

Inzwischen ist der Richtfunk in den Weltraum vorgestoßen: Als Relaisstationen im All übermitteln heute Nachrichtensatelliten Fernsehprogramme und Telefongespräche zwischen Kontinenten. Wegen der Energiefrage können die im Orbit kreisenden Satelliten nur mit kleiner Leistung senden, deswegen ist die Ausrichtung der Antennen so wesentlich für die Nachrichtenübertragung zwischen Erdstation und dem Relais im All. Ein eindrucksvolles Beispiel hochentwickelter Nachrichtentechnik ist der deutsch-französische Satellit „Symphonie“.

# Die Grundgleichungen der Josephson-Effekte

Supraleiter, die durch eine sehr dünne Schicht isolierender Barrieren getrennt sind oder die sich nur knapp berühren, haben erstaunliche elektrische Eigenschaften: ein Strom tunnelt zwischen den Barrieren hindurch. Diese seinerzeit als „Meßfehler“ beobachtete Erscheinung ist heute gesicherte physikalische Erkenntnis. Zahlreiche Bauelemente, fußend auf dem Josephson-Effekt, konnten daraus entwickelt werden.

## 1. Einleitung

Ursprünglich verstand man unter den Josephson-Effekten\*) den durch Tunnel-effekt zustande gekommenen Supra-strom zwischen zwei Supraleitern, die durch eine isolierende Barriere voneinander getrennt sind. Josephson [1] hat sie 1962 vorausgesagt. Seine Behauptungen waren anfangs sehr umstritten, wurden aber bald experimentell bestätigt. Da in den USA verschiedene Arbeitsgruppen bestanden, die sich mit der Untersuchung normaler Elektronen-Tunnelprozesse zwischen Supraleitern befaßten, standen die notwendigen Apparaturen und experimentellen Techniken zur Verfügung. Anderson [2] und andere äußerten die Vermutung, daß die Josephson-Effekte schon vorher beobachtet, aber als „Meßfehler“ wieder fallengelassen wurden.

Daß ein Suprastrom durch eine Barriere tunnelt kann, war eindeutig nur sehr schwierig nachzuweisen, da eine unvollkommen hergestellte Barriere mit einem feinen Kurzschluß denselben Effekt simulieren kann. Weiter sagte Josephson voraus, daß ein Infra-Wechselstrom durch die Barriere tunnelt kann. Auf die Existenz dieses Wechselstromes schloß Shapiro [3] auf Grund der Tatsache, daß in Gegenwart eines Mikrowellenfeldes Stufen in der Gleichstrom-Spannungscharakteristik der Barriere auftreten. Fiske [4] sowie Janson und andere [5] haben dies weiter bestätigt.

Die Josephson-Effekte der Supraleitung sind heute experimentell sehr leicht zu demonstrieren. Als Kryostat eignet sich ein Vorratsgefäß für flüssiges Helium. Beschreibungen von Apparaturen für Studienzwecke findet man in [6], [7], [8].

## 2. Anwendungen

Ober die Josephson-Effekte — sie sind eng mit der fortschreitenden Entwick-

lung der Supraleitfähigkeit und der Supraflüssigkeit verbunden — und deren Theorie wird in ausgezeichneten Arbeiten [1], [2], [9—15] berichtet. Sie werden heute bereits verschiedentlich genutzt.

Seitdem man das Herstellen extrem dünner Oxidschichten beherrscht und die Josephson-Effekte auch noch bis zu einer Schichtdicke von  $3 \times 10^{-9}$  mm erhalten bleiben, lassen sich Bauelemente herstellen, die wesentliche Vorteile gegenüber vergleichbaren Transistoranordnungen aufweisen.

Mit Josephson-Doppelementen können beispielsweise sehr empfindliche Magnetometer aufgebaut werden. Cohen u. a. [16] verwendeten sie zur Messung des magnetischen Flusses, der durch den Herzschlag eines Menschen hervorgerufen wird. Um die volle Empfindlichkeit des Magnetometers auszunutzen zu können, müssen der Kryostat und die Zuleitungen sehr gut gegen magnetische und elektrische Felder abgeschirmt werden.

Das von Clarke [17] als Bauteil für sehr empfindliche Galvanometer entwickelte Löttröpfen-Tunnelement funktioniert folgendermaßen: Der zu messende Strom, der durch einen Niobdraht fließt, bewirkt an der Barriere der Tunnelanordnung einen magnetischen Fluß, der den Josephson-Strom moduliert. Es genügt bereits ein Strom von etwa 200  $\mu$ A, um ein magnetisches Flußquant in der Grenzschicht zu erzeugen. Mit diesem Galvanometer konnte eine Spannung von  $5 \cdot 10^{-14}$  V gemessen werden.

Jählevic u. a. [18], [19] fertigten ein Doppeltunnelement an, mit dem sie versuchten, die strittigen Fragen der Quantenmechanik zu klären, ob das magnetische Vektorpotential auch dort existiert, wo kein Magnetfeld ist. Es ist ihnen mit dieser Anordnung gelungen.

Für den Millimeterwellenbereich können Punktkontakte oder reine Tunnelemente als einfache Strahlungsquellen verwendet werden. Der Punktkontakt

bietet in vieler Hinsicht Vorteile, da die Frequenz der erzeugten Mikrowellen von der Eigenfrequenz des umgebenden Hohlraumresonators abhängt. Ein Josephson-Element kann aber auch als einfaches Hochfrequenzspektrometer eingesetzt werden, mit dessen Hilfe die magnetische Kernresonanz von  $\text{Co}^{60}$  in ferromagnetischem Cobalt untersucht werden kann.

Die stark nichtlinearen Eigenschaften einer Barriere nutzte Shapiro [20] dazu aus, um mit Hilfe einer einfallenden Strahlung von 4 oder 6 GHz eine Mikrowelle mit einer Frequenz von 12 GHz zu erzeugen. Er verwendete ebenfalls ein Löttröpfenelement. Tunnelemente wiederum bieten die Möglichkeit, als Strahlungsdetektoren eingesetzt zu werden. Der Frequenzbereich erstreckt sich dabei bis in das ferne Infrarot [21]. Die Ansprechzeit ist mit 10 ns sehr klein, und die Ansprechempfindlichkeit erreicht Werte unter  $5 \cdot 10^{-13}$  W.

Die kurzen Schaltzeiten [22] der Tunnelemente machen sie für Computeranwendungen interessant. So erreichte Matisoo [23] Schaltzeiten unter  $10^{-9}$  s. Schroen [24] stellte mehr als 50 solcher Tunnelanordnungen auf einem Substrat her. Man glaubt, Multiplikationsgeschwindigkeiten von über  $10^{10}$  s mit einer Sperrschichtspannung von 2 mV erzielen zu können.

Bauteile, die auf den Josephson-Effekten beruhen, werden in Zukunft immer mehr angewendet, weil als sicher vorausgesetzt werden kann, daß ihre Empfindlichkeit gegen häufige größere Temperaturänderungen, mechanische Erschütterungen oder elektrische Überlastungen ebenso überwunden wird, wie dies bei den Transistoren geschehen ist.

## 3. Die Grundgleichungen der Josephson-Effekte

Die Voraussetzungen für alle Untersuchungen bzw. für die einzelnen Effekte bilden im wesentlichen fünf Differentialgleichungen, die Josephson abgeleitet hat und die die Phase der Paarwellenfunktion und ihre Ableitungen in Beziehung setzen zu den magnetischen Feldern und Spannungen in der Barriere. Unter Vernachlässigung energieverzehrender Prozesse lauten die Josephson-Gleichungen für eine zweidimensionale Barriere (Bild 1):

$$\delta H_y / \delta x - \delta / H_x / \delta y = I_z + C \delta V / \delta t \quad (1)$$

$$\delta \varphi / \delta x = 2 \pi d \cdot B_y / \Phi_0 \quad (2)$$

$$\delta \varphi / \delta y = 2 \pi d \cdot B_x / \Phi_0 \quad (3)$$

$$\delta \varphi / \delta t = (2 e / \hbar) V \quad (4)$$

$$I_z = I_1 \sin \varphi \quad (5)$$

Hierin sind  $H_x$ ,  $B_y$  usw. die entsprechenden Komponenten des Magnetfeldes

\*) Nach Petley, B. W.: Einführung in die Josephson-Effekte, Uni-Taschenbücher, Bd. 376. Dr. Alfred Hüthig Verlag Heidelberg

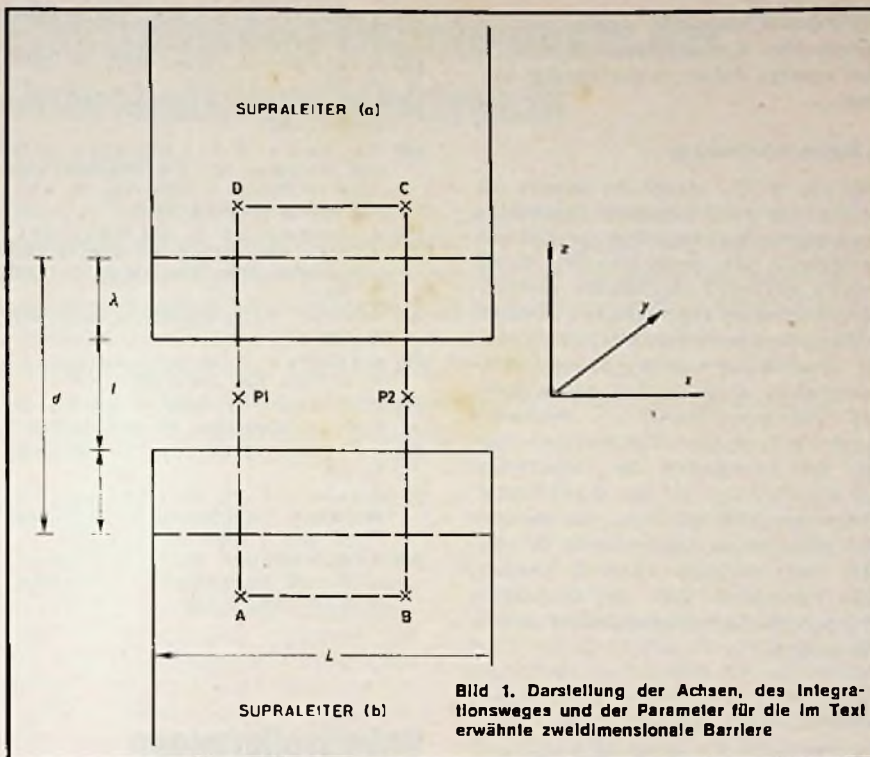


Bild 1. Darstellung der Achsen, des Integrationsweges und der Parameter für die im Text erwähnte zweidimensionale Barriere

und der Kraftflußdichte,  $\varphi$  ist die Phase der Paarwellenfunktion,  $C$  die Kapazität der Barriere pro Einheitsfläche,  $j$  die Stromdichte und  $d$  die Summe der Barrierendicke  $l$  und der Eindringtiefe  $\lambda$  bei den beiden Supraleitern auf jeder Seite der Barriere.

Die Gln. (1) bis (5) wurden von Josephson u. a. ausführlich abgeleitet. Gl. (1) ist an sich die auf die Barriere angewandte Maxwell-Gleichung  $\text{rot } H = j_z + \delta D/\delta t$ , worin  $D$  die elektrische Verschiebungsdichte ist. Die Gln. (2) und (3) ergeben sich für den geschlossenen Integrationsweg (ABCD) in Bild 1. Der Unterschied der Phasenänderungen an der Barriere bei den Punkten P1 und P2 läßt sich wie folgt schreiben:

$$\varphi_{P1} - \varphi_{P2} = [\varphi_D - \varphi_A] - [\varphi_C - \varphi_B] = [\varphi_D - \varphi_C] - [\varphi_A - \varphi_B] \quad (6)$$

Die rechte Seite der Gl. (6) läßt sich in den einfachen Ausdruck  $2\pi\Phi/\Phi_0$  überführen. Man erhält

$$\varphi_{P1} - \varphi_{P2} = 2\pi\Phi/\Phi_0 \quad (7)$$

Die Gln. (2) und (3) ergeben sich dann durch Differentiation von Gl. (7).

Die 4. Josephson-Gleichung (4) ist im wesentlichen ein Ergebnis der Quantenbeziehung  $E = \hbar\nu$ , wobei hier  $E = 2eV$  ist. Gl. (4) ist für die Josephson-Effekte sehr wichtig. Sie wird nachstehend noch eingehender behandelt.

Die Gl. (7) läßt sich nur aus der ausführlichen makroskopischen Theorie der

Josephson-Effekte ableiten, denn in den Suprastrom geht die Abhängigkeit der freien Energie der Barriere von dem Phasenterm  $\varphi$  ein. Nimmt man jedoch im Falle fehlender äußerer Spannung an, daß  $j_z$  nur eine Funktion von  $\varphi$  ist, also  $j_z = j_z(\varphi)$ , so kann man sich vorstellen, daß  $j_z(\varphi)$  wegen der engen Beziehung der Phase zu Winkelfunktionen periodisch sein sollte.

Werden die Terme mit dem magnetischen Fluß mit Hilfe der Gln. (1) bis (5) eliminiert, so erhält man die wichtige Beziehung

$$\nabla^2 \varphi - \frac{1}{v^2} \delta^2 \varphi / \delta t^2 = \lambda_J^{-2} \sin \varphi \quad (8)$$

mit  $v = 1/(\mu_0 C d)^{1/2}$ ,  $\lambda_J^2 = \hbar^2 / (2 \mu_0 j_1 e d)$  und

$$\nabla^2 = \frac{\delta^2}{\delta x^2} + \frac{\delta^2}{\delta y^2}$$

Nimmt man als typische Werte  $j_1 = 10^6 \text{ Am}^{-2}$ ,  $d = 10^{-7} \text{ m}$  und  $C = 2 \cdot 10^{-3} \text{ Fm}^{-2}$ , so ergibt sich  $v \sim 2 \cdot 10^7 \text{ ms}^{-1}$  und  $\lambda_J \sim 0,5 \text{ mm}$ . Die Josephson-Eindringtiefe  $\lambda_J$  hängt von der Stromdichte  $j_1$  ab, die ihrerseits von dem Widerstand der Barriere im Normalzustand abhängig ist (s. Gl. 10).

Josephson ermittelte mit der Gl. (8), dem allgemeinen Ausdruck für die Phase viele Eigenschaften von Barrieren. Gl. (8) ist aber eine nichtlineare

Differentialgleichung, mit der nur numerische Näherungslösungen möglich sind. Für kleine  $\varphi$  erhält man die analytisch exakt lösbare linearisierte Form

$$\nabla^2 \varphi - \frac{1}{v^2} \delta^2 \varphi / \delta t^2 = \lambda_J^{-2} \varphi \quad (9)$$

Als Lösungen dieser Differentialgleichungen unter verschiedenen Nebenbedingungen ergeben sich die vielfältigen Josephson-Effekte.

Die Konstante  $f_1$  in den Gln. (5) und (8) hat die Dimension einer Stromdichte und ist das Maß für die Tunnelwahrscheinlichkeit zwischen den beiden Supraleitern (siehe auch [25]).  $f_1$  hängt exponentiell von der Dicke der isolierenden Zwischenschicht ab und ist auch temperaturabhängig. Sind auf beiden Seiten der Barriere gleiche Supraleiter, so stellten Ambegaokar und Baratoff [26] die Beziehung Gl. (10) auf.

$$i_1(T) = (\pi \Delta(T) / 2 e R A) \tanh [\Delta(T) / 2 k T] \quad (10)$$

Hierin bedeuten  $A$  die Fläche der Zwischenschicht und  $R$  ihren Widerstand bei kleinen Spannungen und tiefen Temperaturen. Die Ausdrücke werden sehr kompliziert, wenn die Supraleiter auf den beiden Seiten der Barriere verschieden sind. Im allgemeinen ist man hier auf numerische Lösungen angewiesen. Für typische Schichten gilt  $R \sim 10^{-2} \Omega$  und  $A \sim 5 \cdot 10^{-8} \text{ m}^2$ , so daß  $f_1$  Werte von etwa  $1,5 \cdot 10^6 \text{ A} \cdot \text{m}^{-2}$  erreichen kann.  $f_1$  kann auch von der an der Barriere anliegenden Spannung abhängen, wie Riedel [27] zeigte. Für sehr dünne Bleioxidbarrieren fanden Goldman und Kreisman [28] und Schroen und Pritchard [29]  $\lambda_J \sim 15 \mu\text{m}$ .

### 3.1. Die Grenzfrequenz

Setzt man die Lösung für ebene Wellen  $\varphi = \exp i(\omega t - k' \cdot r)$  in Gl. (8) ein, so folgt:

$$(\omega/\omega_0)^2 = (k' \cdot \lambda_J)^2 + 1 \quad (11)$$

mit  $\omega_0 = (v/\lambda_J) = (2 e j_1 / \hbar C)^{1/2}$

In der Physik treten Beziehungen vom Typ der Gl. (11) sehr häufig auf, z. B. bei einem Plasma oder bei der Fortpflanzung elektromagnetischer Wellen in Hohlleitern. Es zeigt sich, daß eine untere Grenze für  $\omega$  existiert (hier  $\omega = \omega_0$ ), unterhalb der  $k'$  nicht mehr reell ist. Für ebene Wellen gibt es dann keine Lösungen.

### 3.2. Die Geschwindigkeit der Phasenänderung

Wie schön erwähnt, ist Gl. (4) für das Verständnis und die Anwendung der Josephson-Effekte von großer Bedeutung. Es soll daher näher auf ihre Herleitung eingegangen werden. Nach London han-

delt es sich bei der Supraleitung und den supraflüssigen Eigenschaften des Heliums II um makroskopisch sichtbare Folgen einer bestehenden Fernordnung und von Quanteneffekten, wobei die Fernordnung bis zu der kritischen Temperatur durch einen Ordnungsparameter, der als Mittelwert eines Operators  $\psi(r, t)$  definiert werden kann, erfaßt wird [9], [30]:

$$\psi = \langle \psi(r, t) \rangle = f(r, t) \cdot \exp \{ i\varphi(r, t) \} \quad (12)$$

Die Mittellung erstreckt sich hierbei über ein Gebiet, das durch die Kohärenzlänge gegeben ist.

Die von Gorkov [31] zur Beschreibung der Paarbildung von Elektronen eingeführte anomale Greensche Funktion  $F(r_1, t_1; r_2, t_2)$  entspricht in einem Supraleiter  $\psi(r, t)$  Gl. (12).  $\psi(r, t)$  ist für das flüssige Helium II die Wellenfunktion des Bose-Einstein-Kondensats. Der Phasenterm  $\varphi$  bestimmt den Strom und berücksichtigt die Wirkung externer Felder.  $f(r, t)$  in Gl. (12) ist im wesentlichen die Anzahl  $N$  der Teilchen in dem System. Die Phase ist zu  $N$  kanonisch konjugiert, so daß  $\Delta N \cdot \Delta \varphi \sim 1$  ist.

Auch bei der Phase hat der Absolutwert wie bei einem Potential keine physikalische Bedeutung. Verbindet man jedoch zwei Supraflüssigkeiten durch eine Barriere, die in beiden Richtungen von den Teilchen durchtunnelt werden kann, so hat die relative Phase  $\varphi_1 - \varphi_2$  durchaus Bedeutung. Da  $\varphi$  und  $N$  kanonisch konjugiert ist, kann es auch als zu dem Operator  $i\delta/\delta N$  äquivalent betrachtet werden.

In Operatorschreibweise erhält man dann  $[\varphi, H] = i\delta/\delta N$ . Kombiniert man diese Gleichung mit der Bewegungsgleichung  $\dot{\varphi} = [\varphi, H]/\hbar$ , so ergibt sich  $\dot{\varphi} = \hbar^{-1} \delta H/\delta N$ , wobei  $H$  der Hamiltonoperator des Systems ist. Nach Durchführung der Mittellung kann diese Gleichung unter Verwendung des chemischen Potentials  $\mu (= \delta E/\delta N)$  auf die Form gebracht werden:

$$\langle \delta/\delta \varphi \delta t \rangle = \mu/\hbar \quad (13)$$

Wenn zwischen zwei Supraflüssigkeiten des chemischen Potentials eine Differenz ( $\mu_1 - \mu_2$ ) besteht, so ändert sich die Phase innerhalb der Zeit  $\hbar/(\mu_1 - \mu_2)$  um  $2\pi$ . Hat das System für jedes  $\varphi$  nur einen Zustand, so sollte es immer wieder in seinen ursprünglichen Zustand zurückkehren, sobald sich die Phase um  $2\pi n$  ( $n =$  ganzzahlig) geändert hat. Diese Überlegungen führen zu den Bezeichnungen  $\varphi = (\mu_1 - \mu_2)/\hbar$ , oder – falls zwei Supraleiter vorhanden sind – zu  $\varphi = (2e/h)V$ , womit die Gl. (4) erreicht wurde. Anderson u. a. [32] bewiesen, daß die Gl. (4) für Systeme im

Gleichgewichtszustand exakt gilt. Irrelevant Korrekturen können in den meisten Fällen vernachlässigt werden.

#### 4. Zusammenfassung

Die von B. D. Josephson bereits als Student an der Universität Cambridge vorausgesagten Erscheinungen, daß sich berührende oder durch eine sehr dünne Schicht getrennte Supraleiter erstaunliche elektrische Eigenschaften besitzen müßten, konnten schon zwei Jahre später amerikanische und russische Wissenschaftler experimentell nachweisen. Die Josephson-Effekte – bewiesen durch die Josephson-Gleichungen – haben das Verständnis der Phänomene der Supraleitung und der Supraflüssigkeiten wesentlich gefördert. Da die daraus entwickelten Bauelemente für immer mehr Aufgaben genutzt werden, sind Kenntnisse über die Grundgleichungen der Josephson-Effekte sicher von Nutzen.

#### Literatur

- [1] Josephson, B. D.: Phys. Letters 1 (1962) S. 251.
- [2] Anderson, P. W.: Progress in Low Temperature, Physics, 5 (1967).
- [3] Shapiro, S.: Phys. Rev. Letters, 11 (1963) S. 80.
- [4] Fiske, M. D.: Rev. Mod. Phys., 36 (1964) S. 221.
- [5] Janson und and.: Eksperim i Teor. Fiz A 7 (1964) S. 2091 (engl. Übers. Sov. Phys. JETP 20 (1965) S. 1404).
- [6] Richards, P. L. u. and.: Amer. J. of Phys. 36 (1968) S. 690.
- [7] Collins, P. J. und Gordon, J. E.: Amer. J. of Phys. 37 (1969) S. 293.
- [8] Petley, B. W. und Morris, K. L.: J. sci. Instrum. (J. Phys. E.) Ser. 2 2 (1969) S. 649.
- [9] Anderson, P. W.: Rev. Mod. Phys. 38 (1966) S. 298.
- [10] Josephson, B. D.: Rev. Mod. Phys. 38 (1966) S. 216.
- [11] Josephson, B. D.: Phys. 16 (1965) S. 419.
- [12] Josephson, B. D.: Quantum Fluids (1966). Ed. D. F. Brewer, Amsterdam
- [13] Anderson, P. W.: Lectures on the Many-body Problems, Ravello (1963).
- [14] Feynman, R. P., Leighton R. B. und Sands, M.: Lectures on Physics 3 (1965)
- [15] Bloch, P.: Phys. Rev. Letters, 21 (1968) S. 1241.
- [16] Cohen, D., Edelsack, E. A. und Zimmermann, J. E.: Appl. Phys. Letters 16 (1970) S. 278.
- [17] Clarke, J.: Phil. Mag. 13 (1966) S. 115.
- [18] JähleVIC, R. C., Lambe, J., Mercereau, J. E. und Silver, A. H.: Phys. Rev. Letters 12 (1964) S. 159.
- [19] JähleVIC, R. C. u. and.: Phys. Rev. 140 (1965) A 1628.
- [20] Shapiro, S. J.: Appl. Phys. 38 (1967) S. 1879.
- [21] Grimes, C. C., Richards, P. L. und Shapiro, S. J.: Appl. Phys. 39 (1968) S. 3905.

- [22] Stewart, W. C.: Appl. Phys. Letters 14 (1969) S. 392.
- [23] Matlsoo, J.: Proc. IEEE 55 (1967) S. 172.
- [24] Schroen, W.: J. Appl. Phys. 39 (1968) S. 2671.
- [25] Feynman, R. P., Leighton, R. B. und Sands, M.: The Feynman Lectures on Physics 3 (1965). Kap. 21, Addison-Wesley, Reading, Mass.
- [26] Ambegaokar V. und Baratoff, A.: Phys. Rev. Letters 10 (1963) S. 486 und erratum: Phys. Rev. Letters 11 (1963) S. 104.
- [27] Riedel, E.: Z. Naturforsch. 19 a (1964) S. 1634.
- [28] Goldman, A. M. und Kreisman, P. J.: Phys. Rev. 164 (1967) S. 544.
- [29] Schroen, W. und Pritchard, J. P.: J. Appl. Phys. 40 (1969) S. 2118.
- [30] Khorana, B. M.: Phys. Rev. 185 (1969) S. 299.
- [31] Gorkov, I. P.: Zh. Ekspr. Teor. Fiz. 34 (1958) S. 735 (Übersetz. ins Engl.) Sov. Phys. JETP 7 (1958) S. 505.
- [32] Anderson, P. W., Westhamer, N. R. und Luttinger, J. N.: Phys. Rev. 138 (1965) A 1157.

## Kabelisolierungen sichern Erdölbohrungen



(Foto: Du Pont)

Das Foto zeigt eine Ölbohr- und -Förderplattform im „Forties“-Feld der Nordsee, wie sie nach der Fertigstellung aussehen wird. Auf dieser Plattform werden 125 km Kabel mit Ummantelung aus Du Pont-Hypalon-Synthesekautschuk verwendet. Dieses CSP (chlorsulfoniertes Polyäthylen)-Elastomer besitzt eine Anzahl chemischer Eigenschaften, die es zu einem hervorragenden Material für Kabelummantelungen und -isolationen bei kritischen Anwendungen macht. Verwendet werden verschiedene Kabeldurchmesser.

E. H.

# Elektronische Bauelemente der Unterhaltungselektronik

HEINZ FRANK

Röhren, Halbleiter und andere herausragende Bauteile der Konsumelektronik, die auf der Hannover-Messe 1975 vorgestellt wurden, beschreibt der vorliegende Beitrag. Im Mittelpunkt steht insbesondere das wiederum erweiterte Angebot an Integrierten Schaltungen für vielfältige Anwendungszwecke. Gestreift werden auch die neu entwickelten Farbbildröhren sowie die Aktivitäten auf dem Sektor Restlichtfernsehen. Auch den für verschiedene Konzeptionen in Farbfernsehgeräten geeigneten Dioden und Transistoren ist breiter Raum gewidmet.

## Röhren:

Für großformatige Farbfernsehgeräte werden heute Bildröhren mit  $110^\circ$  Ablenkwinkel und Elektronenstrahlerzeuger in Delta-Anordnung verwendet. Die Ablenkung der Elektronenstrahlen durch ein normales Ablenkkfeld führt aber zu Konvergenzfehlern aufgrund der Schirmkrümmung und des vorhandenen Astigmatismus. Diese Fehler müssen durch eine besondere Konvergenzeinheit korrigiert werden, wofür normalerweise 15 bis 20 Einstellregler erforderlich sind. Die neue In-line-Farbbildröhre A 66-500 X von AEG-Telefunken benötigt keine dynamische Konvergenzkorrektur. Erreicht wurde dieses selbstkonvergierende Verhalten durch die nebeneinander in einer horizontalen Ebene angeordneten Elektronenstrahlerzeuger und durch eine besondere Auslegung der magnetischen Ablenkkfelder. Der Einstellaufwand reduziert sich durch diese Technologie auf eine einfache passive Korrekturschaltung mit sieben Einstellmöglichkeiten. Weitere Vorteile des neuen Systems sind die einfachere Farbreinheitskorrektur infolge senkrechter Phosphorstreifen, geringerer Rasterverzeichnung als bisher am oberen und unteren Bildschirmrand und die Verkürzung der Röhrenbaulänge um 2 cm. Die elektrischen Daten der Bildröhre entsprechen denen der A 66-410 X mit der Schnellheizkathode.

Weiterhin stellt AEG-Telefunken eine Feinpunktröhre mit etwa 215 mm Baulänge und 62 mm nutzbarem Schirmdurchmesser vor, die für magnetische Ablenkung und elektrostatische Fokussierung ausgelegt ist. Diese Elektronenstrahlröhre ist für die Verwendung in Dia- und Schmalfilmabtastrgeräten vorgesehen. Der weiße GU-Schirm hat eine sehr kurze Abklingzeit und erlaubt bei Verwendung entsprechender Filter auch das Abtasten von farbigen Bildvorlagen. Bei einem Strahlstrom von  $100 \mu\text{A}$  liegt die Auflösung bei über 800 Zeilen.

Heimann zeigte in Hannover neue Resistorstrons vom Typ E 3300 und E 3350, das sind 1"-Fernsehaufnahmeröhren mit photoleitender Bleioxidschicht. Sie zeichnen sich aus durch geringe Trägheit, niedrigen Dunkelstrom, hohe Empfindlichkeit und haben ein getrenntes Feldnetz. Die Röhren sind in verschiedenen Ausführungen lieferbar: für Schwarzweißkameras, für Farbkameras und zur speziellen Verwendung in Kameras hinter Röntgenbildverstärkern. Das Farbstreifenresistorstron, Typ E 3400, der gleichen Firma ist eine 1"-Fernsehaufnahmeröhre vom Videokontyp, die die Herstellung einer einfachen Fernsehaufnahmekamera mit nur einer Aufnahme-röhre erlaubt. Das Farbfilter auf dem Target enthält zwei Gruppen von dichroitischen Filterstreifen, die unter einem bestimmten Winkel gegeneinander angeordnet sind. Für das Aufnahmesystem ist ein spezieller Coder/Decoder erforderlich. Vorteile gegenüber dem herkömmlichen 3-Röhren-Prinzip sind: einfacher Kameraaufbau, geringer Platzbedarf, keine Deckungsprobleme, einfache Optik.

Auch die 20-AX-Farbbildröhren von ITT sind mit In-line-System und Schlitzmaske ausgerüstet\*). Das System ist selbstkonvergierend. Da die dynamische Konvergenzeinheit und die Blaulateral-einheit entfällt, wird es möglich, kostengünstigere Chassis herzustellen. Gegenüber den bisherigen Systemen weisen 20-AX-Bildröhren eine größere Helligkeit auf und — für den Servicetechniker wesentlich — es sind nur noch sieben Einsteller notwendig. Die PIL-Farbbildröhrentypen mit Präzisions In-line-System zeichnen sich durch besonders kompaktes Elektronenstrahlsystem, Schlitzmaske und größere Bildschirmhelligkeit aus. Auch die Röhren der PIL-Versionen sind selbstkonvergierend. Da das Toroid-Ablenksystem bereits

\*) Siehe Reh, K. und Ruf, G., Funk-Technik 8 (1975), H. 8, S. 212—216

vom Röhreneinsteller auf dem Röhrenkonus fest montiert und eingestellt wird, ergeben sich zusammen mit dem unkomplizierten Schaltungsaufbau — beispielsweise keine dynamische Konvergenzeinheit, kleinere induktive Bauelemente, nur zwei Einsteller — wesentliche Vorteile.

Zwei Neuheiten gibt es auch bei Siemens: Die RS 3300 CJ ist eine Triode in Metall-Keramik-Technik mit koaxialen Gitter- und Katodendurchführungen. Sie ist besonders für die Bestückungen industrieller HF-Generatoren geeignet. Die im C-Betrieb als Oszillator abgegebene Röhrenleistung beträgt 350 kW, die max. Anodenverlustleistung der mit einem integrierten Wasserkühltopf ausgerüsteten Röhre 150 kW. Die Röhrenleistung wurde bei 30 MHz und 14 kV Anodenspannung gemessen.

Die 1"-Vidikon-Bildaufnahmeröhren mit Bleioxidschicht fertigt Siemens jetzt in zwei Qualitätsstufen. Der Typ XQ 1350 soll hinter Röntgenbildverstärkern im medizinischen Fernsehen verwendet werden, die Ausführung XQ 1353 mehr im industriellen Bereich. Die Bleioxid-Vidikons sind sehr empfindlich und weisen sehr geringe Trägheitswerte bzw. Restsignale auf.

Für tragbare Fernsehempfänger stehen drei neue kleinformatige Schwarzweiß-Bildröhren mit  $110^\circ$  Ablenkung und 20 mm Halsdurchmesser zur Verfügung: A 31-510 W, A 34-510 W, A 44-510 W. Zusammen mit der Schnellheizkathode (11 V, 138 mA) wird ein neues Elektrensystem verwendet, dessen Schirmgitterspannung ( $U_{G3}$ ) und Fokussierspannung ( $U_{G4}$ ) nur noch 130 V betragen. Damit sind diese Röhren der Schaltungstechnik moderner tragbarer Fernsehempfänger angepaßt, die voll mit Halbleiter-Bauelementen bestückt sind. Weil sich die ausschließliche Bestückung mit Halbleiter-Bauelementen auch bei den größeren Heimgeräten durchsetzt, wurden für diesen Anwendungsbereich drei neue Schwarzweiß-Bildröhren mit 28 mm Halsdurchmesser, Schnellheizkathode (6,3 V, 240 mA) entwickelt. Die Typenbezeichnungen sind: A 44-520 W, A 50-520 W, A 61-520 W.

Das umfangreiche Kameraröhrenprogramm von Valvo wurde um einen Typ erweitert. Das 1"-Silizium-Vidikon XQ 1405 ist eine verkürzte Ausführung der Typen XQ 1400 bis XQ 1402 und für eine Betriebsspannung von 340 V bestimmt. Der neue Typ hat eine gute bis sehr gute Bildqualität, gute Signalgleichmäßigkeit, niedrigen Dunkelstrom und hohe Signalelektronenspannung (15 V statt bisher 6...10 V). Der hohe Qualitätsstand, der inzwischen bei der Fertigung von Multidiodescheiben für Silizium-Vidikons erreicht worden ist, läßt

es zu, die bisher übliche Aufteilung in unterschiedliche Qualitäten aufzugeben, wodurch zusätzliche Meßkosten entfallen. Die spektrale Empfindlichkeit reicht wie bei anderen Silizium-Vidikons von 400 bis 110 nm, also bis in den nahen Infrarotbereich. Die Empfindlichkeit, gemessen mit Wolframfadenlampe, beträgt ungefähr 4000  $\mu\text{A}/\text{m}$ .

Die Reihe der 18-mm-Bildverstärkerröhren mit Elektronenvervielfacher-Kanalplatte wird um den 25-mm-Typ XX 1360 erweitert. Auch diese Röhre hat eingebaute Stromversorgung mit einer Speisespannung von 6,5 V, automatische Verstärkungsregelung und einer Begrenzung von Spitzlichtern. Die einstufige 25-mm-Bildverstärkerröhre XX 1050 und die dreistufige Kaskadenausführung mit Stromversorgung, XX 1063, haben 18-mm-Parallel-Typen erhalten. Unter der Entwicklungsbezeichnung 16 XX wird die einstufige 18-mm-Röhre geführt; die standardisierte Dreistufenkaskade trägt die Entwicklungsbezeichnung 20 XX.

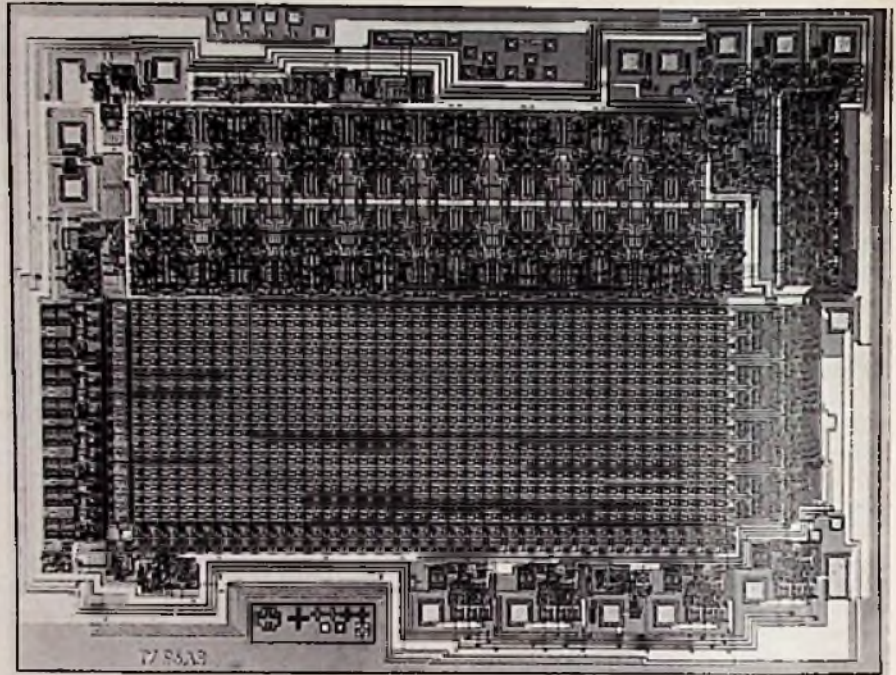
Die Bildverstärker/Vidikon-Kombination 53 MXQ und 54 MXQ werden von Valvo nicht weiter entwickelt und deshalb aus dem Vertriebsprogramm genommen. Die Aktivitäten auf dem Gebiet des Restlichtfernsehens (LLLTV) sind auf dem Elektro-Spezial-Unternehmensbereich der Philips GmbH übergegangen, weil auf diese Weise eine bessere Anpassung der Röhrenauswahl an die Kundenwünsche gegeben ist. Die Einzelröhren, also Vidikons und Plumbicon-Kameraröhren mit Faseroptikfenster sowie die Bildverstärkerröhren, bleiben jedoch im Valvoprogramm.

## Transistoren und Dioden

Für regelbare UHF- und VHF-Eingangsstufen stellte AEG-Telefunken den Silizium-NPN-HF-Planartransistor BF 362 vor, der Typ BF 363 in gleicher Technologie wird in selbstschwingenden Mischstufen eingesetzt. Die besonderen Merkmale dieser Typen sind der hohe Verstärkungsfaktor, kleine Rauschzahlen und hohe Rückwärtsdämpfung. Die wichtigsten technischen Daten:  $U_{CBO} = 30\text{ V}$ ,  $P_{tot} = 120\text{ mW}$ , Rückwärtsdämpfung 20 dB und Rauschmaß bei 500 MHz = 4 dB.

Dickschichtschaltungen werden in immer größerem Umfang auf nahezu allen Gebieten der Elektronik eingesetzt. Zur Integration werden Bauelemente unterschiedlicher Technologien verwendet, wobei die Bauform klein bleibt und den speziellen Erfordernissen angepaßt werden kann. Für diese Art der „Integrierten Schaltungen“ hat AEG-Telefunken eine Reihe von Transistoren im Miniaturgehäuse SOT 23 ins Programm aufgenommen.

Um für verschiedene Konzeptionen der Ablenkstufen in Fernsehgeräten den je-



Die aktive Fläche des neuen Siemens-PROM GXB 10149 beträgt  $4,1 \cdot 3,1\text{ mm}^2$  und enthält 3200 Bauelemente, die in zwei Lagen miteinander verdrahtet sind. (Foto: Siemens)

weils optimalen Transistor anbieten zu können, hat AEG/Telefunken Silizium-NPN-Leistungstransistoren der Typenreihe BU 204...209 im TO-3-Gehäuse entwickelt. Sie sind für die Horizontalenstufen von Schwarzweißgeräten vorgesehen.

Die BZX 55 V im Do-35-Gehäuse ist eine 0,5-W-Z-Diodenreihe in Epitaxial-Planar-Technik, deren Z-Spannungsbereich von 2,4 V bis 39 V reicht. Die besonderen Merkmale dieser Z-Diode sind der scharfe Abbruch der Sperrkennlinie, niedriges Sperrstromniveau und geringes Rauschen. Das Bauelement zeichnet sich durch hohe Stabilität der elektrischen Werte aus. Die beiden neuen Dioden Familien BYW 52...57 und BYX 82...87 sind für Gleichrichterschaltungen und allgemeine Anwendungen vorgesehen. Sie zeichnen sich durch niedrigen Sperrstrom und hohe Stoßstrombelastbarkeit bei extremer Zuverlässigkeit durch hermetische Glaspasivierung aus. Die Dioden der Reihe BYW... haben zusätzlich „Controlled-Avalanche“-Verhalten.

Die neuen Silizium-Hochspannungsdioden von BBC werden zur Hochspannungsversorgung, für Fernsehmonitore in Medizin und Industrie usw. eingesetzt. Hauptanwendungsgebiet ist der Schwarzweiß- und Farbfernsehempfänger. Ausgehend von etwa 8  $kV_{SS}$ -Rückschlagimpulsen am Eingang der Kaskade stehen bei dieser Spannungsverdreifacher-Schaltung für die Zeilenablenkschaltung am Ausgang 23 bzw. 25 kV

bei einem möglichen Strom  $I_{TAVM} = 5\text{ mA}$  (bei  $T_A = 60\text{ }^\circ\text{C}$ ) und 16 kHz Betriebsfrequenz zur Verfügung. Gegenüber Selenkaskaden ergibt sich: wesentliche Platzersparnis durch geringe Baugröße, kleine Verlustleistung durch niedrige Durchlaßspannungsabfälle, höhere Temperaturstabilität und hohe Grenzfrequenz durch Golddiffusion.

Die Hochspannungskaskaden von BBC mit 18-kV-Dioden zeichnen sich durch kleine Verlustleistung, niedrige Durchlaßspannungsabfälle, höhere Temperaturstabilität und infolge der Golddiffusion mit einer hohen Grenzfrequenz aus. Außer der Bestückung von Schwarzweiß- und Farbfernsehempfängern ergeben sich für die Hochspannungskaskaden weitere Anwendungsgebiete, beispielsweise zur Hochspannungsversorgung für Ortungsgeräte der Seefahrt, in elektrostatischen Kopiergeräten und für Fernsehmonitore in Medizin und Industrie.

Die Varactor-Dioden der VUE-Serie sind neu im Programm von Intermetall. Hierbei handelt es sich um Step-Recovery-Dioden vom Mesa-Typ mit epitaxialer Sperrschicht. Entwickelt wurden diese Dioden speziell für Frequenzvervielfacher im GHz-Bereich. Die Ausgangsfrequenz liegt bei 4...8 GHz und von 10...14 GHz, je nach Anwendungsfall. Bei den zur Verfügung stehenden Ausführungen handelt es sich um Abstimm-dioden mit hohem Gütefaktor, die im VHF-, UHF- und Mikrowellenbereich eingesetzt werden können.





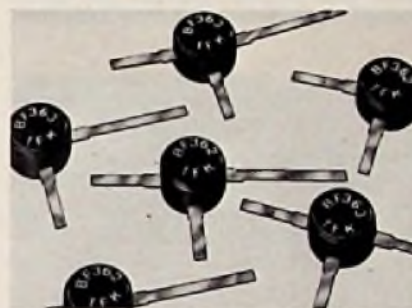
AEG-Telefunken entwickelte Kondensatoren im Kunststoffbecher, die zusätzlich in Gießharz vergossen sind. Sie verfügen über eine besonders gute Lötfestigkeit. (Foto: AEG/Telefunken)

Die OSI-5-Silizium-Photodiode von Laser-Optronik mit integriertem Verstärker hat eine sehr hohe Empfindlichkeit, einen guten Spektralbereich, niedriges Rauschen, linearen Ausgang, ist TTL-kompatibel, unempfindlich gegenüber Störsignalen vom Netz, hat sehr gute Temperatureigenschaften, niedrige Ausgangsimpedanz und ist kurzschlußfest. Das Gehäuse TO 5 hat vier vergoldete 25 mm lange Anschlüsse und eine aktive empfindliche Fläche von 5 mm<sup>2</sup>. Absolute Maximalwerte sind Versorgungsspannung  $\pm 18$  V, Ausgangskurzschlußdauer unendlich, Lagertemperatur  $-65^{\circ}$  ...  $120^{\circ}$  C und Betriebstemperatur  $0^{\circ}$  ...  $70^{\circ}$  C.

Zur Ergänzung des Lieferprogramms werden von Nortron, Hermann Köhler Elektrik GmbH, die Referenzdioden NT 3742 bis NT 3745 (ähnlich den Typen 1N 3154 und 1N 3157) geliefert. Sie sind im Temperaturbereich  $0^{\circ}$  ...  $100^{\circ}$  C mit einem garantierten Temperaturkoeffizienten von 10 ppm/ $^{\circ}$  C (NT 3754) bis 100 ppm/ $^{\circ}$  C (NT 3742) bei einem Strom von  $I_z = 10$  mA und einer Mittelspannung von  $U_z = 8,4$  V lieferbar. Das gesamte Programm an Referenzdioden umfaßt Typen im Spannungsbereich von 6,2 ... 8,4 V bei Arbeitsströmen zwischen 5 und 10 mA und TK-Bereichen von 1 ... 100 ppm/ $^{\circ}$  C; sie sind mit Langzeitertifikat erhältlich.

Der rauscharme Transistor SL 362 C von Plessey (Neumüller) besteht aus zwei monolithisch integrierten NPN-Transistoren im TO-5-Gehäuse. Seine Eigenschaften stellen den derzeit günstigsten Kompromiß zwischen niedrigem Rauschen und  $f_T$ -Wert bei vertretbarem Preis dar. Bei einem Emitterstrom von  $I_E = 32$  mA ( $f = 60$  MHz,  $R_S = 200 \Omega$ ,  $V_{CE} = 2$  V) ergeben sich Rauschwerte von 0,9 dB. Bei einem Emitterstrom von  $I_E = 9$  mA steigt der Rauschwert auf nur 1,8 dB. Der max. Wert für  $f_T$  ist 1,6 GHz. Erreichbar sind diese Eigenschaften durch niedrigen Basiswiderstand, der sich beim SL 362 C auf  $30 \Omega$  verringern ließ.

Der BU 126 wurde von RCA besonders für geschaltete Netzteile in Fernsehgeräten entwickelt. Eine Sperrspannung von 300 V ( $U_{CEO}$ ) und 750 V ( $U_{CEV}$ ), ein Spitzenkollektorstrom von 6 A, ein Dauerkollektorstrom von 3 A, eine typische Grenzfrequenz von 3,5 MHz sowie eine Verlustleistung von 40 W prädestinieren dieses Bauelement für Anwendungen in getakteten Netzteilen. Von RCA sind nun auch als Epitaxial-Kleinleistungs-Transistoren die Typen BD 135/137/139 (NPN) u. 136/138/140 (PNP) sowie die Typen BF 457/458/459 (NPN) und die Video-Endstufen-Transistoren SOT-32 im TO-126-Gehäuse lieferbar.



Für regelbare UHF- und VHF-Eingangsstufen ist der Silizium-NPN-HF-Planar-Transistor BF 362 von AEG-Telefunken entwickelt worden. Der BF 363 in gleicher Technologie wird in selbstschwingenden Mischstufen eingesetzt. (Foto: AEG/Telefunken)

Mit der Schottky-Barrier-Diode BA 280 bietet Valvo eine spezielle UHF-Mischdiode an, die bei Berücksichtigung aller Randbedingungen eine wesentliche Verbesserung der Störspannungsverträglichkeit von Fernseh-Kanalwählern ermöglicht. Die fehlende Verstärkung der Diodenmischstufe wird durch einen nachgeschalteten ZF-Transistor (BF 199 oder BF 324) ersetzt. Die mit dieser Schaltung zu erreichende Mischrauschzahl (Schottky-Barrier-Diode und ZF-Transistor) beträgt etwa  $F = 7,5$  dB (bei  $I_F \approx 4$  mA), sie liegt damit um annähernd 4 dB niedriger als bei einer herkömmlichen UHF-Transistor-Mischstufe). Die neue Abstimm-diode BB 205 im Kunststoff-Gehäuse SOD 23 wurde speziell für Fernseh-Kanalwähler entwickelt. Durch neue Fertigungstechnologien wird sie den gestiegenen Anforderungen an Abstimm-dioden gerecht. Sie zeichnet sich im Vergleich zum Typ BB 105 durch geringere Werte der Anfangskapazität ( $C_{25V}$ ) und ein größeres Kapazitätsverhältnis  $C_{3V}/C_{25V}$  aus. Diese Verbesserung ist bei UHF-Kanalwählern mit erweitertem Frequenzbereich (bis 860 MHz) besonders wirksam. Dabei konnte das Entwicklungsziel ohne Verschlechterung des Serienwiderstandes (Diodengüte) realisiert werden. Von den drei Subtypen ist BB 205 A für UHF-Kanal-



Dickschichtschaltungen werden in immer größerem Umfang auf nahezu allen Gebieten der Elektronik eingesetzt. Zur Integration werden Bauelemente verschiedener Technologien verwendet; für diese Art von „IS“ wurden Transistoren im Miniaturl-Gehäuse SOT 23 entwickelt. (Foto: AEG/Telefunken)

wähler bis 790 MHz, BB 205 B für UHF-Kanalwähler bis 860 MHz und BB 205 C für VHF-Kanalwähler bestimmt. Für die VHF-Abstimm-diode BB 205 G wurde eine verbesserte Paarungstoleranz von  $\pm 3\%$  eingeführt.

Weiter wurden von Valvo zwei komplementäre Planar-Epitaxial-HF-Transistoren, Typ BF 422 (NPN) und BF 423 (PNP), für Farbfernsehempfänger (Video-RGB-Endstufen) entwickelt. Mit diesen Transistoren kann eine Gegentakt-B-Endstufe aufgebaut werden, die geringe Verlustleistung und niedrige Störstrahlung aufweist und keine zusätzlichen Kühlelemente erfordert. Bei Anwendung dieser Transistoren wird die Leistungsaufnahme eines Farbfernsehempfängers um etwa 25 W reduziert. Für UKW-Empfänger wurde die Planar-Zweifach-Abstimm-diode BB 240 herausgebracht. Sie hat eine gemeinsame Katode und wird im Kunststoffgehäuse SOT 54 geliefert.

### Integrierte Schaltungen

Wie schon in der Funk-Technik berichtet, gab kurz vor der Hannover-Messe AEG/Telefunken eine Kooperation auf dem Gebiet der Integrierten Schaltungen für Farbfernsehgeräte mit SGS-ATES bekannt. Neue Produkte dieser Zusammenarbeit sind die PAL-Farbaufbereitungsschaltungen TDA 2140, 2150 und 2160, aufbauend auf den bekannten Typen TBA 520, 990, 530, 540 und 560 C. Bei Einsatz dieser neuen IS soll sich der Peripherieaufwand um etwa 20% reduzieren.

Für Ultraschallfernbedienung sind die neuen Monolithischen Schaltungen in P-Kanal-MOS-Ionenimplantationstechnik vorgesehen. Die Schaltung SAB 2000 ist eine Codierschaltung für den Ultraschalloszillator. Sie verfügt über 32 Kommandomöglichkeiten, 2 Ultraschallfrequenzen, kurze Codierzeiten, hohe Übertragungssicherheit und sie hat geringe Ruhestromaufnahme. Die SAB

2010 ist die zugehörige Decodierschaltung für den Ultraschallempfänger. Ihre besonderen Merkmale sind hohe Auswertesicherheit durch zwei Frequenzen, gesteuerter Hilfsoszillator zur Vermeidung von Übertragungsstörungen und kurze Decodierzeiten.

Die neuen Intermetall-IS in Bipolar-Technik werden für Impulsabtrennung und Zeilensynchronisation in Schwarzweiß- und Farbfemseempfänger eingesetzt. Sie sind für Transistor- (TDA 9500) oder für Thyristor-Ablenkung (TDA 9400) geeignet. Beide IS enthalten als Besonderheit ein Amplitudenstab mit interner Störausstattung und eine Schaltung zur Integration der Bildimpulse. Weiterhin liefern sie zum Triggern der Bildkippschaltung aufbereitete Bildsynchronimpulse, sind in der Phasenvergleichsschaltung für Videorecorderbetrieb umschaltbar und haben einen Anschluß für die Phasenkorrektur (Bildparabel). Aufgrund des hohen Integrationsgrades werden nur noch sehr wenig externe Bauelemente benötigt.

Die neue MOS-Empfängerschaltung für Ultraschall-Fernbediengeräte in Silicon-Gate-Technik für neun Befehle ergänzt die von Intermetall eingeführten Empfänger-IS für 15 und 30 Befehle. Die be-



Um Leistungsthyristoren in Schelbenform wurde die breite Palette des Thyristorangebots erweitert. (Foto: AEG/Teletunken)

sonderen Merkmale dieser Schaltung sind hohe Empfindlichkeit am Ultraschalleingang, ein integrierter Taktoszillator, sehr feinstufig veränderbare D/A-Ausgänge in den Analogkanälen und ein integrierter statischer Programmspeicher für 12 oder 16 Speicherplätze. Alle empfangenen Befehle sind gepulst an binär codierten TTL-kompatiblen Ausgängen verfügbar, die Programmbefehle zusätzlich auch statisch.

Speziell für den Einsatz in Fernsehgeräten wurde die monolithische Integrierte Schaltung CA 3134 E von RCA entwickelt. Dieser Schaltkreis enthält einen mehrstufigen ZF-Verstärker (Begrenzeinsatz bei 200  $\mu$ V typ.), einen Demodulator sowie eine Dämpfungsstufe und einen 3-W-NF-Verstärker, der wahlweise



Die Laserdioden-Arrays von RCA mit hohen Impulsleistungen bestehen aus einer, zwei oder vier Reihen von je 10...15 Einzeldioden. Diese Reihen sind in einem hermetisch gekapselten und mit einem Fenster versehenen OP-4-A-Gehäuse montiert. Da alle Dioden aus einem Wafer gefertigt sind, haben sie sehr gleichförmige Eigenschaften. (Foto: Enatechnik)

8- $\Omega$ -, 16- $\Omega$ - und 32- $\Omega$ -Lautsprecher treiben kann. Der NF-Verstärker besitzt eine Strombegrenzung und thermischen Kurzschlußschutz. Der Schaltkreis arbeitet innerhalb des Speisespannungsbereiches 12 V...40 V (30 V Nennspannung). Ein mit dem Chip verbundener Stutzen dient zur Montage eines geeigneten Kühlkörpers. Mit dem NF-Verstärker für 5 W und 7 W als monolithische Integrierte Schaltung hat RCA eine interessante Programmerweiterung vorgenommen. Die CA 810-Familie arbeitet innerhalb eines Speisespannungsbereiches von 4 V...20 V und besitzt einen thermischen Kurzschlußschutz. Diese IS wurden speziell für den Batteriebetrieb (12 V) ausgelegt. Der Klirrfaktor (Ausgangsleistung  $P_0 = 50$  mW...3 W,  $R_L = 4$  Ohm,  $f = 1$  kHz) liegt bei 0,3% typ. Die CA 3131-Familie ist für eine Betriebsspannung von 24 V ausgelegt.

Den Herstellern von Fernsehgeräten bot Siemens zwei neue Integrierte Schaltungen an: Der TCA 880 gibt dem Anwender die Möglichkeit, zur Vertikalablenkung einen bei Schwarzweiß und Farbe einheitlichen Modul aufzubauen. Extern zuschaltbare Endstufen passen an die verschiedenen Typen und Formate der Bildröhren an. Der Baustein enthält den Oszillator für die Vertikalfrequenz, eine symmetrische Amplitudeneinstellung sowie eine Treiberstufe, deren Ausgangsleistung so bemessen ist, daß die Endstufen auch bei Einsatz der angekündigten neuen Farbbildröhren problemlos direkt angesteuert werden können. Die Regelung der Amplituden ist auch in Abhängigkeit vom Strahlstrom möglich.

Ein ganzes Paket neuer Bauteile liefert Siemens für Farbfernsehgeräte mit Thyristoransteuerung und 110°-Inline-Dünnhals-Bildröhren: Der Zeilentransformator AZ 2106 (270 V Speisespannung, 25 kV-

Leerlauf-Hochspannung) ist für parallel- und seriengeschaltete Horizontalspulen gleichermaßen verwendbar. Der Linearitätsregler AZ 2300 ist auf einer Platine vertikal montiert, um Platz zu sparen. Mit der Einheit AZ 2649 werden die beiden induktiven Bauteile Eingangsdrossel und Kommutierungsspule auf einem Kern vereinigt angeboten. Die Kommutierungsabgleichsspule AZ 2531 liegt zur erwähnten Spule in Serie und dient der Kompensation von Bauteiltoleranzen im Resonanzkreis. Die drei weiteren Typen des Paketes sind Transduktoren für die Richtung Nord-Süd und Ost-West sowie eine Nord-Süd-Phasenspule. Alle genannten Systemteile sind aufeinander abgestimmt, um optimale Wirkungsweise über eine lange Betriebsdauer zu erzielen. Zusätzlich gibt es noch die neue Gleichrichter-kaskade TVK 86, die den bisherigen Typ TVK 76 ablöst.

Für die Königin der Instrumente bedarf es einer gehaltvollen Elektronik, wenn Lautsprecher das Pfeifenwerk ersetzen sollen. Von der hohlen Klarinette bis zur schmetternden Trompete reicht der Umfang der Register, der in Elektronik-Orgeln künstlich zu erzeugen ist. Je höher der Anteil an Oberwellen, desto heller klingt der Ton. Zur Synthese des gesamten Ton-Spektrums braucht man



Der erste IC-Instrumentationsverstärker mit FET-Eingang heißt Burr Brown 3670. Der Verstärkungsfaktor läßt sich zwischen 0 dB und 60 dB festlegen. Der max. Eingangsstrom beträgt 10 pA, der Eingangswiderstand 1013  $\Omega$  und die Gleichtakt-Unterdrückung je nach gewähltem Verstärkungsfaktor 60...100 dB. (Foto: Fey)

Spannungen in Form von Rechtecken und Sägezähnen, die bislang mit unterschiedlichen Elementen verwirklicht wurden. Aus Metall-Oxid-Silizium bietet nun Siemens eine Integrierte Schaltung für beide Kurvenformen an. Dieser MOS-Baustein (SAJ 205) liefert über neun Oktaven Orgelklang mit verdoppelter Registerzahl, wenn er zwölffach verwendet wird. Ein weiterer Baustein für den Orgelbauer ist der SAJ 410, ein reiner Rechteckteiler vorwiegend für Begleit-

Für den Frequenzbereich von 40... 860 MHz stellte Valvo vier Breitbandantennen-Verstärker in Dünnschichttechnik vor. Sie bieten neben kompaktem Aufbau hohe Zuverlässigkeit und lassen sich einfach montieren. Die Verstärker OM 175, OM 320, OM 335 und OM 321 zeichnen sich durch gute Linearität und Stabilität, niedriges Rauschen und hohe Ausgangsspannung bei einem Intermodulationsabstand von 60 dB aus. Sie benötigen eine Speisespannung von 24 V  $\pm$  10% und haben eine Eingangs- und Ausgangsimpedanz von 75 Ohm.

Die Integrierte Schaltung TCA 980 im Metallgehäuse ähnlich TO 12 (vier Anschlüsse) ist ein NF-Verstärker zur Verwendung als Mikrofonverstärker. Der Speisestrom darf zwischen 10 und 100 mA betragen; bei 10 mA ist die Klemmspannung etwa 4,5 V. Bei einem Speisestrom von 30 mA ist die Spannungsverstärkung  $V_u = 220$ . Mit einem Mikrofon von 200  $\Omega$  Impedanz und einer Empfindlichkeit von 0,1 mV/ $\mu$ bar ergibt sich eine Ausgangsspannung von 22 mV/ $\mu$ bar.

Als Modulator, Mischer, AM-Synchronmodulator, FM-Quadraturdemodulator, Phasenkomparator, Differenzverstärker oder Chopper läßt sich die von Valvo herausgebrachte Integrierte Schaltung TCA 820 verwenden. Das Kunststoffgehäuse SOT 43 eignet sich speziell für den Einsatz in Dünnschicht- und Dickfilmschaltungen. Der zulässige Umgebungstemperaturbereich ist 0... 70°C. Bei einer Speisespannung von 12 V beträgt die max. zulässige Gesamtverlustleistung 250 mW.

Die Integrierte Schaltung SAK 150 ist eine Weiterentwicklung der Ausführungen SAK 100 und SAK 100 A. Es sind zwei getrennte Eingänge für positives oder negatives Ansteuersignal vorhanden. Die Spannungsversorgung für interne Zeitvergleichsstufe ist stabilisiert. Die beiden NPN-Transistoren der Brückenausgangsstufe sind integriert. Der Einsatz in Systemen mit Batterie-Mittenzapfung ist möglich. Die externe Beschaltung ist auf ein Minimum beschränkt. Dieser Typ wird in platzsparenden Miniatur-Flachgehäusen geliefert.

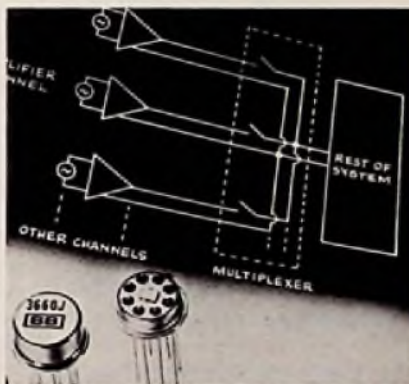
### Verschiedenes

Der vollelektronische Programmspeicher EPS 184 von AEG/Telefunken dient in Verbindung mit einem vollelektronischen Tuner zur Vorwahl von Rundfunk- und Fernsehstationen. Von einem Kanal zum anderen wird vornehmlich durch Berührungsfelder, aber auch über Fernbedienung umgeschaltet.\*) Zur besseren Einstellmöglichkeit wurden die Potentiometerbahnen auf 37 mm Schleiferweg verlängert. Um die Abstimmung zu erleichtern, sind die einzelnen Abstimmknöpfe um jeweils 15 mm herausziehbar. Die Kanalzahl wird in einem Fenster der Frontblende durch ein Skalenband angezeigt. Die Bandvorwahlschalter sind als Drehschalter ausgebildet. Über einen Exzenter der Schalterachse wird ein Schieber betätigt, dessen Markierungen auf dem Skalenband den vorprogrammierten FS-Bereich anzeigen.

\*) Bei diesem neuen Typ sind zwölf Speicherstellen im gleichen Bauraum untergebracht wie beim Achtfach-EPS-Typ 174.



Präzisions-Draht-Widerstände in Silikon-Umhüllung für Chassis-Montage liefert Tepro. Die Widerstände werden mit einem TK von  $\pm 20$  ppm/ $^{\circ}$ C geliefert. (Foto: Enatechnik)



Beim Aufbau von Vielkanal-Systemen braucht der Entwickler keinen Analog-Multiplexer, sondern kann für jeden Kanal einen eigenen Verstärker von Burr Brown vorsehen. (Foto: Fey)



Als schneller Schalter, Speicher-, Relais- und Lampentreiber eignen sich die Hochstrom-Transistor-Arrays von RCA. (Foto: Enatechnik)

Die Elektronikplatte wird über ein mehradriges Bandkabel mittels Stecker mit der Potentiometerplatte verbunden. Zur Programmspeicherung werden die Integrierten Schaltkreise SAS 660/670 verwendet. Für die Programmanzeige können über eine mehrpolige Steckverbindung Lampen oder Leuchtdioden sowie — über eine zusätzliche Codierung — auch Ziffernanzeigeelemente betrieben werden. Über einen weiteren Stecker lassen sich wahlweise Sensoren oder Leichtdrucktasten ankopplern. Dieser Anschluß kann gleichzeitig zur parallelen Eingabe von Fernbedienungssignalen benutzt werden. Schließlich ist noch ein Eingang für die Eingabe von Impulsen vorhanden, über den die Programme, z. B. sequentieller Fernbedienung, mit einer Geschwindigkeit bis zu 3000-mal in der Sekunde gewechselt werden können.

Neu im Lieferprogramm des Quarzwerkes Berlin der ITT-Bauelementegruppe sind Präzisionsquarze in „Cold-Weld-Technik“ für Oszillatoren sehr hoher Frequenzkonstanz. Der neue Quarztyp im evakuierten HC-40/U-Halter ist für einen Frequenzbereich von 2,5... 6 MHz lieferbar. Ein Einsatzgebiet für diese Quarzoszillatoren ist z. B. der 4,4-MHz-Grundgenerator für das 60-MHz-Breitband-Trägerfrequenzsystem V 10800. Die protokollierte Fertigung unter Clean-Room-Bedingungen ermöglicht eine Frequenzkonstanz von besser als  $10^{-9}$ . Zur Ergänzung dieser Typenreihe stehen noch Quarze für hohe Stoß- und Vibrationsbeanspruchungen im Halter HC-37/U für einen Frequenzbereich von 4... 10 MHz zur Verfügung.

Die Fokussierregler-Einheit für Farbfernsehgeräte der Rhein.-Westf. Isolatorenwerke ist in einem nicht entflammaren Kunststoffgehäuse von etwa 44x40x11 mm untergebracht. Sie enthält unter anderem eine Aluoxidplatte mit Metallglasur-Widerstandsbahnen für den eigentlichen Regler und für die Vorwiderstände. Der Gesamtwiderstandwert beträgt bis zu 100 M $\Omega$ , davon sind 10... 20% für die Reglerbahn nutzbar. Die Einheit kann mit Snap-in- oder Schraubbefestigung geliefert werden. Die Anschlüsse sind auch für gedruckte Schaltungen und Hochspannungsanschlüsse geeignet sowie als flexible isolierte Leitung einsetzbar.

Exponate auf dem Siemens-Stand runden die Reihe der Bauelemente für die Funk-Entstörung ab. Eine vom Betriebsstrom unabhängige Dämpfung von max. 100 dB bis zu 10 GHz haben die neuen Zweileiter-Entstörfilter B 84261... 263. Einsatzgebiet sind Netzeinführungen bei geschirmten Kabinen und Räumen sowie die hochwertige Leitungsentstörung von Geräten, Maschinen und Anlagen.

# Hüthig

Dr. Alfred Hüthig  
Verlag GmbH  
6900 Heidelberg 1  
Postfach 10 28 69



Dr.-Ing. Heinz Meinhold

## Was ist Elektronik?

3., verbesserte und wesentlich erweiterte Auflage 1973. 181 Seiten. Mit 121 Abbildungen. Kartoniert DM 14,80

Das Ziel, anschaulich den Lehrlingen, Gesellen und Meistern der Elektrohandwerke zu zeigen, was Elektronik ist, und vor allem die Furcht zu nehmen, daß es sich um schwierige Vorgänge handelt, die gar nicht oder nur mit sehr viel Mühe und Arbeit begriffen werden können, blieb auch bei der 3. Auflage oberstes Gebot des Autors. Sie wurde vom Autor ergänzt, verbessert und auf den neuesten Stand der Technik gebracht.

In diesem Buch wird versucht, drei wesentliche Teilbereiche der Elektronik dem Leser näherzubringen und verständlich zu machen: Die Grundgesetze, die physikalischen Effekte und die Bauelemente. Obwohl die digitale Technik, die als eines der modernsten Gebiete der Elektronik angesehen werden kann, bereits ein eigenes, selbständiges Gebiet darstellt, wurde auch diese Technik berücksichtigt.



Dr.-Ing. Heinz Meinhold

## Schaltungen der Elektronik

3., umgearbeitete und wesentlich erweiterte Auflage 1973. 130 Seiten. Mit 113 Abbildungen. Kartoniert DM 11,80

Die Technik der elektronischen Schaltungen muß ständig an die neu entwickelten Halbleiterbauelemente angepaßt werden. Bei der 3. Auflage wurde daher eine Reihe neuer Abschnitte eingefügt, andere erweitert und durch neue Schaltungen ergänzt.

Aufbauend auf „Was ist Elektronik“ vermittelt die Zusammenstellung und Erläuterung der wichtigsten und häufigsten Schaltungen dem Praktiker das Verständnis der Arbeitsweise und die Merkmale dieser Schaltungen.



Dr.-Ing. Heinz Meinhold

## Formeln, Rechenbeispiele und Tabellen für Elektrotechniker und Elektroniker

2. durchgesehene und erweiterte Auflage 1974. 159 Seiten. Mit 52 Abbildungen und 24 Tabellen. Kartoniert DM 18,80

Der Praktiker steht immer wieder vor der Aufgabe, elektrische und elektromagnetische Wirkungen abzuschätzen oder zu berechnen. Hier wurden die grundlegenden Formeln der Elektrotechnik und Elektronik zusammengestellt und anhand zahlreicher Rechenbeispiele ihre Anwendung dargelegt.

**Fordern Sie ausführliches Informationsmaterial an.**

# Elektronik leicht gemacht

## Mehr UKW-Programmtasten — mehr Bedienungskomfort

EGON KOCH

Bei einer Pressekonferenz des Süddeutschen Rundfunks im letzten Jahr schlug der Autor vor, zur Kosteneinsparung alle schwachen Mittelwellensender des SDR stillzulegen, weil das gesamte Sendegebiet mit UKW zu 100% versorgt sei. Darauf entgegnete der inzwischen pensionierte Technische Direktor Dr. H. Rupp, daß viele Hörer das erste Programm viel leichter auf Mittelwelle finden und einstellen als auf UKW und man aus diesem Grund davon Abstand nehmen würde.

Damit ist auch das Stichwort des heutigen Beitrages gefallen „Mehr UKW-Programmtasten — mehr Bedienungskomfort!“ Wenn man heute den UKW-Bereich durchstimmt, so sind auf fast jedem Kanal ein Sender und die 3 UKW-Programme der zuständigen Rundfunkanstalt sogar über mehrere Stationen in den verschiedensten Kanälen zu hören. Was alles noch an Darbietungen anderer Sendegesellschaften, besonders bei Verwendung einer drehbaren UKW-Hochleistungsantenne, aufzunehmen ist, wissen die wenigsten Rundfunkteilnehmer. Nur ein versierter „Wellenjäger“ findet sich hier über-

haupt noch zurecht. Es bleibt nichts anderes übrig, als unter Zuhilfenahme einer Programmzeitschrift oder Warten auf eine Stationsansage den eingestellten Sender zu diagnostizieren. Denn die UKW-Skaleneichung ist meist ungenau und nur in 0,5-MHz- bzw. 5-Kanal-Schritten markiert, so daß man eine Station nach Frequenzangabe auf Anhieb kaum einstellen kann.

### Digitale Frequenzanzeige

Ideal wäre eine digitale Frequenzanzeige bei den Unterhaltungsgeräten, wie sie der „Digital-FM-Tuner-Vorverstärker REVOX A 720“ (Preis rund DM 3487,—) aufweist, so daß sich der gewünschte UKW-Sender genau nach seiner Frequenz einstellen läßt. Empfänger mit digitaler Frequenzanzeige, sei es für UKW oder Kurzwelle, liegen heute im Preis so hoch, daß sie für den Normalverbraucher unerschwinglich sind. In nicht allzu ferner Zukunft dürften aber auch Rundfunkempfänger der Spitzenklasse mit digitaler Frequenzanzeige zu noch akzeptablen Preisen auf den Markt kommen. Dann entfällt der gesamte Abstimmmechanismus, die große Skala und es wird Raum zur Unterbringung anderer Bedienungsorgane, wie Frequenzgangregister, gewonnen.

Um jedoch die digitale Frequenzanzeige bei den Unterhaltungsgeräten realisieren zu können, bedarf es der

Entwicklung spezieller ICs, die den Schaltungsaufbau vereinfachen und die Herstellungskosten reduzieren. Der Wellenjäger braucht bei einem solchen Empfänger nicht mehr mühsam die gewünschte Station — vor allem auf Kurzwelle — auf der Skala zu suchen, sondern stellt sie nach Frequenzangabe in der Sendertabelle ein. Wenn dann die gewünschte Station nicht zu hören ist, liegt es an den Ausbreitungsbedingungen oder der Sender hat Funkstille.

### UKW-Programmtasten

Für den UKW-Bereich ist eine digitale Frequenzanzeige nicht nötig, wenn das Gerät über eine genügende Anzahl von Stationstasten verfügt, so daß man die Abstimmung jedes stärker einfallenden Senders, der andere Programme ausstrahlt, speichern und reproduzieren kann. Dann entfällt jeglicher Abstimmvorgang und somit das Suchen der Stationen; die Bedienung ist für den Laien äußerst einfach. Leider haben die von der Industrie gelieferten Stereo-Receiver mit UKW-Bereich nur 5 ... 7 Stationstasten [1], wenn man von der Pseudo-Stationstaste für die Umschaltung auf die große Abstimmskala absieht. Die Geräte haben viel zu wenig Stationstasten, wenn man bedenkt, daß die Ende vergangenen Jahres in Hamburg in Betrieb genommene Kabelfernseh-anlage 12 verschiedene UKW-Programme überträgt. Mit drehbarer UKW-Richtantenne sind je nach Empfangslage im Raum von Berlin etwa 15, Frankfurt 20, Köln 17, München 15 und Stuttgart 17 verschiedene UKW-Programme zu hören.

Weitere im Bau befindliche Großgemeinschaftsantennenanlagen in verschiedenen Städten legt man zur Über-

BERU-INFORMATION · BERU-INFORMATION · BERU-INFORMATION · BERU-INFORMATION

## Wußten Sie schon, daß...

- ... BERU Pionierarbeit bei der Funkentstörung geleistet hat
- ... BERU ständig einen Spezialmeßwagen bei der Automobilindustrie im Einsatz hat
- ... BERU-Funkentstörmittel von Automobilherstellern geprüft und mit Teile-Nummern versehen werden



- ... BERU-Funkentstörmittel die Funktion des Fahrzeuges nicht beeinträchtigen
- ... BERU-Funkentstörmittel in kompletten Sätzen mit Einbauanleitung angeboten werden — für jeden wichtigen Wagentyp
- ... BERU zu den Besten gehört

BERU, 714 Ludwigsburg



4875

BERU-INFORMATION · BERU-INFORMATION · BERU-INFORMATION · BERU-INFORMATION

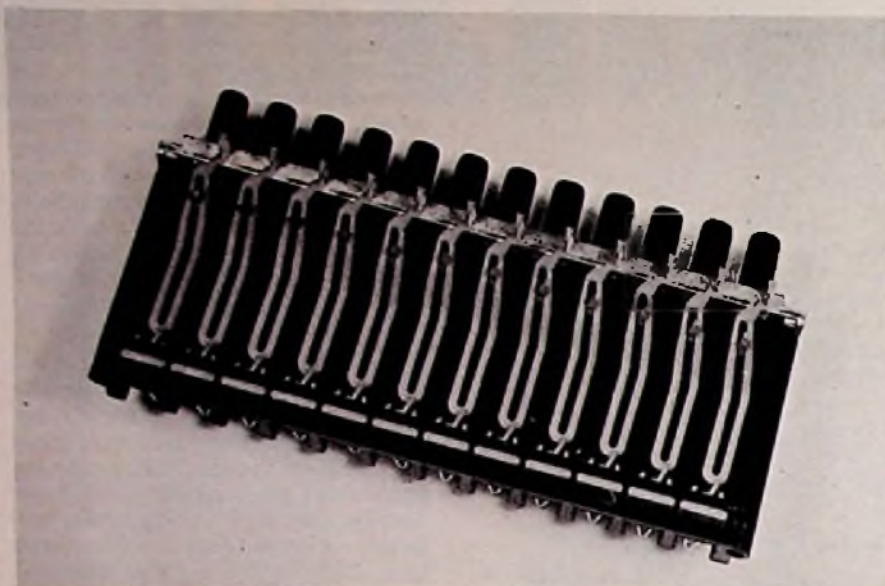


Bild 1. Der neue 12-fach-Speicher der Firma PREH benötigt nicht mehr Platz als der seitherige 8-fach-Speicher

tragung aller am Ort hörbaren UKW-Programme aus. Das sollte aber der Radioindustrie endlich einmal zu denken geben, zumal man heute schon viele Fernsehempfänger mit 12 Programmtasten ausrüstet, obwohl, mit Ausnahme in Grenzgebieten, meist nur drei Programme zu sehen sind. Ein größeres Tastenaggregat an der Frontseite des UKW-Empfängers unterzubringen, scheiterte wohl am Platzmangel. Die Geräte wären sonst noch länger geworden. Zur Hannover-Messe brachte jetzt die Firma PREH eine neue Speichergeneration (Bild 1) mit 9-mm-Teilung heraus, bei dem der neue 12fach-Speicher nur den gleichen Platz benötigt wie der seitherige 8fach-Speicher. Diese Baueinheiten, die es übrigens auch für Fernsehgeräte mit Pfeilen für die Anzeige der Bandumschaltung gibt, sind für Printplattenmontage ausgelegt, wobei der Zeiger und eine voreinstellbare Skala eine sehr grobe Orientierung über den eingestellten Kanal ermöglichen. Zur Programmabrufung können mechanische Tasten oder die Sensorelektronik eingesetzt werden. Damit steht der Industrie ein Speicher zur Verfügung, mit dem auf einfachste Weise die Zahl der Programmtasten ohne Platzmehrabbedarf erhöht werden kann.

### Stationsprogrammierung durch den Handel

Wie schon erwähnt, wissen viele Rundfunkteilnehmer gar nicht, welche UKW-Programme sie auch von benachbarten Rundfunkanstalten hören können. Dem Hörer bereitet es Mühe, und es ist zeitraubend, alle empfangbaren Sender zu diagnostizieren. Außerdem ist es gar

nicht so leicht, die Abstimmung von einer auf der UKW-Skala gefundenen Station auf den Speicher zu übertragen. Bestehend einfach und bestens bewährt hat sich bei den GRUNDIG-Receiver das „Tunoscope“ [2] für die Anzeige der Übernahme von dem auf der Hauptabstimmkala eingestellten Sender in den Speicher. Beim Drücken der Tunoscope-Taste und unter Drehen des betreffenden Abstimmopotentiometers vom Speicher leuchtet auf dem Rot-Weiß-Rot-Signaltableau das weiße Feld auf, wenn die eingestellte Station exakt programmiert ist.

Da nun der örtliche Fachhandel die Empfangsverhältnisse in seinem Verkaufsgebiet am besten kennt, wäre es doch ein guter Kundendienst, wenn dieser bei Verkauf oder Reparatur eines UKW-Empfängers mit Stationstasten gleich die Speicherung der Abstimmung von am Wohnort hörbaren Programmen vornimmt — wie es beim Aufstellen eines Fernsehgerätes vom Service-Techniker gehandhabt wird. Für die UKW-Sender-Programmierung benötigt man an Einrichtungen einen guten AM/FM-Prüfender, an dessen BNC-Hf-Ausgangsbuchse ein BNC-T-Stück eingesteckt wird. Eine BNC-Buchse davon verbindet man über einen Dämpfungsregler mit der UKW-Antennenbuchse des UKW-Empfängers und die andere mit dem Frequenzzähler, der einen Meßbereich bis mindestens 110 MHz hat. Der Meßsender muß zunächst unmoduliert betrieben werden, weil sonst keine eindeutige Frequenzanzeige möglich ist. Da der Zähler eine höhere Eingangsspannung benötigt, ist der Meßsender auf maximalen HF-

Output zu stellen und das für den Empfänger bestimmte Signal mit dem Dämpfungsregler abzuschwächen. Die Frequenz der zu speichernden UKW-Station wird am Meßsender eingestellt und am Zähler abgelesen. Dann erst ist auf Frequenzmodulation mit 1-kHz-Ton zu schalten, so daß nun die Speicherung der Abstimmung am Aggregat in der für den Empfänger vorgeschriebenen Weise vorgenommen werden kann. Nach Abschluß der Programmierungsarbeiten sollte man beim Empfänger die AFC einschalten, die auch bei Oszillatordrift für optimale Abstimmung auf die gewählte Station sorgt.

Schwierig ist es dann, sich zu merken, welches UKW-Programm von welcher Rundfunkanstalt beim Druck der einzelnen Tasten zu hören ist. Um auch hier die Bedienung zu erleichtern, sollten die Hersteller jedem Gerät mit UKW-Tasten einen Satz bedruckter Haftetiketten mit den Beschriftungen, u. a. HDR I, SDR II, SWF I usw., begeben, die der Hörer bzw. der Händler dann an den Tasten anbringt.

### Ultraschall-Fernbedienung für UKW

Sinnvoll wäre es auch, bei den Receiver der Spitzenklasse generell die Ultraschall-Fernbedienung einzuführen, die sich bei den Fernsehempfängern ausgezeichnet bewährt hat. Diese Grundentwicklung könnte mit entsprechenden Modifikationen für die UKW-Geräte übernommen werden. Ja, es ließe sich der Ultraschall-Geber (Fernbedienungsteil mit 12 Programmtasten) für das Fernsehgerät auch für den Rundfunkempfänger verwenden, wobei dann die beiden Funktionsregelungen „Farbkontrast“ und „Helligkeit“ die Einstellungen der „Höhen“ und „Tiefen“ vornehmen. Mit Ultraschall ließe sich dann vom Sitzplatz des Hörers rasch auf ein anderes UKW-Rundfunkprogramm umschalten, die Lautstärke, die Klangfarbe einstellen, aber auch das Gerät auf „stumm“ schalten, wenn eine Reklamedurchsage, Sprache oder ein Telefonanruf kommt.

### Literaturhinweise

- [1] Egon Koch: Erweiterung der Programmtasten bei UKW-Empfängern. Funkschau 1972, Heft 16, S. 528.
- [2] Abstimmanzeige und Stillabstimmung des HIFI-Gerätes RTV 600. Funkschau 1967, Heft 23, S. 720.

# Transistoreinkreiser mit älteren Spulensätzen

G. SCHELLHORN

Einkreiserschaltungen mit Transistoren werden in Fachzeitschriften nur noch selten veröffentlicht und wenn, dann nur mit Spulen, die auf die üblichen bipolaren Transistoren zugeschnitten sind. Es sind aber verschiedentlich noch Restposten an älteren Einkreis-Schalterspulensätzen vorhanden, die für die Zusammenschaltung mit Röhren ausgebildet sind. Manchmal sind auch solche Spulensätze von früher her noch in der Bastelkiste verfügbar und könnten nun dazu dienen, den interessierten Nachwuchs in die ersten Geheimnisse der Radiotechnik einzuführen. Aus all diesen und ähnlichen Gründen wird nachstehend eine Grundschaltung beschrieben, die mit drei verschiedenen Spulensätzen ausprobiert wurde. Am Ende der Arbeit werden jedoch auch Wicklungsdaten für einen modernen Spulenkörper angegeben. Da die Wirkungsweise der einzelnen Stufen ausführlich beschrieben wird, ist die Arbeit auch besonders für den jungen Techniker wertvoll.

## Die Schaltung

Bei den für Röhrenbetrieb bestimmten Spulensätzen hat die Schwingkreispule keine Anzapfung. Da bei Röhren die Steuerelektrode (Gitter) von allen anderen Elektroden hervorragend isoliert ist, kann diese dort leistungslos angesteuert werden und die Steuerelektrode läßt sich direkt an den „heißen“ Punkt des Schwingkreises anschließen. Bei den üblichen Transistoren hingegen ist das nicht möglich, weil diese einen verhältnismäßig niedrigen Eingangswiderstand haben. Zwar kann man mit einem weiteren Transistor eine Widerstandsanpassung vornehmen, doch ist dies nur mehr oder weniger eine Notlösung und jedenfalls nicht der Weisheit letzter Schluß.

Die in Bild 1 gezeigte Schaltung geht deshalb von vornherein von anderen, ebenfalls billigen Transistoren aus, und es zeigt sich, daß man eine gut funktionierende Schaltung erhalten kann, die bis auf ein einziges zusätzliches Einzelteil und den anderen Werten einiger Bauteile voll und ganz einer Röhrenschaltung gleicht. Und zwar werden in beiden Stufen die bekannten Feldeffekttransistoren, Typ BF 245 B, verwendet. Diese können aber ohne Schwierigkeiten durch andere Feldeffekttransistoren (FETs) ersetzt werden.

Um möglichst stilgerecht zu bleiben, wurden im Eingang und im Rückkopplungszweig sogen. Differential-Drehkondensatoren verwendet, die noch vorhanden waren. Hinweise für deren Ersatz folgen später. Der Differential-Drehkondensator C 1 dient dazu, die An-

tenne mehr oder weniger fest an den Schwingkreis mit der Spule L 1 und dem Abstimm-Drehkondensator C 2 anzukoppeln. Steht der Rotor dem mit Masse verbundenem Stator gegenüber, so ist die Ankopplung der Antenne null, zumindest theoretisch. Steht hingegen der Rotor dem anderen Stator gegenüber, so ist die Antenne voll angekoppelt. Die beiden Statoren sind miteinander über den Widerstand R 1 verbunden. Dies hat den Vorteil, daß der Schwingkreis beim Verstellen von C 1 praktisch nicht verstimmt wird. Deswegen wurden die Einkreiser früher gern mit einer solchen Antennenankopplung versehen und die Differentialdrehkondensatoren in den Bedienungsanleitungen als Lautstärkeregler bezeichnet.

Zur Gleichrichtung ist hier eine Germanium-Golddrahtdiode D vorgesehen, die nur die eine Halbwelle der am Abstimm-drehkondensator C 2 stehenden Hochfrequenzspannung am Gate-Widerstand R 2 vorbeileitet. Daher kann sich am Trennkondensator C 3 eine Halbwell-

enspannung aufbauen, deren Mittelwert der Modulation entspricht, die der Hochfrequenz aufgeprägt ist. An sich besitzt jeder Sperrschicht-Feldeffekt-Transistor zwischen Gate (3) und Source (2) von Haus aus eine Sperrschicht. Da diese jedoch eine Siliziumdiode mit einer doppelt so hohen Schwellspannung ist, ergibt ihre Verwendung nur unzureichende Resultate. Es sei denn, man spannt diese Strecke bis zum Schwellspannungsknick vor. Dies ist aber umständlich und bei kleinen Hochfrequenzspannungen wie hier nicht verzerrungsfrei. Für D 2 kann mit nur wenig schlechterem Ergebnis auch eine normale Germaniumdiode verwendet werden, auch der Typ einer Golddrahtdiode ist nicht kritisch, z. B. AA 143 von ITT. Der Verfasser verwendete eine gerade vorhandene ältere OA 5 von Valvo.

Durch R 3 und C 4 wird dem Gate eine Vorspannung erteilt, indem die Source-Elektrode (2) „hoch“ gelegt wird. Am Drainwiderstand R 4 wird durch den fließenden Halbwellenstrom, der dem Drain-Gleichstrom überlagert ist, eine Wechselfspannung erzeugt, die ein getreues Abbild der am Gate (3) stehenden Halbwellenspannung ist. Diese Drain-Wechselfspannung wird über R 5 und den Koppelkondensator C 5 dem Gate des zweiten Transistors zugeführt. R 5 und C 6 dienen als Hochfrequenzsperre vor dem Gate von T 2, indem C 6 diese hier unerwünschte HF nach Masse ableitet, da er gegenüber dem Gate-Ableitwiderstand R 6 einen verschwindend kleinen Widerstand für die HF hat. Das Vorhandensein von R 5 bewirkt dabei, daß diese Ableitung nicht schon am Drain von T 1 erfolgt, denn dort wird für die Rückkopplung noch ein Rest Hochfrequenz benötigt.

Der Grad der Rückkopplung wird ebenfalls mit einem Differential-Drehkondensator C 7 eingestellt. Je nach der Stellung seines Rotors wird die am Drain stehende restliche HF entweder direkt nach Masse abgeführt oder über die Rückkopplungsspule. Im zweiten Fall wird die Spannung am Schwingkreis erhöht, weil die über die Rückkopplungsspule zugeführten Halbwellen genau

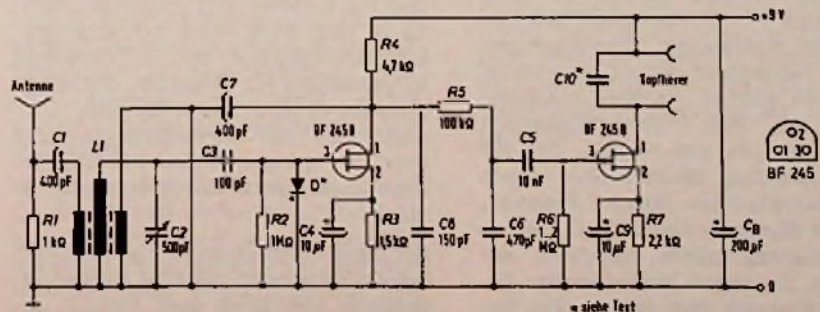


Bild 1. Oldtimerartige Schaltung des Transistoreinkreisers

zur richtigen Zeit und mit dem richtigen Vorzeichen am Schwingkreis eintreffen, wenn auch die von der Antennenspule übertragenen Halbwellen „da“ sind. Die Verwendung eines Differentialkondensators im Rückkopplungszweig hat den Vorteil einer sehr verstimmungsfreien Einstellbarkeit der Rückkopplung und eines weichen Schwingungseinsatzes, wenn der Grad der Rückkopplung zu groß gemacht wird. C 8 unterstützt einen weichen Rückkopplungseinsatz, je nach verwendetem Transistor T 1 kann sein günstigster Wert höher oder niedriger sein, das muß ausprobiert werden.

Das Gate T 2 liegt über einen hochohmigen Widerstand R 6 an Masse. Dies ist notwendig, damit sich das Gate nicht irgendwie aufladen kann, denn C 4 ist für die Gleichspannung ein Isolator. So herrschen eindeutige Verhältnisse.

R 7 und C 9 dienen, ähnlich wie bei T 1, zur Vorspannungserzeugung und damit zur Einstellung eines gewünschten Drainstromes. Dieser ist hier auf etwa 1 mA bemessen. Dies deswegen, damit die Membrane des Kopfhörers durch den Drain-Gleichstrom nicht so stark vorgespannt wird. Dies würde bei großen Lautstärken zu Verzerrungen durch die einseitige Membranauslenkung führen. Besonders bei Verwendung eines Qualitätskopfhörers (Verfasser verwendete versuchsweise mit bestem Erfolg HD 414 von Sennheiser, den man auch stundenlang aufbehalten kann) macht sich das bemerkbar. Bei solchen Kopfhörern schaltet man die einzelnen Systeme am besten hintereinander. Die Eigenart der Feldeffekttransistoren mit ihrer „automatischen Vorspannungserzeugung“ durch eine RC-Source-Kombination (R 3, C 4, R 7, C 9) erlaubt, daß man auch Kopfhörer mit niedrigerem Widerstand verwenden kann, ohne die Transistoren zu gefährden. Allerdings wird dann die Lautstärke um so geringer, je kleiner der Kopfhörerwiderstand ist.

Der Kondensator C 10 beschneidet die hohen Töne ab etwa 5000 Hertz. 4,7 nF sind für einen Kopfhörerwiderstand von 2 k $\Omega$  gerade richtig, bei 4 k $\Omega$  kann sein Wert halbiert werden, bei 1 k $\Omega$  verdoppelt (10 nF), Besonders bei Verwendung hochwertiger Stereokopfhörer ist die Höhenbeschneidung angenehm, vor allem abends. Normale Kopfhörer gehen mit dem Wiedergabebereich lange nicht „so weit hinauf“. Der HD 414 ist allerdings deutlich leiser wegen seines sogenannten „offenen Systems“, d. h. die Muscheln liegen über poröse, also akustisch offene Muscheln, am Kopf an. Deswegen sind derartige Typen andererseits über längere Zeit bequem tragbar und man ist von seiner

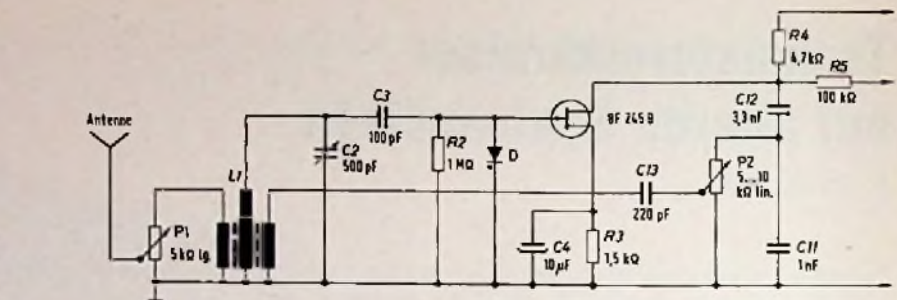


Bild 2. Schaltung aus Bild 1 mit Potentiometern für Antennenkopplung und Rückkopplungseinstellung

Umwelt gehörmäßig nicht so hermetisch abgeschlossen.

„Alte Hasen“, die die Schaltungstechnik der Vorkriegszeit noch in Erinnerung haben, werden feststellen, daß die Schaltung in Bild 1 bis auf die Diode D 1 genau der Schaltungstechnik hochwertiger Vorkriegs-Einkreiser entspricht. Ihnen sei an dieser Stelle gleich gesagt, daß auch die Bedienungsort, insbesondere die Art des Rückkopplungseinsatzes, denen der guten alten Röhreneinkreiser entspricht.

Da Differential-Drehkondensatoren nur noch als Restposten erhältlich sind (z. B. Radio-Fern, Essen), zeigt Bild 2 eine Schaltung ohne Differential-Drehkondensatoren, die jedoch die gleiche Leistungsfähigkeit und Einstellungs-freundlichkeit hat. Die Antenne wird hier über ein 5-k $\Omega$ -Potentiometer P 1 mit logarithmischer Kennlinie angekop-pelt. Die logarithmische Kennlinie be-wirkt, daß die Lautstärke beim Auf-drehen von P 1 gehörmäßig gleichmäßiger zunimmt als bei einer linearen Kenn-linie.

Zur Rückkopplungseinstellung dient ebenfalls ein Potentiometer, P 2, aber mit linearer Kennlinie und 5 bis 10 k $\Omega$ . Mit ihm wird die restliche HF-Spannung abgegriffen, die am Kondensator C 11 steht. C 12 bildet mit C 11 einen Span-nungsteiler. Durch das Verhältnis von C 10 zu C 11 kann die Stärke der Rück-kopplung bequem voreingestellt wer-den. Wird C 11 größer gemacht, so setzt die Rückkopplung später ein, wenn man P 2 aufdreht und umgekehrt. Rich-tig ist sein Wert, wenn die Rückkop-plungsschwingungen bei zu dreiviertel aufgedrehtem P 2 einsetzen. Die ange-ggebenen Größen sind Mittelwerte. C 13 dient dazu, den Rückkopplungseinsatz über den ganzen Drehwinkel des Ab-stimmkondensators C 2 gleichmäßig zu halten.

Der Elektrolytkondensator C<sub>B</sub> verhindert Schwingneigungen bei älter werdenden Batterien über ihren dann höheren Innenwiderstand.

## Aufbauhinweise

Der Verfasser untersuchte die in Bild 1 gezeigte Schaltung mit Hilfe der Hirschmann-Experimentierplatte XP 101. An diese wurde über die schon vorhande-nen Gewindebohrungen ein 1,5 mm starkes halbhartes Aluminiumblech an-geschraubt, Bild 3, das den Abstimm-kondensator (Mitte) und die beiden Dif-ferentialkondensatoren trägt. Links sitzt der Rückkopplungsdrehkondensator, rechts der Antennen-Ankoppler. Für den Anschluß von Antenne und Erde dienen zwei Steckbuchsen, die in ein kleines Pertinaxbrettchen (Stückchen Lötaugenplatte) eingesetzt sind, das dann in Führungsglieder eingeschoben wird, die an der Seite der XP 101 vor-gesehen sind und die dazu dienen, mehrere XP 101 zusammenzukoppeln. Man mißt das Pertinaxbrettchen am ein-fachsten an Ort und Stelle ab. Der Ab-stimm-Luftdrehkondensator von 516 pF ist eine Hopt-Ausführung.



Bild 3. Versuchsaufbau der Schaltung nach Bild 2 auf einer Hirschmann-Experimentierplatte XP 101

An Stelle der Experimentierplatte kann man die Schaltung auch auf einer so-genannten „Bank“ aufbauen. Diese be-steht aus einem Stück Holzfaserverplatte oder Tischlerplatte als Montageplatte mit 20x25 cm und 16 mm Stärke, an die an einer Längsseite ein Stück 4 bis 5 mm starker Holzfaserverplatte oder Sperrholzplatte als Frontplatte ange-



schraubt ist für die Befestigung der Bedienungsorgane. Auf der Montageplatte befestigt man zwei 20polige Lötösenleisten (von einem Meterstück abschneiden) im gegenseitigen Abstand von 45 mm. Zwischen den Lötösenleisten können dann sämtliche Widerstände und Kondensatoren untergebracht werden. Die Transistoren werden an drei benachbarte Lötösen einer Leiste angelötet. Bewährt haben sich für solche Zwecke Leisten mit sogenannten Transformatorösen mit 8 mm Ösenabstand. Diese Transformatorösen haben an jeder Seite ein Loch und einen offenen Schlitz. Die Einzelteile können deshalb aus den Schlitz leicht wieder herausgelöst und gegen andere Werte ausgetauscht werden.

**Betriebshinweise**

Die Schaltungen nach Bild 1 und 2 wurden mit drei verschiedenen Spulensätzen ausprobiert, Bild 4, die noch vorhanden waren. Der Spulensatz Sp 122 ist noch als Restposten erhältlich (Fern, Conrad). Man kann sich aber auch eine Spule selbst wickeln. Eine Tabelle für den Spulenkörper T 21/28 HF (Vogt) zeigt Tabelle 1.



Bild 4. Die mit der Musterschaltung probierten Spulensätze. Links: ES 1 der Hochfrequenzwerkstätten Meuselwitz, entspricht Görlzer F 296; Mitte: Topfkreissspulensatz 1947, Hersteller unbekannt; Rechts: Neumann Sp 122 (Conrad, Fern)

Wichtig ist, daß die Rückkopplungswicklung „anders herum“ angeschlossen werden muß. Liegt bei der Schwingkreisspule der Anfang an C3, so muß bei der Rückkopplungsspule der Anfang an Masse kommen. Oder man wickelt die Rückkopplungsspule anders herum als die Schwingkreisspule, das ist aber umständlicher.

Vor dem Anschalten der 9-Volt-Batterie prüft man nochmals alle Verbindungen nach. Antenne und Erde schließt man zunächst noch nicht an. Nach dem Anlegen der Batteriespannung muß beim Durchdrehen von P2 (bzw. C7) nach rechts ein deutliches Knacken zu hören sein. Das ist ein Zeichen, daß alles in Ordnung ist. Ist kein Knacken zu hören,

Tabelle 1. Wickeltabelle für einen Spulenselbstbau mit Bausatz T 21/28 HF (Vogt)

Wicklung	Kammer			
	1.	2.	3.	4.
Gate	26/20 × 0,05 (Anfang)	26/20 × 0,05	18/20 × 0,05	—
Antenne	—	—	—	25/0,2 CuL
Rückkopplung	—	—	10 / 0,2 CuL (oben)	—

nimmt man einen Nagel oder dgl. in die Hand und berührt damit das Gate des Transistors T1. Erönt dabei ein lautes Brummen oder Pfeifen im Hörer, so ist das ein Zeichen dafür, daß die auf das Gate von T1 folgende Schaltung in Ordnung ist und der Fehler vorher gesucht werden muß. Es sei am Rande bemerkt, daß es zu „Dampf-radio“-Zeiten Künstler gab, die mit „dem nassen Finger“ jeden Fehler in noch so großen Geräten zu finden vorgeben.

Ist soweit alles in Ordnung, stellt man P1 kurz von den rechten Endanschlag und P2 kurz vor den Schwingungseinsatz (Knacken). Nach Anschließen von Antenne und Erde muß beim Durchdrehen des Abstimmkondensators C2 immer irgendein Sender zu hören sein. Durch vorsichtiges Anziehen der Rückkopplung kann dann die Lautstärke beträchtlich erhöht werden und man findet den alten Satz bestätigt: „Der Einkreiser ist so gut wie seine Rückkopplung.“ Selbstverständlich wird auch die Trennschärfe dabei besser, denn die Güte des Schwingkreises wird durch die Rückkopplung um ein Mehrfaches besser.

Als „Antenne“ und „Erde“ hat sich folgende Kombination sehr gut bewährt. Als Antenne dient der Schutzleiter einer Schuko-Steckdose des Lichtnetzes, das ist die Kralle, die man mit einer Krokodilklemme erfaßt. Als „Erde“ die Zentralheizung. Beide Leitungsgebilde sind isoliert im Gebäude verlegt und haben riesige räumliche Ausdehnung. Dadurch ist auch die empfangsaktive Fläche entsprechend groß. Man kann hier „Erde“ und „Antenne“ miteinander vertauschen, ohne daß eine Veränderung feststellbar ist.

Wer keine Zentralheizung hat, nimmt den Schutzleiter als Erde und stellt sich eine Zimmerantenne her aus etwa 15 m beliebiger Litze, die man auf Abstandsisolatoren etwa 15 cm unter der Zimmerdecke um das ganze Zimmer spannt. Auch im letztgenannten Fall

läßt sich eine ausgezeichnete Lautstärke erzielen.

Zum Schluß noch ein Wort zur Rückkopplung. Selbstverständlich könnte man die Rückkopplung auch durch einen normalen Drehkondensator von etwa 200 pF einstellbar machen, den man in bekannter Weise vom Drain zur Rückkopplungsspule schaltet. Dies ist jedoch aus zweierlei Gründen nur mangelhaft. Zunächst ist immer eine relativ hohe Anfangskapazität vorhanden. Diese und der halbkreisförmige Plattenschnitt der heute üblichen Hartpapier-Drehkondensatoren bewirkt, daß sich der ganze Rückkopplungs-Einstellbereich auf etwa 10 ... 20° Drehwinkel zusammendrängt. Ein feinfühliges Einstellen der Rückkopplung ist daher nicht möglich. Früher hatte man deswegen auch die zur Rückkopplung verwendeten Drehkondensatoren mit einem annähernd logarithmischen Plattenschnitt ausgebildet, bei denen die Kapazität zunächst wenig und dann stärker zunimmt. Sodann bieten sowohl Differential-Drehkondensatoren als auch Potentiometer an ihrer Stelle (Bild 2) die Möglichkeit, die Rückkopplungsspule hochfrequenzmäßig echt an Masse zu legen, wenn man auf den linken Endanschlag dreht. Dadurch wird die ganze Einstellung unkritischer und von den Windungszahlen der Rückkopplungsspulen unabhängiger. Außerdem läßt sich die Angelegenheit leicht so wählen, daß die Rückkopplungsspule bei allen Stellungen des Einstellorgans etwa die „gleiche Kapazität sieht“. Dadurch wird die Verstimmung beim Einstellen der Rückkopplung minimal; bei Verwendung einfacher Drehkondensatoren hingegen ist sie beträchtlich.

# Elektrische Störbeeinflussung und ihre Beseitigung in elektronischen Geräten und Anlagen (3. Teil)

K. H. P. BIENEK

In elektronischen Geräten und Anlagen können unerwünschte Funktionsstörungen eintreten, die insbesondere von elektrischen Störpulsen, Störsignalen, Störspannungen, Funkstörungen und anderen Störeinflüssen stammen. Die Mehrzahl der Signale gelangt leitungsgebunden und drahtlos über Netz- und Steuerleitungen, über Eingabe- und Verbraucherleitungen sowie über Meßwertgeber und die Last in die Elektronik. Störsignale werden aber auch von internen mechanischen und elektronischen Schaltvorgängen, von defekten Bauelementen, falscher Dimensionierung, falscher Leitungsführung verursacht und über Netz-, Eingangs- und Ausgangsleitungen verschleppt.

## 6. Aufbau von Baugruppen und Leitungssystemen

Grundsätzlich muß bei der notwendigen räumlichen Trennung von Meßwertgebern, Signalleitungen, Auswertegeräten, Verbraucherleitungen, Stromversorgungsleitungen und Stromversorgungseinheiten immer mit dem Auftreten von systemeigenen und systemfremden Störsignalen gerechnet werden. Um die Auswirkungen der Fremd- und Eigenstörungen klein zu halten, müssen die nachstehend beschriebenen Bedingungen möglichst eingehalten werden.

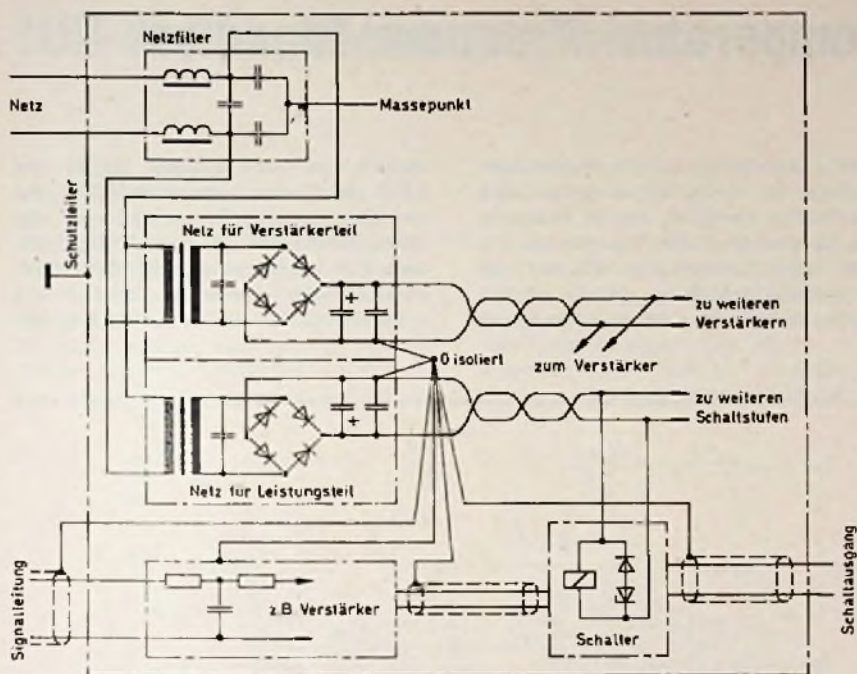
Grundsätzlich sind beim Aufbau von Geräten und Anlagen der Elektronik alle Stromkreise mit unterschiedlichem Strom- und Spannungsniveau räumlich zu trennen. Hin- und Rückleitungen, beim Wechsel- und Drehstrom sämtliche Phasenleitungen, sind in einem Kabelstrang zu führen. Damit wird die von einem Stromkreis umschlossene Fläche auf ein Minimum reduziert und Koppelschleifen weitgehend vermieden. Um induktiv und kapazitiv übertragene Störfelder zu vermeiden, müssen Meß- und möglichst auch Verbraucherleitungen verdrillt oder abgeschirmt werden. Es empfiehlt sich, Signalleitungen und Stromversorgungsleitungen über Eingangsfilter und die einzelnen Leitungen über Durchführungskondensatoren getrennt in die Elektronik-Baugruppen einzuspeisen. Kabelabschirmungen dürfen nur einseitig geerdet werden, und zwar

an dem Schirmende, das der gemeinsamen Erde des Bezugspotentials zugekehrt ist. Der Kabelschirm muß nach außen isoliert sein, damit sich eindeutige Erdungsverhältnisse ergeben. Er darf nicht als Nulleiter für eine Signal- oder Stromversorgungsleitung benutzt werden. Störspannungen, die durch interne Schaltvorgänge, durch kontaktlose oder kontaktgeschaltete Induktivitäten erzeugt werden, können über Ausgangsleitungen und Lastausgänge verschleppt werden. Die zum Löschen der Spannungsspitzen eingesetzten Entstörglieder müssen deshalb immer in der Nähe der Schalter angeordnet sein. Können diese Störsignale nicht durch Leitungsinduktivitäten abgebaut werden, sind die Ausgangsleitungen über Filter herauszuführen.

Folgende Hinweise sollten bei Stromversorgungseinheiten beachtet werden: Die zulässigen Toleranzen der Versorgungsspannungen und -ströme dürfen auch bei gleichzeitigem Auftreten von kurzzeitigen Netzspannungseinbrüchen und bei Belastungsänderungen nicht unterschritten werden. Die Verbindungsleitungen zwischen Stromversorgungs- und Elektronik-Teil sind so kurz wie möglich zu halten. Werden mehrere Speisespannungssysteme benötigt, werden sie hierarchisch aufgebaut. Es werden zunächst einzelne Anlagenteile gespeist, in denen wiederum die erforderlichen stabilisierten Spannungen für bestimmte Funktionsgruppen erzeugt und ihnen zugeführt werden. Dabei ist auf sternförmige Verdrahtung zu achten, um größere galvanische Verkopplungen zu vermeiden. Die Verzweigungspunkte sollen möglichst nahe an den Stromversorgungseinheiten liegen. Netz- und Wechselspannungsleitungen sind zu verdrillen und getrennt von den Niederspannungs-Stromversorgungsleitungen zu führen. Schutzleiter- und Massepotential der Stromversorgungen sind getrennt zu führen und nur einmal je Gerät und Anlage an einen Bezugspunkt zu legen. Der Spannungsabfall zwischen den einzelnen Niederspannungspunkten und der jeweiligen Funktionsgruppe soll zum Beispiel bei 24-V-Spannungsversorgung 1 V nicht überschreiten. Sofern die induktiven Spannungsabfälle unzulässig groß werden, können zu ihrer Kompensation Stützkondensatoren vorgesehen werden.

Bei der Festlegung des Erdungssystems eines Geräts oder einer Anlage muß davon ausgegangen werden, daß die hierbei fließenden Ströme keine Spannungsabfälle hervorrufen und damit Störspannungen verursachen, die im Vergleich zu den im System verwendeten Signalpegeln groß sind. So darf zum Beispiel in einem Gleichspannungs-Meßsystem der Spannungsabfall im Erdungssystem unter 6 dB unter dem kleinsten Signalpegel des Meßwerts liegen. Die Erdungsleitungen aller zu erdenden Geräte- und Anlagenteile werden sternförmig zu einem Erdungspunkt geführt. Dieser Punkt wird auf dem kürzesten Weg mit der Erdung außerhalb des Systems verbunden. Die Erdungsleitungen von Abschirmungen sollen getrennt von anderen Erdungsleitungen geführt werden, weil sie ja Störsignale zur Erde ableiten. Bei einer gemeinsamen Erdung von Schirmerde und Referenzpotential besteht eine galvanische Kopplung zwischen beiden Erdungen, und der von der Schirmung zur Erde fließende Störstrom kann eine Verschiebung des Referenzpotentials bewirken. Ferner sei auf die Möglichkeit von Erdschleifenbildung hingewiesen; die Schirmung ist daher an dem Leitungsende zu erden, das der im Stromversorgungskreis vorhandenen Erdung zugewandt ist. Bei geerdeten Meßwertgebern erfolgt demnach die Erdung des Schirms am Geber, bei Erdung des Stromversorgungsteils am Meßverstärker am verstärkerseitigen Leitungsende. Eingangskreise analoger Meßsysteme müssen zuverlässig geerdet sein, um ein konstantes Referenzpotential zu erhalten. Die entsprechenden Erdungsleitungen müssen so geführt werden, daß keine galvanische Kopplung entsteht. Die absolute Größe des Erdungswiderstands ist dabei unbedeutend; wichtig ist, daß das Erdpotential konstant bleibt. Die Erdung digitaler Anlagenteile ist von der Erdung analoger Anlagenteile zu trennen; die Erdleitungen beider Teile dürfen nur an einem gemeinsamen Erdungspunkt einmal zusammengeschlossen werden.

Zur Vermeidung störender Beeinflussungen durch die über Erdungsleitungen fließenden Ströme darf der Nulleiter beziehungsweise Schutzleiter der Netzspannung nur an einen Erdungspunkt der Niederspannungs-Stromversorgung und Abschirmung gelegt werden. Um Störströme vom Nulleiter abzublocken, werden je ein Kondensator entsprechender Spannungsfestigkeit einmal zwischen Außenleiter und Mittelpunktleiter und zwischen Mittelpunktleiter und Schutzleiter geschaltet. Bild 18 zeigt den prinzipiellen Aufbau einer störsicheren Anlage mit ihrem Leitungssystem [6].



kung der Störrückwirkungen auf das Netz dienen.

Tabelle I. Richtwerte zur Bemessung einer LC-Kombination

Störfrequenz (MHz)	Drosselspule (mH)	Kapazität (nF)
0,250	2,0	250
0,500	2,0	220
1,0	2,0	100
5,0	0,2	100
10,0	0,2	47

Befindet sich die Last oder das Halbleiterstellglied in einem geerdeten metallischen Gehäuse, sind Maßnahmen zur unsymmetrischen Störspannungsunterdrückung wichtig. Eine Dämpfung wird hierbei durch Verringern der Kopplung zwischen Störquelle und Gehäuse über zusätzliche Kondensatoren erreicht. Beispiele zur Entstörung hierfür zeigen die Bilder 23—24. Da bei sämtlichen Schaltungen (Bilder 19 bis 24) die Induktivität L vom gesamten Strom durchflossen wird und demzufolge hierfür bemessen sein muß, sind der Ausführbarkeit der gezeigten Störunterdrückung Grenzen gesetzt, so daß bei größeren Verbraucherleistungen (etwa ab 4 A) die Störbegrenzung weitgehend unwirksam wird [7].

Die behandelten Entstörmaßnahmen unterdrücken hauptsächlich Störspannungen beim Einschalten. Beim Ausschalten eines Halbleiterventils treten aber ebenfalls Störungen auf, die in der Hauptsache eine Gefahr für das Ventil selbst darstellen. Wird der Anodenstrom kleiner als der Haltestrom, so geht der Thyristor oder Triac wieder in den nichtleitenden Zustand über. Unter der Wirkung einer meist negativen Spannung zwischen Katode und Anode kehrt sich der Strom durch das Ventil zunächst um, um nach Rekombination aller Ladungsträger in den Sperrschichten sehr rasch abzuklingen, so

Bild 18. Prinzipieller Aufbau einer störlicheren Anlage

### 7. Störschutz in Stromkreisen mit Thyristoren und Triacs

Zur Leistungssteuerung, Drehzahlregelung und als elektronische Leistungsschalter in Wechselstromkreisen werden in zunehmendem Maße steuerbare Halbleiterventile (Thyristoren und Triacs) eingesetzt. Beim Übergang vom Sperr- zum Durchlaßbereich entstehen bei angeschlossenen ohmschen und induktiven Verbrauchern Spannungs- und Stromüberschwingungen, deren Amplitude und Frequenz von der zu schaltenden Spannung und Last und der Schnelligkeit des Zündvorgangs abhängen. Das Störspektrum ist dabei um so intensiver, je näher der Zündensatz beim Scheitelpunkt der Wechselspannung liegt. Beim Abschalten des Thyristors oder Triacs sind diese Störungen kleiner, weil während des Nulldurchgangs der Wechselspannung geschaltet wird. Der Störschutz in Phasenanschnittsteuerungen mit Halbleiterventilen soll die nieder- und hochfrequenten Störungen beim Ein- und Ausschalten mindern oder eliminieren.

Um Rückwirkungen des Leitungskreises auf benachbarte elektronische Systeme zu vermeiden, bestehen nur konstruktive Möglichkeiten wie zum Beispiel räumliche Trennung und die Anwendung stabilisierter Stromversorgungen für die vom gleichen Netz gespeiste Elektronik. Einfacher sind die höheren harmonischen Störanteile zu begrenzen, die nur geringe Amplituden haben. Diese Anteile liegen im Frequenzbereich

von etwa 100 kHz bis 30 MHz. Sie breiten sich leitungsgebunden über das Netz, die Stromversorgung und Signalleitungen sowie drahtlos aus. Für Störungen in diesem Frequenzbereich stellt die Netzimpedanz einen ohmschen Widerstand von etwa 150  $\Omega$  dar, so daß im Prinzip zur Fernhaltung ein Tiefpaß zwischen Störquelle und Netz genügt (Bild 19). Tabelle I gibt einige Richtwerte zur Bemessung einer LC-Kombination; dabei kann eine Störbedämpfung von etwa 60 dB erreicht werden. Es sei aber betont, daß diese Angaben nur für ohmsche Belastung des Thyristor- oder Triac-Stellglieds in einem ungeerdeten System gelten. Die Bilder 20—22 zeigen verschiedene Maßnahmen zur Begrenzung der Störsignale. Die Drosselspule L begrenzt dort die Stromanstiegs geschwindigkeit, während die ein- oder mehrstufigen RC-Glieder zur Unterdrück-

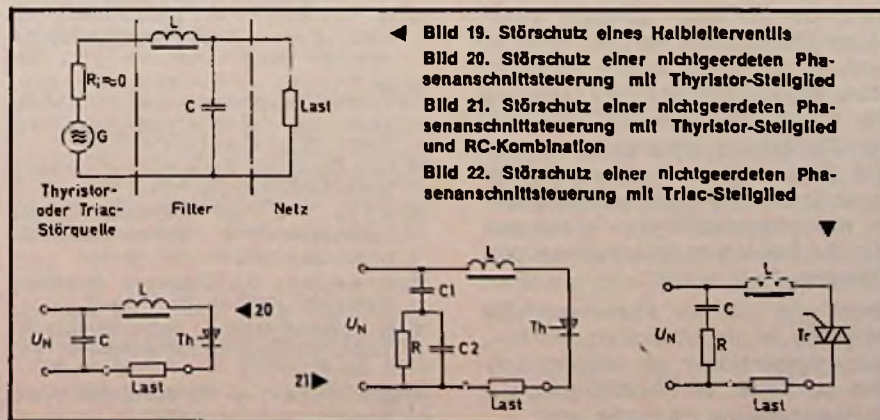


Bild 19. Störschutz eines Halbleiterventils  
 Bild 20. Störschutz einer nichtgeerdeten Phasenanschnittsteuerung mit Thyristor-Stellglied  
 Bild 21. Störschutz einer nichtgeerdeten Phasenanschnittsteuerung mit Thyristor-Stellglied und RC-Kombination  
 Bild 22. Störschutz einer nichtgeerdeten Phasenanschnittsteuerung mit Triac-Stellglied

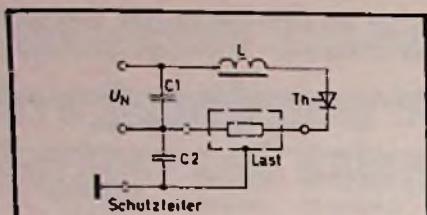


Bild 23. Störschutz einer geerdeten Phasenanschnittsteuerung

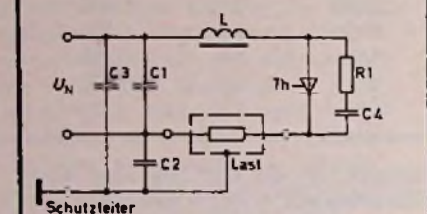


Bild 24. Störschutz einer geerdeten Phasenanschnittsteuerung mit Trägerspeicher-effekt-Schutzschaltung

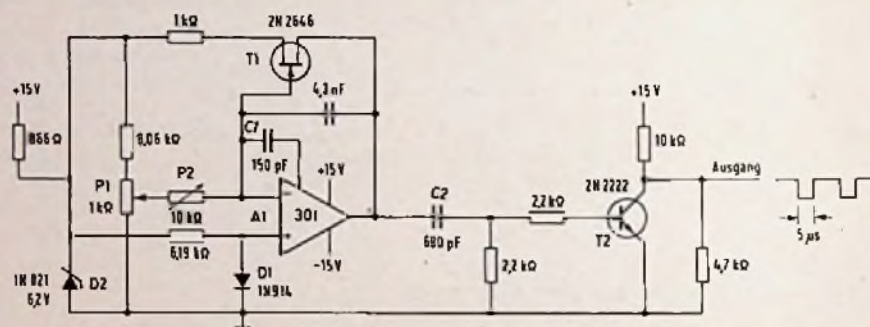
daß hierbei zeitliche Stromänderungen auftreten, die unter dem Begriff Trägerspeichereffekt bekannt sind. Die Unterdrückung dieser Überspannung ist ein Schutzproblem für das Halbleiterventil selbst. Man kann ihr durch einen dem Ventil parallel geschalteten Kondensator begegnen. Da jedoch diese Kapazität mit den Kreisinduktivitäten der gesamten Anordnung einen Schwingkreis bildet, muß die Spannung am Thyristor mit einer RC-Kombination (R1, C4) bedämpft werden. Mit dieser Verringerung der Stromänderungsgeschwindigkeit werden Überspannungen auf ein zulässiges Maß begrenzt und gleichzeitig Ausschaltstörungen unterdrückt. Im Bild 24 ist eine derartige Schutzbeschaltung dargestellt. Zur Bemessung dieser Schutzschaltung sei folgendes bemerkt: Besondere Beachtung muß dem Widerstand geschenkt werden, da bei einer Zündung des Thyristors der Schutzkondensator entladen wird. Ist der Widerstand zu klein, so kann der maximal zulässige Ventilstrom überschritten werden; ist er zu groß, so wird die Spannung am Widerstand wegen des Rückstroms größer als die Kondensatorspannung und damit die Beschaltung wirkungslos. Es muß also gelten: Maximal zulässiger Ventilstrom  $\geq$  Netzspannung beziehungsweise Kondensatorspannung: Widerstand. Für die Bemessung des Kondensators gilt allgemein  $C = L/R1$ .

Vorteilhafter als die Phasenanschnittsteuerung ist die Anwendung von Nullspannungssystemen mit Halbleiterventilen, bei denen im Nulldurchgang der Wechselspannung geschaltet wird.

## Temperatur-/Frequenz-Wandler

Für die Dateneingabe oder numerische Anzeige von Temperaturwerten ist eine Impulsfolge geeignet, deren Frequenz sich proportional zur Temperatur ändert. Diese Umsetzung vollzieht die dargestellte Schaltung. Der Diode D1 fällt die Aufgabe des Temperatursensors

stimmt, und schickt einen Strom von 1 mA durch die Sensor-Diode D1. Da der Spannungsabfall an D1 von der einwirkenden Temperatur abhängt, ändert sich die Vorspannung des nichtinvertierenden Eingangs von A1 um  $-2,2 \text{ mV}/^\circ\text{C}$  und mit ihr die durch Laden



zu. Eine 1N914 gewährleistet  $0,1^\circ\text{C}$  Auflösung über den Bereich 0 bis  $100^\circ\text{C}$ , wobei der Fehler innerhalb von  $\pm 0,3^\circ\text{C}$  bleibt. Der Operationsverstärker A1 arbeitet als Integrator für die am Potentiometer P1 abgegriffene Spannung. Dabei lädt sich der Kondensator C1 auf; sobald er ein Potential von  $-10 \text{ V}$  erreicht hat, spricht der Unijunction-Transistor T1 an und setzt den Integrator wieder zurück. Im Gegenkopplungsweg sorgt der Kondensator mit  $4,3 \mu\text{F}$  für kurze Anstiegszeit. Die temperaturkompensierte Z-Diode D2 stellt eine Referenzspannung bereit, die den Durchschaltzeitpunkt von T1 be-

und Entladen von C1 entstehende Impulsfolge. Das Anpassen der Impulsfolge an die anzuschließende TTL-Auswertung übernimmt der Transistor T2.

Zum Justieren des Wandlers bringt man D1 in eine Umgebungstemperatur von  $100^\circ\text{C}$  und stellt P2 so ein, daß die Ausgangsfrequenz genau  $1000 \text{ Hz}$  ist. Nach Abkühlen der Diode D1 auf  $0^\circ\text{C}$  muß mit Hilfe von P1 der Punkt gesucht werden, bei dem die Schwingung gerade abreißt, also die Impulsfrequenz auf  $0 \text{ Hz}$  absinkt. Dieser Prozeß ist zwei- oder dreimal zu wiederholen, bis die beiden Einstellungen sich nicht mehr gegenseitig beeinflussen. Nunmehr entspricht die Impulsfrequenz jeweils dem zehnfachen Wert der ermittelten Temperatur. Um das Ergebnis unmittelbar digital anzeigen zu können, empfiehlt es sich, der Basis von T2 über den  $2,2\text{-k}\Omega$ -Widerstand eine Rechteckspannung zuzuführen, die den Transistor immer nur für die Dauer von  $1 \text{ s}$  öffnet, so daß der nachfolgende TTL-Zähler einen Zählwert registriert, von dem die letzte Stelle mit Komma abzuteilen ist, um die Temperaturangabe zu erhalten (z.B.  $284 = 28,4^\circ\text{C}$ ). at

### Literatur

- [1] ● Hofmann, W.: Zuverlässigkeit von Meß-, Steuer-, Regel- und Sicherheitssystemen. München: Karl Thiemig KG 1968.
- [2] ● Tornau, F.: VEM-Handbuch, Elektrische Störbeeinflussung in Automatisierungs- und Datenverarbeitungsanlagen. Berlin: VEB Verlag Technik 1972.
- [3] Funk-Entstörung. Sonderheft der Siemens-Bauteile-Informationen 1970.
- [4] Kübel, V.: Der Ableitstrom in der Funk-Entstörtechnik. Siemens-Bauteile-Informationen (1970) Nr. 8, S. 32-34
- [5] Schmidt, R.: Eingebaute Sicherheit. Elektrotech. (1970) Nr. 24, S. 10-13.
- [6] ● Klöckner-Moeller Industrielektronik. Techn. Informationen. Schaltungsbuch 1971, S. 54-60.
- [7] ● Richter, H.: Thyristoren und Triacs. Stuttgart: Telekosmos 1969.

Nach Williams, J., und Durgavich, Th.: Direct-reading converter yields temperature. Electronics 48 (1975), 7, S. 101 und 103



**FT-Neuheiten-Schau**

**Hi-Fi-Plattenspieler**

Die genannten Endverkaufspreise wurden von der FT-Redaktion ermittelt und stellen Durchschnittswerte dar. Bei Geräten, die erst nach Redaktionsschluß in den Handel kommen, beruhen die genannten Endverkaufspreise auf Schätzungen.



**Marke: Garrard**  
**Modellname: SP 25 MK IV**  
 Erstlieferung a. d. Handel: Juni 1975  
 Endverkaufspreis: liegt bei etwa 280 DM  
 Antrieb: Reibrad  
 Tonabnehmersystem: ADC P 30



**Marke: Philips**  
**Modellname: 418 Automatic**  
 Erstlieferung a. d. Handel: April 1975  
 Endverkaufspreis: liegt bei etwa 400 DM  
 Antrieb: Riemen  
 Tonabnehmersystem: Super M 400



**Marke: BIC**  
**Modellname: 980**  
 Erstlieferung a. d. Handel: Juni 1975  
 Endverkaufspreis: könnte vielleicht bei 720 DM liegen  
 Antrieb: Riemen  
 Tonabnehmersystem: Micro VF 3200/Xe



**Marke: Garrard**  
**Modellname: 86 SB**  
 Erstlieferung a. d. Handel: Juni 1975  
 Endverkaufspreis: liegt bei etwa 450 DM  
 Antrieb: Riemen  
 Tonabnehmersystem: ADC P 30

**FT-Neuheiten-Schau**

**Hi-Fi-Receiver**

Die genannten Endverkaufspreise wurden von der FT-Redaktion ermittelt und stellen Durchschnittswerte dar. Bei Geräten, die erst nach Redaktionsschluß in den Handel kommen, beruhen die genannten Endverkaufspreise auf Schätzungen.



**Marke: Dual**  
**Modellname: CS 601**  
 Erstlieferung a. d. Handel: Februar 1975  
 Endverkaufspreis: liegt bei etwa 550-600 DM  
 Antrieb: Riemen  
 Tonabnehmersystem: Dual M 20 E



**Marke: Garrard**  
**Modellname: Zero 100 SB**  
 Erstlieferung a. d. Handel: Juni 1975  
 Endverkaufspreis: liegt bei etwa 570 DM  
 Antrieb: Riemen  
 Tonabnehmersystem: ADC P 30



**Marke: Heco**  
**Modellname: SMR 620**  
 Erstlieferung a. d. Handel: Juni 1975  
 Endverkaufspreis: liegt bei etwa 550 DM  
 Bereiche: UKW, MW  
 Nennleistung an 4 Ohm: 2 x 15 W  
 Quadro: quasi



**Publikumsliebliche,  
für Ihren Erfolg.**

**LOEWE**

RADIO · TV · HiFi

Loewe Opta GmbH Berlin/Kronach



Marke: Heco

Modellname: SMR 625  
 Erstlieferung a. d. Handel: Juni 1975  
 Endverkaufspreis: liegt bei etwa 630 DM  
 Bereiche: UKW, MW  
 Nennleistung an 4 Ohm: 2 x 20 W  
 Quadro: quasi

FT-Neuheiten-Schau

## Stereo-Cassetten-Tapedecks

Die genannten Endverkaufspreise wurden von der FT-Redaktion ermittelt und stellen Durchschnittswerte dar. Bei Geräten, die erst nach Redaktionsschluß in den Handel kommen, beruhen die genannten Endverkaufspreise auf Schätzungen.

FT-Neuheiten-Schau

## Radio-Recorder

(Bildschirm über 50 cm)

Die genannten Endverkaufspreise wurden von der FT-Redaktion ermittelt und stellen Durchschnittswerte dar. Bei Geräten, die erst nach Redaktionsschluß in den Handel kommen, beruhen die genannten Endverkaufspreise auf Schätzungen.



Marke: Heco

Modellname: SMR 640  
 Erstlieferung a. d. Handel: Juni 1975  
 Endverkaufspreis: liegt bei etwa 760 DM  
 Bereiche: UKW, MW  
 Nennleistung an 4 Ohm: 2 x 30 W  
 Quadro: quasi



Marke: Philips

Modellname: N 2507  
 Erstlieferung a. d. Handel: April 1975  
 Endverkaufspreis: liegt bei etwa 370 DM  
 Umschaltung auf CrO<sub>2</sub>: automatisch  
 Rauschunterdrückung: DNL



Marke: Graetz

Modellname: euro-corder 305  
 Erstlieferung a. d. Handel: März 1975  
 Enverbindliche Preisempfehlung: 449 DM  
 Bereiche: UKW, KW, MW, LW  
 Batteriebestückung: 5 Babyzellen  
 Gewicht mit Batterien: 3,4 kg



Marke: New Acoustic Dimension

Modellname: Model 300  
 Erstlieferung a. d. Handel: Oktober 1975  
 Endverkaufspreis: könnte vielleicht bei 2400 DM liegen  
 Bereiche: UKW, MW  
 Nennleistung an 8 Ohm: 2 x 100 W  
 Quadro: quasi



Marke: Saba

Modellname: 835 Stereo  
 Erstlieferung a. d. Handel: März 1975  
 Endverkaufspreis: liegt bei etwa 900 DM  
 Umschaltung auf CrO<sub>2</sub>: automatisch  
 Rauschunterdrückung: Dolby



Marke: Hitachi

Modellname: TRK-1000 E  
 Erstlieferung a. d. Handel: März 1975  
 Endverkaufspreis: liegt bei etwa 220 DM  
 Bereiche: UKW, MW  
 Batteriebestückung: 4 Monozellen  
 Gewicht mit Batterien: 2,7 kg



# Die Liquiditätssituation im Branchen-Fachhandel

In Zeiten eines hohen Zinsniveaus und nachlassender Selbstfinanzierungskraft muß der Liquidität der Wirtschaftsunternehmen erhöhte Aufmerksamkeit geschenkt werden. Das Ifo-Institut hat — wie schon im Sommer 1973 — Erhebungen angestellt, die interessante Einblicke in die Liquiditätslage des Rundfunk-, Fernseh- und Phonohandels ermöglichen und aus denen die nachfolgenden Zahlen stammen.

## Wenig Liquiditätssorgen

Rund zwei Drittel der befragten Einzelhandelsfirmen und knapp die Hälfte der Großhandelsfirmen unserer Branche beurteilen die Liquiditätslage als befriedigend. Der Anteil der positiven Firmenmeldungen (Liquiditätslage „gut“) war wesentlich größer als der Anteil der negativen Firmenmeldungen (Liquiditätslage „schlecht“). Die Erhebungsergebnisse lassen somit den Schluß zu, daß der Rundfunk-, Fernseh- und Phonohandel, wie auch Einzelhandel und Konsumgütergroßhandel insgesamt, derzeit keine großen Liquiditätssorgen haben, im Gegenteil, sogar verhältnismäßig gut mit liquiden Mitteln ausgestattet ist. Nur wenige der Testfirmen unserer Branche haben ernste Liquiditätsprobleme.

Insgesamt war die Beurteilung der Liquiditätssituation im Winter 1974/75 sogar günstiger als zum Zeitpunkt der ersten Erhebung im Sommer 1973.

Im 4. Quartal 1974 hatte sich im Großhandel der Branche die Liquiditätslage bei der Mehrzahl der Firmen verschlechtert. Im Einzelhandel dagegen hat sich die Liquiditätslage per Saldo etwas verbessert.

## Große Betriebe schneiden besser ab

Im Gegensatz zum Liquiditätsstatus vom Sommer 1973, bei dem kein Zusammenhang zwischen Betriebsgröße und Liquidität festgestellt werden konnte, beurteilen diesmal die großen Unternehmen ihre Liquiditätslage weit häufiger als gut als die kleinen. Mit zunehmender Größe der Betriebe ist eine deutlich bessere Liquiditätslage zu erkennen. Bemerkenswert ist jedoch, daß auch die kleinen Firmen (mit weniger als 250 000 DM Jahresumsatz) ihre Liquiditätslage im Durchschnitt noch als befriedigend ansahen.

## Einflüsse auf die Liquidität

Die Liquidität des Handels wird — wie die Erhebungsergebnisse zeigen — von einem ganzen Faktorenbündel beeinflusst. Am häufigsten wurden von den

befragten Firmen als Einflußfaktoren gezielte betriebspolitische Maßnahmen sowie die Umsatz- und Ertragsentwicklung genannt. Beispielsweise führten fast 90 % derjenigen Einzelhandelsfirmen, die in den letzten Monaten eine Verbesserung ihrer Liquidität zu verzeichnen hatten, diese Verbesserung u. a. auf eine verhältnismäßig günstige Umsatzentwicklung zurück, während über 60 % derjenigen Einzelhändler, die eine Verschlechterung ihres Liquiditätsstatus zu verzeichnen hatten, hierfür

Tabelle 1. Die Liquiditätslage des Rundfunk-, Fernseh- und Phonohandels im Urteil der Firmen

Erhebungszeitpunkt	Nach Meinung von . . . % der Firmen ist die gegenwärtige Liquiditätslage			Saldo aus dem %-Anteil der Meldungen über eine gute (+) bzw. schlechte (-) Liquiditätslage
	gut	befriedigend	schlecht	
<b>Einzelhandel</b>				
Sommer 1973	20	69	11	+ 9
Winter 1974/75	26	67	7	+ 19
Zum Vergleich: gesamter Einzelhandel				
Sommer 1973	26	56	18	+ 8
Winter 1974/75	33	52	15	+ 18
<b>Großhandel</b>				
Sommer 1973	18	55	27	- 9
Winter 1974/75	41	47	12	+ 29
Zum Vergleich: gesamter Konsumgütergroßhandel				
Sommer 1973	19	59	22	- 3
Winter 1974/75	29	58	13	+ 16

Tabelle 2. Gründe für die Veränderung der Liquiditätslage des Rundfunk-, Fernseh- und Phonohandels im Urteil der Firmen (Anteil der Firmen in Prozent)

Gründe	Einzelhandel		Großhandel	
	Verbesserung	Verschlechterung der Liquiditätslage	Verbesserung	Verschlechterung
Gezielte betriebspolitische Maßnahmen	90	—	80	—
Verhältnismäßig günstige oder ungünstige Umsatzentwicklung	89	63	46	—
Verbesserung oder Verschlechterung der Ertragssituation	28	100	27	—
Verbesserung oder Verschlechterung der Zahlungsweise und -moral der Kunden	39	38	46	—
Erweiterung des Kreditrahmens entsprechend des Bedarfs oder zu kleiner Kreditrahmen	17	—	36	—
Zuführung oder Abfluß von Eigenmitteln	11	—	—	—
In jüngster Zeit durchgeführte Anlage-Investitionen	—	—	—	—

# Interessant für alle, die sich mit der Technik und dem Einsatz von Handfunksprechgeräten beschäftigen.

NEUAUFLAGE

Werner W. Diefenbach

## Handfunksprechgeräte in der Praxis

1975, 2., wesentlich verbesserte Auflage. 132 Seiten mit 99 Abbildungen, kartoniert, DM 24,80  
ISBN 3-7905-0231-6

Heute werden Handfunksprechgeräte für die unterschiedlichsten Kommunikationsaufgaben in Industrie, Gewerbe und öffentlichen Dienst eingesetzt. Auch der Amateurfunker kann im Rahmen der Lizenzbestimmungen Handfunksprechgeräte im Nahverkehr verwenden. Dieses Buch führt zunächst in die Grundlagen ein. Auch über Antennen und Stromversorgung berichten einschlägige Kapitel. Wer Handfunksprechgeräte selbst bauen möchte, findet in dem Abschnitt über Spezialbauteile praktische Hinweise für die zweckmäßige Einzelteilwahl.

Das Angebot der Industrie an Handfunksprechgeräten wurde in den letzten Jahren immer umfangreicher. Ein besonderes Kapitel berichtet mit schaltungstechnischen und konstruktiven Einzelheiten über typische Bauformen von Handfunksprechgeräten der Industrie, die käuflich erhältlich sind und über den Stand der Technik Aufschluß geben. Die beschriebenen Selbstbaugeräte wurden im Labor des Verfassers entwickelt und erprobt. Es handelt sich um zwei Handfunksprechgeräte für das 10-m-Band. Die Bauanleitungen sind ausführlich gehalten und bringen viele konstruktive Einzelheiten einschließlich Konstruktionsskizzen, Spulentabellen, Abgleichanleitungen und Einzelteillisten. Ein weiteres Kapitel über die Meßtechnik gibt Anregungen für den Aufbau eines Meßplatzes sowie für das Messen und Abgleichen von Sendern und Modulatoren. Auf das Arbeiten mit den Geräten wird detailliert eingegangen.

Besonders umfangreich ist der Anhang gehalten. Er bringt Arbeitsunterlagen für die Konstruktionsfähigkeit theoretischer und praktischer Art, berücksichtigt die gesetzlichen Bestimmungen und vermittelt Anschriften für den Bezug von Spezialteilen. Literaturhinweise und ein Sachwortverzeichnis runden den Inhalt dieses Buches ab.

Die langjährigen Erfahrungen des Verfassers als erfolgreicher Fach-Autor und Funkamateurliegen diesem Buch zugute.

Aus dem Inhalt:

### Grundsätzlicher Aufbau von Handfunksprechgeräten

**Senderschaltungen, Selbsterregte Sender, Colpitts-Schaltung, Meißner-Oszillator, Quarzgesteuerte Sender, Frequenzvervielfacher, Frequenzvervielfacher in Basisschaltung, Frequenzvervielfacher mit kapazitiver Kopplung, Senderendstufen, Eintaktendstufe für B-Betrieb, Senderendstufe für A-Betrieb.**

**Modulationsverfahren, Amplitudenmodulation, Kollektorspannungsmodulation, Emittiermodulation, Frequenzmodulation, FM mit Reaktanzmodulator, FM durch Verschieben des Arbeitspunktes, Phasenmodulation.**

**NF-Verstärker (Modulatoren), NF-Teil mit Transformator-Kopplung, Eintaktmodulator, Eisenloser Modulator.**

**Empfängerschaltungen, Geradeempfänger, Pendelaudio, HF-Vorstufe, Superhetempfänger, Quarzstabilisierte selbstschwingende Mischstufe, ZF-Verstärker, Mischstufe mit freischwingendem Oszillator, Eingangsschaltung mit Diodenmischer.**

**Antennen, Vertikalstrahler, Gestreckter Dipol.**

**Stromversorgung, Batteriebetrieb, Netzbetrieb, Stabilisiertes Netzgerät für 9-V-Ausgangsspannung.**

**Spezialbauteile, Transistoren, Halbleiterdioden, Widerstände und Potentiometer, Kondensatoren, Lautsprecher.**

**Handfunksprechgeräte der Industrie, KW-Handfunksprechgeräte TG 130 G (Tokai), Handfunksprechgerät Teleport VII (AEG-Telefunken), Handfunksprechgerät FuG 10 (Bosch).**

**Errichten kleinerer Funknetze, Funknetz mit Handfunksprechgeräten, Funknetz mit Funkzentrale, Funknetz mit Relais-Funkstelle.**

**Handfunksprechgeräte für den Selbstbau, Kleines 10-m-Handfunksprechgerät, Hochwertiges Handfunksprechgerät für das 10-m-Band.**

**Arbeiten mit Funk- und Handfunksprechgeräten, Verwendete Frequenzen und ihre Eigenschaften, Netz- oder Batteriebetrieb, Gebräuchliche Antennen für Funksprechgeräte, Praktisches Zubehör, Besondere Funkverkehrsarten.**

**Meßtechnik für Handfunksprechgeräte, Nützliche Meßgeräte der Industrie, Einzelmeßgeräte, Komplette Meßplätze, Messen und Abgleichen des Modulators, Messen und Abgleichen von Sendern.**

**Anhang, Kleine Formelsammlung, Praktische Nomogramme, Serienschaltung von Kondensatoren, Parallelschaltung von Widerständen, Schwingkreisberechnung, Deutscher Halbleiterschlüssel, Internationaler Farbcode, Anschlußschemen und Abmessungen verwendeter Transistoren, Frequenzen der VHF/UHF-Land- und Seefunkdienste, Kanäle im Bereich 68...87,5 MHz (nöbL), Kanäle im Bereich 146...174 MHz (öbL und nöbL), Kanäle im Bereich 420...470 MHz (öbL und nöbL), Bestimmungen über das Errichten und Betreiben von Sprechfunkanlagen kleiner Leistung im Frequenzbereich 26,960...27,280 MHz, Gesetz über den Amateurfunk vom 14. März 1949, Verordnung zur Durchführung des Gesetzes über den Amateurfunk, Bezugsquellen für Bauelemente.**



Coupon: Senden Sie mir/uns

..... Ex. Diefenbach, Handfunksprechgeräte in der Praxis, 2. Auflage, DM 24,80

Name/Firma (Stempel)

Vorname

PLZ/Ort

Straße

Coupon bitte ausschneiden und auf Postkarte geklebt senden an:

Rich. Pflaum Verlag KG, 8 Mü. 2, Postfach 20 19 20.

u. a. ebenfalls die Umsatzentwicklung verantwortlich machen.

Der Einfluß der einzelnen Faktoren auf die Liquidität korreliert teilweise mit der Betriebsgröße. So führten große Unternehmen — soweit sie eine Liquiditätsverschlechterung aufzuweisen hatten — diese weniger häufig auf eine ungünstige Ertragsentwicklung zurück, was als Beweis dafür gewertet werden kann, daß große Unternehmen ertragsstärker sind als kleine und mittlere. Kleinere Firmen wiesen etwas häufiger als größere auf ungenügende Möglichkeiten zur Kreditausweitung als Grund für Liquiditätsverschlechterungen hin.

**Liquiditätsverbesserung trotz konjunktureller Flaute**

Die verhältnismäßig günstige Liquiditätsbeurteilung überrascht angesichts des tatsächlichen Konjunkturverlaufs, der auch im Rundfunk-, Fernseh- und Phonohandel durch eine Abschwächung des konjunkturellen Wachstums gekennzeichnet war. Gleichzeitig hat — wie die Betriebsvergleichsergebnisse des Instituts für Handelsforschung an der Universität zu Köln belegen — der Kosten-

druck spürbar zugenommen und die Ertragskraft sowohl 1973 als auch 1974 erheblich nachgelassen. Das verhältnismäßig günstige Firmenurteil läßt sich im wesentlichen durch folgende drei Tatbestände erklären:

- Im Januar (dem Zeitpunkt der Befragung) ist die Liquidität aus saisonalen Gründen verhältnismäßig gut.
- Die Lockerung der Kreditrestriktionen im Verlauf der letzten Monate hat die Fremdfinanzierung und damit die Beseitigung von Liquiditätsengpässen erleichtert.
- Den Firmen ist es gelungen, durch den gezielten Einsatz eines ganzen Maßnahmenbündels den Kapitalbedarf zu drosseln.

Im Verlauf des dritten Tertials 1974 erfolgte eine Lockerung der Kreditrestriktionen. Sie führte sowohl zu einem quantitativ reichhaltigeren Kreditangebot als vor allem auch zu einem Sinken der Kreditzinsen. Nach den Erhebungsergebnissen zu urteilen, hat auch der Rundfunk-, Fernseh- und Phonohandel von diesen Krediterleichterungen profitiert. Wie aus Tabelle 2 hervorgeht, konnte er — im Gegensatz beispiels-

weise zum gesamten Einzelhandel — seine Kreditfinanzierung offensichtlich etwas stärker ausweiten. Auch liegen hier die im Januar 1975 bezahlten Kreditzinsen im Durchschnitt niedriger als zum Zeitpunkt der Erhebung vom August 1973, was die allgemeine Zinssenkungstendenz unterstreicht.

Im Gegensatz zur Erhebung Mitte 1973 zeigten sich diesmal Unterschiede in der Zinshöhe in Abhängigkeit von der Größe der Unternehmen, und zwar in erster Linie beim Wechselkredit und beim Kontokorrentkredit. Beim Wechselkredit beispielsweise macht die durchschnittliche Zinsdifferenz zwischen unterster und oberster Umsatzgrößenskasse im Einzelhandel 2,3 Prozentpunkte, im Großhandel 2,8 Prozentpunkte aus.

**Hauptansatzpunkte zur Liquiditätsverbesserung**

Die größte Wirkung auf die Liquidität des Handels muß den gezielten betriebspolitischen Maßnahmen der Firmen zur positiven Beeinflussung der Liquidität zugemessen werden. Von dem getroffenen Maßnahmenbündel steht im Einzelhandel die Lagerreduzierung im

**WIR SUCHEN**  
**Fachgroßhändler**, die bereit sind, ein neues Lautsprechermodell in das Verkaufsprogramm aufzunehmen. Wir garantieren für Qualität und Umsatz!  
 Schreiben Sie uns bitte unter FT 164 an „Funk-Technik“, 8 München 2, Postfach 20 19 20

**MÜTER BMR 5**  
 hergestellt mit der längsten Erfahrung in der Regeneratortechnik

Regeneratort. Drei verschiedene Regenerierverfahren. Jede Bildröhre wird mit Erfolg auch überregeneriert (Zeit- u. Stromautomatik). Schlässe gibt es in verschiedenen Ausführungen.

Metall-, Emittantenprüber, Emissionen, Kennlinien, Schlußmessungen mit dem Instrument, Halbleiternormen usw. Stützmaterialien Ugl-3 0 bis -20 V.

Preis des Geräts mit allen Adaptern 440,55 DM  
 11% 48,45 DM  
 489,— DM

Lief. durch den Großhändler oder direkt vom Hersteller.

ULRICH MÜTER, Spezialhersteller f. Bildröhren-Meß-Regeneratoren  
 4383 Ost-Erkenschwick · Berliner Platz 11 · Telefon 023 86/88 80

*Dr. Günter Dohrenberg*  
 Elektronik-Elektrotechnik  
 1000 Berlin 30 · Bayreuther Straße 3 · Telefon 0 30/2 13 80 43 · Telex 1 84 860

*Aktuelle Informationen*

Opto-Electronic	Typ	DM/St.	Digitale IC's Fan-out 10	Typ	DM/St.
Typ	725 C T05-OpAMP	26.43	7400	-61	7483 4.11
FLV 117 rote LED	741 C T05-OpAMP	1.89	7401	-61	7486 1.44
FLV 355 grüne LED	741 C DIP-OpAMP	1.89	7402	-61	7490 2.62
FND 70	741 C MINI-DIP	2.58	7404	-70	7491 3.77
(7-mm-Anzeige) ..	776 C T05-PROGR.-Op.	12.12	74L04	1.22	7493 2.83
FND 357	777 C MINI-PREC.-Op.	7.25	7408	-89	74100 5.66
(9-mm-Anzeige) ..	777 C DIP-PREC.-Op.	8.63	7409	-89	74122 2.11
FND 500			7410	-61	74123 4.55
(13-mm-Anzeige) 15.15			7420	-61	74151 3.28
			7427	1.17	74153 3.44
			7441	3.66	74154 5.66
			7447	4.46	74155 3.66
			7470	1.42	74164 5.22
			7473	1.35	74190 5.22
			7474	1.15	74192 5.22
			7475	2.45	74198 9.21
			7476	1.15	

Ligeeare IC's DM/St. Spannungsgeregler I A

706-5 W	5 V-T0220	5.33
NF-Verstärker .... 7.84	5 V-T03	8.38
709 C T05-OpAMP 1.50	12 V-T0220	5.33
709 C DIP-OpAMP 1.61	12 V-T03	8.38
710 C T05-Komp. 2.69	15 V-T0220	5.33
710 C DIP-Komp. 1.64	15 V-T03	8.38
715 C DIP-High	25 V-T0220	5.33
Speed	24 V-T03	8.38
722-FLAT-CURRENT	723-T05	2.33
Sou	723-DIP	2.22

95H900C, Teiler 10/11, 320 MHz ..... 61.90  
 9582 DC, Treiber ... 16.—

Dioden/Transistoren

1 N 4148	.....	-12
1 N 4003	.....	-20
2 N 3054	.....	2.99
2 N 3055	.....	2.78

Bitte fordern Sie meine neuesten Lagerlisten an  
 a) Kohleschichtwiderstände, b) Kondensatoren  
 c) Transistoren d) Dioden, e) C-MOS, f) IC's.

Versand ab Lager Berlin per NN. Nettopreise inkl. MwSt. zuzüglich Porto und Verpackung. Mindestbestellwert DM 25.— ab DM 100.— keine Verpackungs- und Portospesen. Preisänderungen und Zwischenverkauf vorbehalten. Erfüllungsort ist West-Berlin.

Zu diesen Preisen kann ich nur liefern, solange der Vorrat reicht, deshalb rufen Sie an, telexen Sie oder schreiben Sie sofort!

MADE IN FAIRCHILD

Mit freundlichem Gruß  
*Günter Dohrenberg*  
 Dr. Dohrenberg

**Tabelle 3. Durchschnittliche jährliche Zinssätze<sup>1)</sup> für in Anspruch genommenes Fremdkapital im Rundfunk-, Fernseh- und Phonohandel im Januar 1975 in Prozent**

Kreditart	Einzelhandel	Großhandel
Kontokorrentkredit	12,28	12,00
Mittelfristiger Bankkredit	11,83	12,56
Langfristiger, dinglich abgesicherter Investitionskredit	9,11	9,86
Wechselkredit	10,26	8,95

<sup>1)</sup> Einfaches arithmetisches Mittel aus den genannten Zinssätzen. Die Firmen wurden gebeten, möglichst sämtliche Provisionen und Kreditnebenkosten zu berücksichtigen.

**Tabelle 4. Maßnahmen des Rundfunk-, Fernseh- und Phonohandels zur Verbesserung der Liquiditätslage im Winter 1974/75**

... % der Firmen <sup>1)</sup> ergriffen folgende Maßnahmen zur positiven Beeinflussung der Liquidität:	mit Rundfunk-, Fernseh- und Phonogeräten	Großhandel mit Rundfunk-, Fernseh- und Phonogeräten
Schärfere Überwachung der Debitoren	65	91
Straffung des Sortiments	51	61
Reduzierung der Lagerbestände	76	74
Stärkere Inanspruchnahme der Zahlungsziele der Lieferanten	46	41
Einschränkung oder Streichung von Erweiterungs- und / oder Rationalisierungsmaßnahmen	32	28
Organisatorische Verbesserungen	30	28
Personaleinsparungen	46	50
Geringere Privateinnahmen	19	15

<sup>1)</sup> Die Summe der Prozentsätze ergibt mehr als 100, da Mehrfachmeldungen möglich waren.

Vordergrund. Auch im Großhandel spielt sie eine erhebliche Rolle; doch wurde der Debitorenüberwachung von den Firmen noch ein höherer Stellenwert zugebilligt. Bedenkt man, daß im Einzelhandel rd. 56 % und im Großhandel 68 % des Gesamtvermögens im Warenlager und durch Kundenforderungen gebunden sind und daß sich der Umschlag relativ schnell vollzieht, so wird deutlich, daß eine Veränderung der Höhe dieser beiden Vermögensposten rasch und nachhaltig auf die Liquidität der Betriebe einwirkt.

Die betriebswirtschaftliche Grenze für einen Lagerabbau ist allerdings dann erreicht, wenn die Lieferfähigkeit, ein entscheidendes Leistungskriterium, darunter leidet und wenn durch starke Preisreduzierungen zwecks Lagerabbau die Ertragskraft mehr geschwächt wird als durch zusätzliche Zinsbelastungen und Wertminderungen.

Von den gesamten betriebspolitischen Maßnahmen zur Liquiditätsverbesserung rangieren Personaleinsparungen in der Häufigkeit — nach der Sortimentsstraffung — an vierter Stelle. Knapp die Hälfte der befragten Firmen ist aus Rationalisierungsgründen um Personaleinsparungen bemüht, sei es, daß ein Ab-

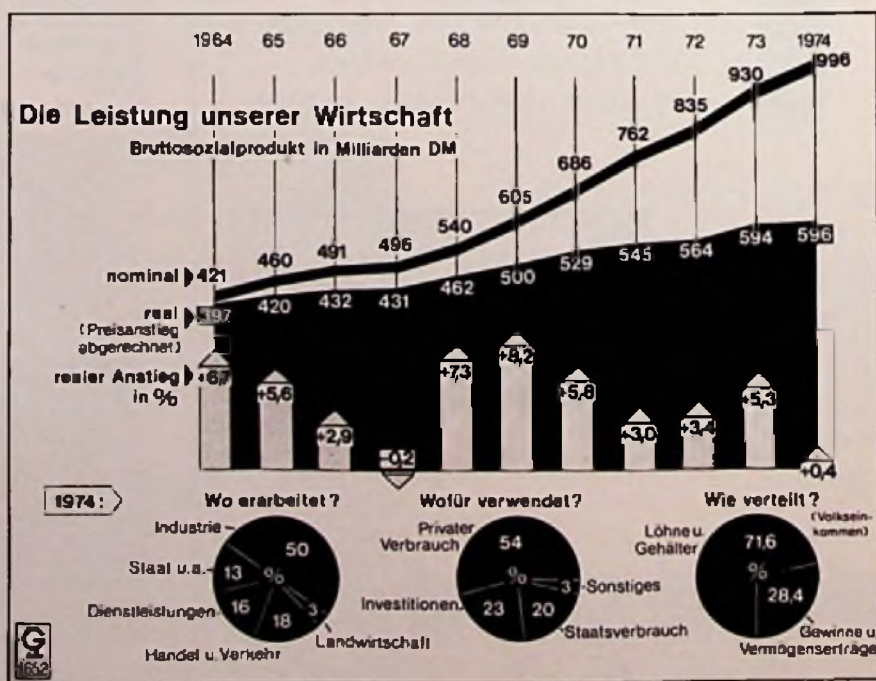
bau erfolgt oder daß Mehrumsätze mit dem gleichen Personalstand bewältigt werden. Bei einem Anteil der Personalkosten an den gesamten Handlungskosten von 50 % wird die Effektivität

dieser Maßnahmen deutlich. Gegenüber Sommer 1973 haben Personaleinsparungen stark an Bedeutung gewonnen. Nicht mehr so häufig wie im Sommer 1973 wurde dagegen das Investitionsbudget gekürzt.

## Auf längere Sicht mehr Liquiditätsprobleme

Der Handel — auch der Rundfunk-, Fernseh- und Phonohandel — hat die restriktive Kreditphase der letzten 1 1/2 Jahre sowie die derzeitige konjunkturelle Flaute — zumindest bisher — liquiditätsmäßig verhältnismäßig gut überstanden. Das ist in erster Linie auf ein zunehmendes Kostenbewußtsein und die scharfe Drosselung des Kapitalbedarfs durch ein ganzes Bündel betriebspolitischer Maßnahmen zurückzuführen, wobei der Handel offensichtlich auch nicht vor drastischen Maßnahmen zurückschreckt, die erhebliche Auswirkungen auf seine Ertragskraft und Wettbewerbsfähigkeit in der Zukunft haben können.

Der Handel geht hier einen schmalen Pfad zwischen Aufrechterhaltung der gegenwärtigen Zahlungsbereitschaft und längerfristigen Existenzsicherung. Die allgemein seit Jahren schwindende Ertragskraft und die damit verbundene Einschränkung des Selbstfinanzierungsspielraumes macht ihn immer stärker von der Kreditfinanzierung abhängig. Diese wiederum wird durch die in vielen Kreisen des Handels geringen Renditen bei gleichzeitig wohl auch auf längere Sicht strukturell hohem Zinsniveau immer mehr in Frage gestellt. ■



# Konjunkturdaten der Branche

Der Fachhandel im Monat April

Wichtige Hinweise auf die geschäftliche Entwicklung im Fachhandel mit Rundfunk-, Fernseh- und Phono-Geräten liefern die monatlichen Erhebungen sowohl des Instituts für Handels-Forschung an der Universität zu Köln wie auch des Ifo-Instituts in München. Die Zahlen<sup>1)</sup> beider Institute werden nach Unterschiedlichen Verfahren ermittelt, so daß die Ergebnisse leider nicht vergleichbar sind.

## Institut für Handelsforschung

Bis Ende März 1975 mußten die Fachgeschäfte dieser Branche, ob es ihnen schmeckte oder nicht, allein wertmäßig Umsatzeinbußen von 5%, preisbedingt sogar von 10% hinnehmen. Vielleicht erinnerte sich aber auch der eine oder andere Fachhändler daran, daß zum gleichen Zeitpunkt im vergangenen Jahr bereits hohe Mehrumsätze erzielt worden waren, obwohl das Geschäft rund um die Fußball-Weltmeisterschaft noch nicht seinen Höhepunkt erreicht hatte.

**Monatsumsätze.** Eine vergleichsweise angenehme Überraschung bot die Addition der Aprilumsätze. Nach den durchgehend roten Zahlen in den vorhergehenden 3 Monaten ergab sich ein gleich hohes Verkaufsergebnis wie im April des vergangenen Jahres. Unter Berücksichtigung der Preisentwicklung (+4,5%) fielen die Umsätze zwar 4% niedriger aus, damit aber immer noch besser als im Gesamtdurchschnitt des I. Quartals (-10% gegenüber I/74). Mit April 1973 verglichen, stellen sich die einzelnen Entwicklungskategorien wie folgt dar:

Umsatzentwicklung wertmäßig: +9%,  
Umsatzentwicklung

preisbereinigt: +2%,  
Preisentwicklung: +8%.

**Kumulierte Umsätze.** Durch die vergleichsweise bessere Entwicklung der Aprilumsätze konnte das kumulierte Umsatzergebnis gegenüber dem Stand von Ende März 1975 geringfügig verbessert werden. In der Branche insgesamt belief sich Ende April 1975 die Umsatzeinbuße „nur noch“ auf -4% (wertmäßig) und -8% (preisbereinigt). Auf der Basis der Monate Januar bis April 1975 betrug die Umsatzentwicklung nominal +8% und real +1%. Die Verkaufspreise (für elektrotechnische Erzeugnisse, Radio-Fernseh-Phonogeräte) stiegen im Durchschnitt um 5% (zu 1974) und um 7% (zu 1973).

**Branchenvergleich.** Die ebenfalls am Kölner Betriebsvergleich teilnehmenden Fachgeschäfte des Beleuchtungs- und Elektro Einzelhandels berichteten im

<sup>1)</sup> Die Zahlen des Instituts für Handelsforschung beruhen auf den Ergebnissen des von diesem Institut durchgeführten Betriebsvergleichs des Radio-Fernseh-Phono-Einzelhandels und sind Durchschnittswerte der in dieser Erhebung beteiligten Unternehmen. Die Zahlen des Ifo-Instituts stammen aus dem durch Umfragen bei einer Reihe von Fach-Groß- und Einzelhandels-Unternehmen erstellten „Ifo-Konjunkturtest“.

Umsatzentwicklung im Radio-Fernseh-Phono-Fachhandel						
	Prozentuale Veränderung des Wertes					
	im Berichtsmonat				kumuliert	
	gegenüber		gleichem		gleicher	
	vorigem	gleichem	gleichem	gleichem	gleichem	gleichem
	Monat	Monat i. Vj.	Monat i. Vj.	Monat i. Vj.	Monat i. Vj.	Monat i. Vj.
	1975	1974	1975	1974	1975	1974
Einzelhandel im April	-8	-12	± 0	+ 9	-4	+ 8
Großhandel im Februar	-2	+ 0,7	-9,9	. / .	-8,6	. / .

Quellen: Institut für Handelsforschung an der Universität zu Köln (Einzelhandel), Statistisches Bundesamt (Großhandel).

EXPERT Fachgeschäft

Radiohaus Steinert K.G.

2350 Neumünster 1

Kuhberg 18, Tel. (0 43 21) 4 29 87

stellt zum 1. Juli bzw. 1. August 75 einen

**RUNDFUNK- und FERNSEH-TECHNIKER-MEISTER**

ein. Große 2 1/2-Zimmer-Wohnung kann gestellt werden.

Bewerbungen bitte an obige Anschrift.

Ich möchte Ihre überzähligen

**RÖHREN und TRANSISTOREN**

in großen und kleinen Mengen kaufen

Bitte schreiben Sie an

Hans Kamlnzky  
8 München-Solln · Spindlerstr.17



**Anzeigenschluß für die FUNK-TECHNIK Nr. 15**

**1. August-Ausgabe 1975 ist am 10. Juli 1975**



**Electronic-Bauteile liefert sofort!**

**A.M.V.E.-Electronic A. Mayer**

8941 Heimertingen, Hs. 199  
Telefon (0 83 35) 491

Suche für meine Tochter, 18 Jahre, mittl. Reife, patent und tüchtig, mathematisch und naturwissenschaftlich begabt, zur Zeit College-Besuch in England

Lehrstelle als

**Fernseh- oder Radiotechnikerin, auch im Funk- und Elektronikbereich**

J. Beutler, 6925 Eschelbronn,  
Telefon: (0 62 26) 754

April 1975 im Durchschnitt und dem Werte nach von 4% höheren Einnahmen als im gleichen Vorjahresmonat; das preisbereinigte Verkaufsergebnis lag auf der gleichen Höhe wie im Vorjahr. Auch in diesem Fachzweig konnte eine Verbesserung der kumulierten Verkaufsergebnisse von -4% Ende März 1975 auf -2% Ende April 1975 (wertmäßig) erreicht werden. Die Musikfachgeschäfte setzten wertmäßig im April 7% und in den ersten 4 Monaten 8% mehr um als in dem jeweils entsprechenden Vorjahreszeitraum.

Für den Facheinzelhandel insgesamt wurden im Berichtsmonat nur 1% höhere Wertumsätze und 6% niedrigere Mengenumsätze registriert; das aufgelaufene Ergebnis stellte sich am Ende des I. Tertials 1975 nominal zwar 4% höher, real aber 3% niedriger.

**Saisonentwicklung.** Die Saisonentwicklung der Umsätze im Einzelhandel wurde maßgeblich durch die Verlagerung des Ostergeschäftes beeinflusst. Während im vergangenen Jahr noch die Aprilumsätze mit begünstigt wurden, fiel in diesem Jahr das Ostergeschäft ausschließlich in den Monat März. So mußten die Fachgeschäfte des Radio-Fernseh-Phono-Einzelhandels saisonbedingte Umsatzeinbußen von 8% und die des Beleuchtungs- und Elektro-einzelhandels von 6% hinnehmen. Rückläufig war auch die Tendenz in den Musikfachgeschäften (-12%). Im Gesamtdurchschnitt des Facheinzelhandels wurden im April aber um 2% höhere Einnahmen als im Vormonat März ermittelt.

**Leistungskennziffern.** Je beschäftigte Person setzten die untersuchten Radio-Fernseh-Phono-Geschäfte im April 1975 8720 DM und damit 6 bis 7% mehr um als im gleichen Monat des vergangenen Jahres (8180 DM). Die Abweichung zur Entwicklung der Gesamtumsätze ( $\pm 0\%$ ) deutet auf einen der Differenz entsprechenden Abbau des Personalbestandes hin. Nahezu unverändert blieben mit 350 DM insgesamt bzw. 730 DM je qm Verkaufsraum die reinen Flächenumsätze.

## Ifo-Institut

### Einzelhandel

**Geschäftslage und Umsatz:** Zunahme der Gut-Stimmen auf rd. ein Viertel zugenommen; Geschäftslage wird von den Testfirmen damit per Saldo als befriedigend angesehen. Mehr als zwei Fünftel der Firmen mit Umsatzplus, nur ein Drittel mit Umsatzminus. Absatzbesserung tendenziell bei Schallplatten sowie Schwarz-Weiß-Fernsehgeräten erkennbar.

**Lagerbestände.** Anteil der Firmen mit überhöhten Beständen geringfügig (auf ein Drittel) zugenommen. Lageraufstockung in erster Linie bei Farbfernsehgeräten.

**Verkaufspreise.** Preiserhöhungen weniger zahlreich als im März. Anteil der Firmen mit Preiserhöhungen diesmal nur etwas mehr als ein Zehntel. Nach

Meinung der Firmen auch in den nächsten Monaten kein nennenswerter Spielraum für Preiserhöhungen vorhanden.

**Längerfristige Geschäftsaussichten.** Beurteilung durch die Testfirmen zwar etwas besser, insgesamt wird jedoch weiterhin mit Absatzverschlechterung gerechnet.

### Großhandel

**Geschäftslage und Umsatz.** Ähnliches Absatzbild wie im Vormonat. Geschäftslage von drei Viertel der Testfirmen als schlecht, von einem Viertel als befriedigend bezeichnet, Umsätze des entsprechenden Vorjahresmonats von vier Fünfteln der Firmen nicht erreicht. Geschäftslage für Farbfernsehgeräte dabei ebenso ungünstig beurteilt wie für Schwarz-Weiß-Fernsehgeräte und Rundfunkgeräte.

**Lagerbestände.** Von der Hälfte der Firmen als zu groß angesehen (Vormonat: Anteil der Firmen mit überhöhten Beständen zwei Fünftel). Vielfach auch Lagerdruck bei Farbfernsehgeräten.

**Verkaufspreise.** Im Durchschnitt leicht sinkende Tendenz. Preissenkungen per Saldo bei 12% der Testfirmen; zwar am häufigsten bei Farbfernsehgeräten.

**Längerfristige Geschäftsaussichten.** Von zwei Dritteln der Firmen abermals pessimistisch beurteilt; mit weiterer Geschäftsabschwächung wird gerechnet. ■

**Ausgewählte Produktionszahlen (Inland) – Stand: Monat März**

Geräte-Art	Produktions-Wert						Produktions-Menge					
	Berichtsmonat			Kumuliert			Berichtsmonat			Kumuliert		
	1975	1974	Änd.	1975	1974	Änd.	1975	1974	Änd.	1975	1974	Änd.
	(Mio. DM)	(%)	(Mrd. DM)	(%)	(%)	(1000 Stck.)	(%)	(%)	(%)	(Mio. Stck.)	(%)	(%)
<b>Fernsehempfänger</b>	324	327	- 1	0,86	0,99	-13	316	359	-12	0,86	1,08	-20
darunter:												
Farbgeräte	275	262	+ 5	0,72	0,80	-10	195	190	+ 3	0,52	0,58	-10
SW-Geräte	49	65	-25	0,14	0,19	-26	121	169	-28	0,34	0,50	-32
<b>Rundfunkempfänger</b>	110	131	-16	0,30	0,38	-21	388	461	-16	1,03	1,41	-27
darunter:												
Koffer-, Kfz- und Taschenempfänger	50	62	-19	0,13	0,18	-28	235	293	-20	0,61	0,92	-34
Tischempfänger, nicht kombiniert	36	46	-22	0,12	0,14	-14	113	127	-11	0,33	0,38	-13
Kombinierte Empfänger	24	23	+ 4	0,05	0,06	-17	40	41	- 2	0,09	0,11	-18
<b>Gesamt-Wert</b>	<b>434</b>	<b>458</b>	<b>- 5</b>	<b>1,16</b>	<b>1,37</b>	<b>-15</b>	Quelle: ZVEI					

# Treff **punkt** Berlin

Halle 13  
Stand 1302



**Internationale Funkausstellung 1975**  
Berlin 29. 8. - 7. 9.

International Radio and TV Exhibition  
Exposition Internationale de la Radio et de la Télévision

Die  
**FUNK**

TECHNIK  
ist dabei

---

**Messeheft**

Heft Nr. 16 (Anzeigenschluß 1. August)

---

**Berichtsheft I**

Heft Nr. 19 (Anzeigenschluß 12. Sept.)

---

**Berichtsheft II**

Heft Nr. 20 (Anzeigenschluß 26. Sept.)

---

**Hüthig & Pflaum Verlag, 8000 München 2, Postf. 201920**  
Telefonische Bestellung unter (089) 16 20 21 - Telex-Reservierung unter 5216075

# Richard Pflaum

## Fachbücher Elektrotechnik

Mickan, G.

Z L 15933

1255 Woltersdorf  
125 Goethestr. 11

### ELEKTRONIK — AUSBILDUNG — FORTBILDUNG

Heinz-Piast-Institut für  
Handwerkstechnik an der  
Technischen Universität  
Hannover (Hrsg.)

#### Elektronik- Testaufgaben I

Elektrotechnische  
Grundlagen der  
Elektronik

1975, 2., verbesserte Auflage.  
400 Testaufgaben als Lose-  
blattsammlung im Plastik-  
Ringordner, DIN A 5,  
Querformat, DM 34,—  
ISBN 3-7905-0180-8

Wesen der Elektrizität;  
Mathematische Grundlagen;  
Der Gleichstrom; Der  
einfache Gleichstromkreis;  
Der erweiterte Gleichstrom-  
kreis; Wirkungen des  
Gleichstroms; Der Wechsel-  
strom; Der einfache  
Wechselstrom; Der erweiterte  
Wechselstromkreis; Wirkun-  
gen des Wechselstromes;  
Der Transformator; Der  
Drehstrom; Gefahren in  
elektrischen Anlagen;  
Elektrische Meßtechnik.

#### Elektronik- Testaufgaben II

Bauelemente der Elektronik

1975, 3., verbesserte  
Auflage. 400 Testaufgaben  
als Loseblattsammlung im  
Plastik-Ringordner, DIN A 5,  
Querformat, DM 34,—  
ISBN 3-7905-0230-8

Einführung in die  
Oszillografen-Meßtechnik;  
Lineare und nichtlineare  
Widerstände; Kondensatoren  
und Spulen; Einfache Zwei-  
und Vierpole; Halbleiter-  
dioden; Halbleiterdioden  
mit speziellen Eigenschaften;  
Transistoren; Transistoren  
mit speziellen Eigenschaften;  
Integrierte Schaltkreise;  
Mehrschichtdioden; Diacs  
und Triacs; Fotohalbleiter;  
Halbleiterbauelemente mit  
speziellen Eigenschaften;  
Elektronen und Ionenröhren.

### HOBBY Elektronik, Modellbau

Herbert G. Mende

#### Polizei, Radar u. Signale

Elektronik im  
Straßenverkehr

1975, 120 Seiten mit  
77 Abbildungen,  
kartoniert, DM 16,—,  
ISBN 3-7905-0229-4

Wer heute als Verkehrste-  
nehmer unterwegs ist,  
schimpft auf lange Ampel-  
phasen, Baustellen und  
Umleitungen. Da kann ein  
Blick hinter die Kulissen der  
Verkehrsregelung, auf die  
Probleme der Polizei und  
ihrer Meßeinrichtungen wie  
auf die Rolle der Elektronik  
in der Technik des Straßen-  
verkehrs und der Kraft-  
fahrzeuge nur nützlich sein.

So mancher Hobby- und  
Berufselektroniker wird von  
Laien gefragt, wie die  
neuesten Verkehrsradar-  
geräte funktionieren und  
Signalanlagen gesteuert  
werden. Was man hiervon  
wissen sollte, ist in diesem  
Band zusammengetragen,  
dazu Betrachtungen über  
Verkehrsprobleme zwischen  
Menschen und Paragraphen,  
über die technischen Mög-  
lichkeiten der Polizei und die  
zukünftige elektronische  
Ausrüstung der  
Kraftfahrzeuge.

Werner W. Diefenbach

#### Handfunksprechgeräte in der Praxis

1975, 2., wesentl. verb. Aufl.,  
132 Seiten mit  
99 Abbildungen, kartoniert,  
DM 24,80  
ISBN 3-7905-0231-6  
(Erscheint Juni '75)

Die gründlich überarbeitete  
und erweiterte Neuaufgabe  
geht zunächst auf die  
Schaltungstechnik ein und  
behandelt Senderschaltun-  
gen, Modulationsverfahren,  
NF-Verstärker, Empfängers-  
schaltungen und Stromver-  
sorgung. Ein weiteres  
Kapitel berücksichtigt die  
interessantesten Handfunk-  
sprechgeräte deutscher und  
ausländischer Fertigung.  
Für den Praktiker vermittelt  
das neugestaltete Buch  
eine übersichtliche Einfüh-  
rung in dieses Spezialgebiet  
der Funktechnik und gibt  
viele Anregungen für den  
technischen Einsatz und die  
tägliche Arbeitspraxis, wie  
auch das Kapitel über die  
Meßtechnik für Handfunk-  
sprechgeräte zeigt. Der  
Anhang bringt nützliche  
Tabellen zur Technik der  
Handfunksprechgeräte und  
der Frequenzkanäle im  
VHF- und UHF-Bereich,  
ferner die in der Bundes-  
republik Deutschland  
gültigen gesetzlichen  
Bestimmungen.

### HiFi-Hobby

Mono-, Stereo- und  
Quadrofonie

1975, 3., verbesserte und  
ergänzte Auflage,  
224 Seiten mit 185 Abbil-  
dungen, kartoniert,  
DM 24,80  
ISBN 3-7905-0232-4  
(Erscheint Juni '75)

Dieses nunmehr in dritter  
Auflage erscheinende  
Hobby-Buch des bekannten  
Autors informiert über den  
gegenwärtigen Stand der  
HiFi-Technik, das neuzeit-  
liche Industrieangebot und  
über zahlreiche Selbstbau-  
möglichkeiten von HiFi-  
Geräten in Halbleitertechnik.  
An technisch interessierte  
HiFi-Freunde sowie an  
Fachleute in Industrie und  
Handel wenden sich die  
Kapitel über Meß- und  
Prüfeinrichtungen für  
HiFi-Geräte, Messungen an  
HiFi-Verstärkern usw. Die  
Fülle des hier Gebotenen  
ließ ein echtes Praktiker-  
Buch entstehen. Es ist für  
HiFi-Freunde, aber auch  
für Fachleute und  
Auszubildende in Handel,  
Handwerk und Industrie von  
großem Nutzen.

Winfried Knobloch

#### Modelleisenbahnen — elektronisch gesteuert

Band 3: Tonfrequenzsteue-  
rungen für unabhängigen  
Mehrzugbetrieb

1975, 3., neu überarbeitete  
und verbesserte Auflage.  
148 Seiten mit 104  
Abbildungen, kartoniert,  
DM 15,—  
ISBN 3-7905-0233-2

Tonfrequenzsteuerungen  
sind das „non plus ultra“  
der Modellbahnelektronik.  
Um sie auch dem weniger  
vorbelasteten Modellbahner  
verständlich zu machen,  
wurden im dritten Band  
alle Voraussetzungen für  
diese Fernsteuerungen, ihre  
technischen Prinzipie und  
ihre schaltungstechnischen  
Besonderheiten sorgfältig  
ausgearbeitet. Damit sind  
auch Hobby-Elektroniker in  
der Lage, sich aus den  
gegebenen Baugruppen die  
individuell passenden aus-  
zusuchen, sie selbst  
zusammenzustellen und  
risikolos nachzubauen.

### WISSENTLICHEN Elektrik + Elektronik Taschenbuchreihe

Elektropraxis  
Band 305

Herbert Jänich

#### Raumklimatisierung für den Elektropraktiker

1975, 98 Seiten mit  
44 Abbildungen,  
Balacron-Einband,  
DM 12,50 ISBN 3-7905-0214-6  
(Erscheint Juni '75)

Behandelt werden die  
Grundlagen der Raumklima-  
tisierung sowie der Aufbau  
und die Wirkungsweise von  
Raumklimageräten. Weitere  
Kapitel befassen sich mit  
dem Einbau, der Inbetrieb-  
nahme und der Wartung der  
Geräte. Das Buch kann allen  
empfohlen werden, die in  
der Berufspraxis mit  
Einzelraumklimatisierung  
zu tun haben. Auch für den  
Auszubildenden werden  
zahlreiche nützliche  
Fachinformationen geboten.

Band 306  
Edmund Kühr/Elmar  
Pointner

#### Grundlagen des Explosionsschutzes elektrischer Anlagen

1975, 88 Seiten mit  
21 Abbildungen,  
Balacron-Einband,  
DM 11,50 ISBN 3-7905-0228-6

Das Buch geht zunächst  
ausführlich auf die  
gesetzlichen Vorschriften  
und Bestimmungen ein.  
Weiter wird die Frage  
geklärt, welche Räume  
explosionsgefährdet bzw.  
teilweise explosionsgefährdet  
sind. Um die Sicherheitsan-  
forderungen zu erfüllen,  
müssen die richtigen  
explosionsschutztechnischen  
elektrischen Betriebsmittel  
ausgewählt werden. Das  
Buch ist für alle Elektro-  
praktiker eine  
unentbehrliche Infor-  
mationsquelle, die sich mit  
Ex-Anlagen befassen  
müssen. Der Auszubildende  
und Studierende findet  
wichtige Grundlagen über  
den Explosionsschutz.  
Ein weiterer Band befaßt  
sich mit der Errichtung  
explosionsschutztechnischer  
elektrischer Anlagen (er-  
scheint im Herbst '75).