

DM 6,00

H 5345 EX

magazin für elektronik

# elrad

Kode konvertiert  
**MIDI-to-DRUM**

Kontrolleur kontaktiert  
**SENSEFET**

Kompakt konzipiert:  
**Digitale Frequenzanzeige**

Komponenten kombiniert

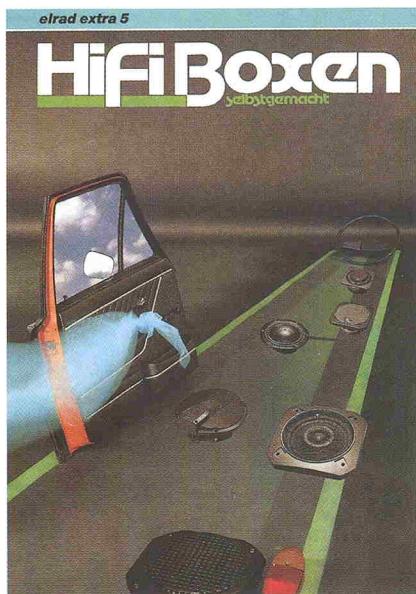
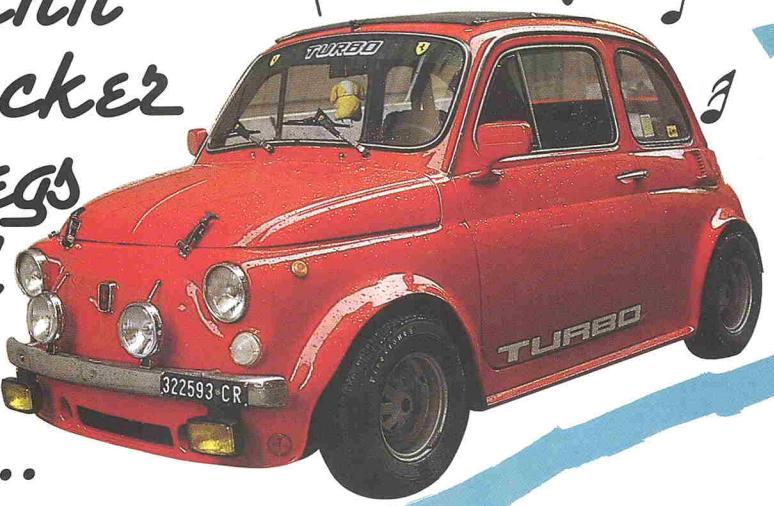
**5**  
Mai 1987

## HF-Baukasten

Kollegen oder Kontrahenten?  
**MOSFETS und BIPOLARE**



Und wenn  
Joe Cocker  
unterwegs  
so kraftvoll  
wie zuhause  
klingen soll...



Für DM 16,80  
ab 26. 05. '87  
bei Ihrem  
Zeitschriftenhändler.

Vergessen Sie getrost (fast) alles, was Sie über HiFi-Boxen-Selbstbau wissen. Jedenfalls in Ihrem Auto. Und wenn Joe Cocker unterwegs so kraftvoll wie zu Hause klingen soll. ... Denn 'Car-HiFi' hat ihre eigenen Gesetze. Welche, steht im neuen HiFi-Boxen-selbstgemacht. Zusammen mit mehr als einem Dutzend Beschallungsbau- und Einbauvorschlägen am Beispiel der gängigsten Pkw-Modelle.

“ . . . ”

Das Vorwort der letzten Ausgabe beschäftigte sich mit Erwin, dem Elektroniker, und seiner Partnerin. Unter der Überschrift 'Küche kontra Kolben' wurden die Interessengegensätze beschrieben — aus der Sicht des Mannes. Das konnte nicht ohne Folgen bleiben:

# Das Imperium schlägt zurück

Man/frau muß zwar nicht mit einem Elektroniker liiert sein, um die Elektronik hassen zu lernen, aber es hilft ungemein.

Ich glaube, ich war meinem Elektroniker eine gute Frau und liebevolle Gefährtin, ich lötete ihm sogar seinen Apple zusammen, verbrachte Stunden damit, den wilden Zuckungen eines Elektronenstrahls auf einem Oszilloskopbildschirm zuzusehen und schrillen Tönen aus dem Sinusgenerator — über die neuen affengeilen Selbstbauboxen abgespielt — zu lauschen, denn was man baut, muß schließlich auch getestet werden. Kurz, ich interessiere mich für das Hobby meines Mannes (das gehört sich doch so — oder?).

Das hätte ich besser nicht getan, denn er deutete mein eher peripheres Interesse an herumstehenden Kästchen, Kabeln, alten Fernsehern, Radios und unvollendeten Schreinerarbeiten völlig falsch. Natürlich wollte ich wissen, warum zwei Drittel der Wohnung mit solchem — Verzeihung — Gerümpel gefüllt sein muß und erfuhr es auch so gleich: Tja, die zwanzig dicken Trafos da hinten gab es bei der Firma V. aus B. fast geschenkt, die kann man bestimmt mal irgendwann brauchen. Nur wozu, denn inzwischen weiß ich, daß diese wertvollen Schnäppchen 400 W Verlustleistung (pro Stück) haben und sich damit allenfalls eine Art Heizung aufbauen ließe.

Auch über die Tausenden von kleinen zylinderförmigen oder rechteckigen Dinger, die ich später noch öfters im Bett, in Schuhen und in den Brusttaschen der Hemden finden sollte, bekam ich schnell Klarheit. Manchmal sind sie schlecht zu kriegen, fast immer zu teuer, aber wenn man sie mal hat, werden sie zurechtgebogen, in eine 'Karte' gesteckt (ich dachte bis dahin immer, daß man Karten verschickt,

wie naiv!) und unter Entfaltung von viel Qualm, Gestank und Hitze daran befestigt.

Daß dies oft ein schmerhaftes Geschäft ist, merkt die interessierte Elektroniker-Frau an den verbrannten Fingern ihres Göttergatten oder an den Drahtrestchen, die sie sich gelegentlich in den Fuß tritt, wenn sie sie nicht schon vorher in mühsamer Kleinarbeit aus der hochwertigen Schlingenware gepult hat. Merke: in einem Elektroniker-Haushalt niemals barfuß laufen, niemals!

Natürlich ist es mit der Praxis nicht getan, obwohl mir die, ehrlich gesagt, mehr Spaß gemacht hat als die Theorie. Wer allerdings mehr will als nur Lötnecht spielen, kommt nicht umhin, in einigen gewichtigen Publikationen (so 3...5 Kilo) zu blättern. Was frau dort nicht verstanden hat, erklärt man(n) ihr in Zeitschriften (hoffentlich), oder der Hauptelektroniker des Haushalts findet zwischen Lesen, Löten und Leimen fünfeinhalb Minuten Zeit, einem unbelasteten Menschen etwas zu erklären: „Also, siehst Du mein Schatz, dieses eckige Ding da mit den



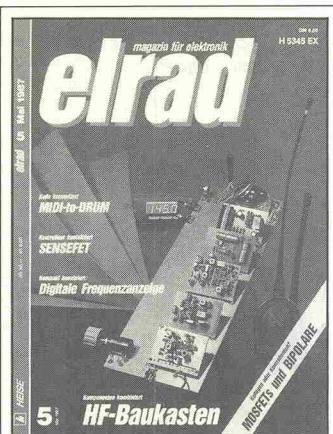
vielen Beinchen ist ein Iiiizeee (oder auch Eißeii).“ Na, das weiß ich ja nun selbst, mich interessiert, wie das Ding arbeitet.

Es ist leicht, Elektronikerin zu werden, aber noch schwerer, eine zu sein. Von dem milden Lächeln der Verkäufer angesichts meiner Einkaufsliste (Ach Gottchen, jetzt schickt der Typ schon seine Kleine zum Einkaufen) bis zu den teilweise recht unfreundlichen Anmachern von IC-Herstellern, Distributoren und dem unverhohlenen Staunen und Beifallklatschen von etwa 800 Elektronik-Studenten in einer Vorlesung muß frau schon allerhand einstecken können.

Ach so, ich habe nicht E-Technik studiert, nur mal aus Neugier reingehört. Überhaupt hat mich meine Neugier weit gebracht, jetzt 'muß' ich sogar ein Vorwort für eine Elektronik-Fachzeitschrift schreiben.

*Jasmin Berrger*

Jasmin Berrger



## ***Titelgeschichte***

### **HF-Bau-**

### **kasten 1**

Wenn ZF-Verstärker oszillieren und Oszillatoren nur verstärken, hat man es normalerweise mit HF zu tun: Nichts davon macht unser modularer Schmalband-Empfänger.

Das Titelbild zeigt eine voll bestückte Laborversion für den Frequenzbereich 144...146 MHz mit AM- und FM-Demodulator. Durch eine sinnvolle Aufteilung der Baugruppen und weitgehende Verwendung von Quarz- und Keramikfiltern wird der Abgleich zwar nicht gerade zum Kinderspiel, aber zumindest doch stark vereinfacht.

## **Hoch- frequenz modular**

**Seite 22**

### **Skalen-Sandwich**

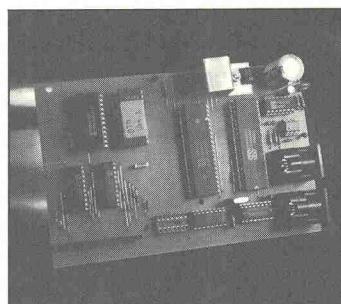


Nachteil vieler selbstgebauter UKW-Empfänger ist die relativ unge nauen Empfangsfrequenz-Anzeige — zumeist wird dazu nur ein billiges Drehspulin strument mit einer Schätz-Skala eingesetzt. Mit dem hier beschriebenen digi

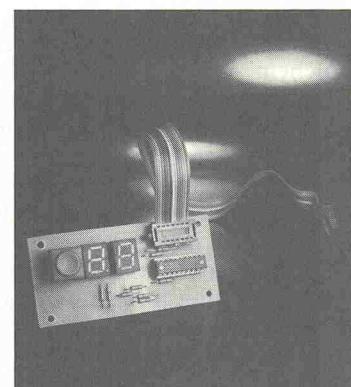
talen UKW-Frequenzmesser ist die eingestellte Empfangsfrequenz auf 0,1 MHz genau ablesbar. Eingangs signal ist die in jedem Tuner erzeugte Oszillatorfrequenz.

**Seite 34**

### **MIDI to DRUM**



Ein Tuning-Kit für das Digitale Schlagzeug aus elrad 10/86. Jetzt bekommt es den längst fälligen An schlüsse ans Master keyboard.



Aber auch alle handelsüblichen Drumcomputer können mit diesem Interface zu 'Kompatiblen' gemacht werden.

**Seite 27**

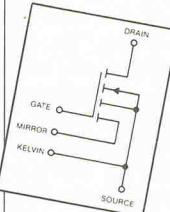
## **SENSEFET — Ein neuer Transistortyp**

Ein neuartiger Leistungs-MOSFET erlaubt durch einen zusätzlichen Anschluß die verlustfreie Messung des Laststroms (Drain-Source-Strom). Weg mit dem Fühlerwiderstand.

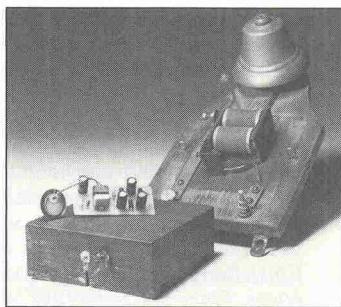
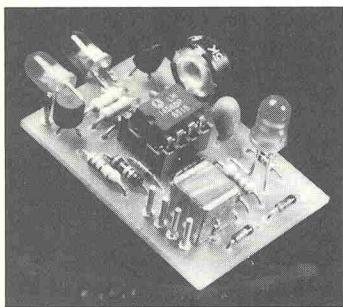
Schluß mit dem Verlustgeschäft. Ein ausführlicher Beitrag zum SEN-SEFET in der Rubrik Schaltungstechnik aktuell — Neue Bauelemente.

## **Gesamtübersicht**

	Seite
Briefe . . . . .	6
Dies & Das . . . . .	8
aktuell . . . . .	10
Schaltungstechnik aktuell . . . . .	16
Modulare Hochfrequenz-Schmalband-Empfänger . . . . .	22
Das Bit macht den Beat MIDI to DRUM . . . . .	27
Skalen-Sandwich UKW-Frequenzmesser . . . . .	34
Grundlagen Entwurf von Transistor-Schaltungen (3) . . . . .	39
Zweitklingel Wochenendprojekt . . . . .	48
NF im RAM Digital-Sampler (3) . . . . .	51
Die elrad-Laborblätter Vergleich MOSFETs/BIPOLARE . . . . .	55
Identifizierung von Halbleitern . . . . .	60
Frühwarnsystem Pegel- und Übersteuerungsanzeige . . . . .	62
Die Buchkritik . . . . .	66
Abkürzungen . . . . .	68
Englisch für Elektroniker . . . . .	70
Layouts zu den Bauanleitungen . . . . .	73
Elektronik-Einkaufsverzeichnis . . . . .	78
Firmenverzeichnis zum Anzeigeteil . . . . .	84
Impressum . . . . .	84
Vorschau . . . . .	86



**Seite 16**



## **Frühwarn-system**

Übersteuerungsanzeigen in Form einer einzigen LED sind für die Praxis nicht gerade optimal. Aber durch Einsatz einer zweiten LED läßt sich das Nf-Signal wesentlich besser beurteilen.

## **Zweitklingel mit Telefonsound**

Jede Haustürklingel hat eine maximale akustische Reichweite. Mit dem als Wochenendprojekt vorgestellten elektronischen Zusatzläutewerk kann sie erheblich vergrößert werden.

**Seite 62**

**Seite 48**

## **Die elrad-Laborblätter**

Zwei Beiträge in dieser Ausgabe:  
1. Identifizierung von Transistoren und ICs — die Halbleiter-Codierungs-systeme.

2. Leistungs-MOSFETs und bipolare Leistungs-transistoren im Vergleich — Know-how mit Biß.

**Seite 55**

## Briefe an die Redaktion

### Schnelle Optokoppler

In den Heften 7-8/86 und 9/86 befaßten sich die Laborblätter mit der Interface-Technik zwischen einem Computer-Ausgang und dem 20-V-Netz.

In Ihren Laborblättern beschreiben Sie Schnittstellen zwischen Computer und Netz. Fast immer setzen Sie dabei einen Optokoppler ein. Leider ist die obere Grenzfrequenz eines Optokopplers sehr begrenzt, max. auf einige hundert kHz. Wie kann ich über Optokoppler oder Laserdiode-Empfänger eine TTL-Rechteckfrequenz von bis zu 4 MHz übertragen?

Da ich schon jahrelang die 'elrad' abonniert habe und von Euren Fähigkeiten überzeugt bin, bin ich sicher, daß Ihr mir helfen könnt.

J. Aichele  
7302 Ostfildern

Von Hewlett-Packard werden High-Speed-Optokoppler mit einer Übertragungsrate von 10 MBit/s angeboten, alle im 8-Pin-DIL-Gehäuse. Die Typen:

HCPL-2601 (LED als Sender)  
HCPL-2602 (LED mit Stromquelle als Sender)  
HCPL-2630 (Doppelausführung des 2601)

Über Preise und Liefermöglichkeiten ist uns nichts bekannt.

(Red.)

### Klangregler und Loudness

In elrad ist meines Wissens — und falls doch, ist es schon lange her — noch nie eine hochwertige Klangregelschaltung veröffentlicht worden, wobei ich mir unter hochwertigen Eigenschaften schnelle Anstiegszeiten, hohen Geräuschspannungsabstand, niedrige Ausgangsimpedanz sowie geringe Verzerrungen (natürlich in Linearstellung) vorstelle. Nun, ein derartiger Klangregler gehört in einen ebensoguten Verstärker, aber hat dann gerade da wohl unter Umständen eben wieder nichts zu suchen. Nicht umsonst fehlten diese Schaltungen in der MOSFET-PA, den neuesten Röhrenverstärkern RÖH 1/2 oder gar im Modularen Vorverstärker. Trotzdem haben meiner Meinung nach Klangregler (eigentlich ja Klangsteller) ihre Existenzberechtigung nämlich dann, wenn

sie einen eingeschränkten Regelbereich haben und abschaltbar sind. So könnte alten Aufnahmen zu etwas mehr Höhen verholfen und ihnen eventuell etwas der dumpfe Charakter genommen werden oder aber, man verhilft, wenn man wie ich nur wenig Platz hat, seinen Miniboxen zu etwas mehr Bass. Nun, alle diese Maßnahmen sind natürlich nicht das Non-Plus-Ultra, schließlich wird hier wohl in den meisten Fällen an den falschen Stellen angehoben oder abgesenkt, aber eine Klangveränderung läßt sich wohl doch erreichen, für alle anderen Fälle schaltet man das Ding eben aus und setzt sich den Kopfhörer auf.

Da man aber auch nicht immer 'voll aufdrehen' möchte oder sollte (schließlich sollen die Ohren noch eine Weile halten), wäre eine kleine, ebenso hochwertige wie abschaltbare Loudness-Schaltung nützlich, welche entweder einstellbar über das Lautstärkepoti oder fest eingestellt ist. Mit den speziellen Potis gibt es die bekannten Bezugssprobleme.

Ich möchte also von Ihnen wissen, warum es in elrad noch nie (?) eine Bauanleitung für Klangregler bzw. Loudness gegeben hat.

S. Scheffler  
1000 Berlin 46

Alles schon dagewesen: Die 'Gehörrichtige Lautstärkeregulation' stand in elrad 7/79, und 'Ein hochwertiger Klangregler' ist in 12/81 (Techtip) zu finden.

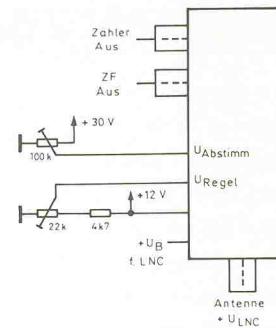
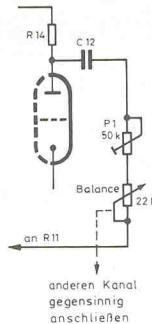
Wenn die in Highend-Kreisen verpönten Klangsteller sinnvoll eingesetzt werden — dazu gehört die von Ihnen erwähnte Boxenkorrektur ausdrücklich nicht (!) — kann man damit einiges anfangen. Ausführlichere Überlegungen zum Thema finden Sie im Heft 12/85.

(Red.)

### Balance-Steller für RÖH 1

Bauanleitung für einen Hifi-Vorverstärker mit Röhren in Heft 10/86

Ich bin eigentlich sehr zufrieden mit der Schaltung und habe mich entschlossen, sie nachzubauen. Dabei stört mich nur, daß kein Balance-Regler vorhanden ist. Ich habe mir eine Schaltungsänderung überlegt und frage mich nun, ob sie



shin-Tuner-Modul UT-06 B keinen Anschlußplan. Können Sie weiterhelfen?

L. St.  
Ljutomer  
Jugoslawien

Wir können!

(Red.)

### Schneller Erfahrungszuwachs

In Heft 2/87 veröffentlichten wir einen Leserbrief, in dem per 'Hilferuf' Wickelfirmen für Ausgangstrafos gesucht wurden.

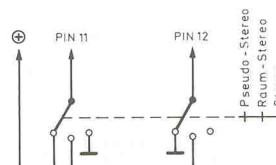
Vielen Dank für die Veröffentlichung meines Leserbriefes und der daraufhin zugesandten Antwort der Firma W., deren Katalog ich mir nun schicken lassen werde. Wie es der Zufall will, offerierten schon in elrad 1/87 gleich zwei Firmen die Lieferung von spezialgefertigten Übertragern — sowohl die Firma E. als auch die Firma B. Letztere kann sich laut Inserat plötzlich auf Jahrzehntelange Erfahrung bei der Herstellung von Hifi-Übertragern stützen, obwohl auf eine diesbezügliche Anfrage von mir vor einigen Monaten noch nicht einmal geantwortet wurde (und dadurch mein Hilferuf an Sie entstand): Wie schnell doch manchmal die Jahrzehnte vergehen.

J. Roschy  
6670 St. Ingbert

### Schalter statt Brücke

Stereo-Simulator Heft 2/87

Einige Nachbauer hatten Schwierigkeiten, die Drahtbrücken, die den Betriebszustand festlegen, durch einen Stufenschalter zu ersetzen. Die Schaltung ist jedoch recht einfach:



Als Stufenschalter muß unbedingt ein unterbrechender Typ gewählt werden — sonst gibt's beim Umschalten einen Kurzschluß.

(Red.)

### Anschlußbelegung für Tuner-Modul

Bauanleitung elSat, Heft 1...6/86

Bei der elSat-Bauanleitung bin ich auf Schwierigkeiten gestoßen, denn ich bekam zum San-

## Technische Anfragen

unter der  
Telefon-  
nummer  
(05 11) 5 35 21 71



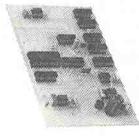
Für telefonische Anfragen steht Ihnen die elrad-Redaktion nur mittwochs von 9 bis 15 Uhr zur Verfügung.

### Aktuell

DNR-System inkl. Netzteil	107,00
HF-Baukasten *** Netzteil/Ringkern	58,90
HF-Baukasten *** NF-Verstärker/LF	15,20
Midi-to-Drum inkl. Eprom	127,00
UKW-Frequenzmesser	72,90
Telefon + Haustürklingel	18,50
Lötstation inkl. Gehäuse	79,90
Midi-Routing inkl. Relais	199,00
Midi-Routing, 19"-Gehäuse	88,00
Lautsprecher-Schutzschaltung	95,00

\*\*\* Aktuell Gasiöltölkolben \*\*\*

Experience-Stereoendstufe	
2x60 W	678,00
Digital-Sampler inkl. Netztrafo	149,90
Sweep-Generator inkl. Netzteil	112,50
Rasierkonverter inkl. Gehäuse,	
Stecker, Dose	47,90
Osz.-Speicherhervorsatz	
inkl. Gehäuse	129,90
Glühkerzenwandler	
inkl. Gehäuse	48,50



### Bausatz — Instrumenten — Verstärker — System

Grundrahmen MPAS-1 R in Rückversion ..... 1591,00

#### Kombination 1 (elrad-Version)

inkl. folgender Baugruppen: ( )  
Grundrahmen MPAS-1 N, Röhrenendstufe 120 W, C 1-B,  
D 1-B, ACTIVE INSERT, CHORUS, REVERB, Gehäuse  
HEAD G ..... 2829,00

#### Kombination 2

Grundrahmen MPAS-1 N, Röhrenendstufe 120 W, C 2-B,  
D 2-B, ACTIVE INSERT, CHORUS, Gehäuse HEAD H ..... 2628,00

#### Kombination 4

Grundrahmen MPAS-1 N,  
Röhrenendstufe 120 W, C 1-B,  
D 1-B, AKTIVE INSERT,  
CHORUS, COMBOGEHÄUZE C  
mit Celestionlautsprecher ..... 2975,00  
Fußschalter 9-fach ..... 389,00  
FLANGER ..... 149,50  
PHASER ..... 128,50

Alle Module einzeln sowie als Bausätze  
erhältlich. Fordern Sie die Sonderliste  
EXPERIENCE gg. DM 1,60 in Bfm. und  
Rückumschlag an.

Händlerkontakte über Fa. Diesselhorst Elektronik.  
Verteilsparnér für das In- und Ausland gesucht.



Diesselhorst  
Elektronik

Inh. Rainer Diesselhorst  
Hohenstaufenring 16  
4950 Minden

Tel. 0571/5 7514

Ab sofort Vertrieb für Österreich:  
**Fa. Ingeborg Weiser**  
Versandhandel mit elektronischen  
Bausätzen aus elrad  
Schembergasse 1 D,  
1230 Wien, Tel. 02 22/8863 29

### Satelliten-TV



elSat 1 ZF-Teil o. Tuner	50,30
UHF-Tuner UD-1 Ersatztyp	35,90
Tuner UT 106B - 1550 MHz	175,00
elSat 2 PLL/Video inkl. Gehäuse	110,80
elSat 3 Ton-Decoder inkl. Gehäuse	72,90
Netzteil inkl. Ringkerntrafo	74,90
elSat 4 LNC mit präzise vorgefertigten Mechaniken u. Flanschen	550,00
elSat 5 UHF-Verstärker	68,80
Zubehörteile - Feethörner	ab 68,00
Fertige LNCs mit FTZ-Zulassung	ab 950,00
elSat 7 Polarmount m. Motorsteuerung	950,00

Sonderliste: SAT-TV mit Bausätzen/Antennen/Komplettanlagen/  
Receiver/Zubehör usw. gegen DM 1,80 in Briefmarken und  
Rückumschlag.

**NEU! NEU! NEU!** Alle elrad-Qualitäts-Bausätze liefern wir Ihnen in der neuen Blister-(SB)-Verpackung aus. Hierdurch werden Transportsschäden, wie sie bei Tütenverpackungen entstehen, weitgehend vermieden!

Multiboard (1 Kanal inkl. High-Com-Modul)	199,00
Multiboard Netzteil inkl. Ringkerntrafo	56,90
Multiboard 19" Gehäuse mit Frontfolie (2 Kanal)	99,00
Netzgerät 260 V/2 A inkl. Gehäuse/Messwerke	530,00
Digital-Einbauinstrument	69,90
Frequenz-Normal inkl. Gehäuse	34,90
CD-Kompressor inkl. Gehäuse	77,90
4,75 cm/sec.-Meßgerät	99,90
Digitaler Sinusgenerator inkl. Eprom/Prog.	499,90
Digitalvoltmeter-Modul	69,90
LED-Analoguhr mit selekt. LEDs und Gehäuse	196,90
LED-Analoguhr - Wecker-Zusatz	58,80
LED-Analoguhr - Kalender-Zusatz	44,60
Programmierbarer Signalform-Generator	177,80
Powerdimmer mit TIC 263M	79,90
Sinusgenerator: 0,001 %	148,40

Hall-Digital mit 9 x 6116 (RAM) Kompl.	435,10
passendes Gehäuse VERO-KMT	48,70
Hall-Digital * Speichererweiterung	186,50

### Parametrischer Equalizer



1-Kanal m. Knöpfe	54,90
Netzteil	18,20
Gehäuse 19" 1HE	60,82
Gehäuse 19" bedruckt	87,20
und gehobert	
Ersatzschaltung mit Platine für SN 16880	9,10
Präzisions-Funktionsgenerator: Basis	133,50
Endstufe	18,90
Netzteil	49,90
Power-Netzteil 0 ... 50 V/10 A inkl. Meßwerke	515,00
Power-Netzteil: Einschaltverzögerung	27,80
Spannungswandler 12/220 V 120 VA	122,50
Tremolo/Leslie v. VCA-Modul	25,90
VCA-Modul	19,90

### Modularer Vorverstärker

Bausatz komplett in Stereo mit Gehäuse/Cinch-Gold	1740,00
Platinenset	348,00
Einzelbaugruppen auf Anfrage.	

## ÜBERTRÄGER ● NETZTRAFOS ● SPEZIALTRAFOS

Ausgangsübertrager für EXPERIENCE 2x60 W Stereoendstufe **A-234 DM 98,50**

Ausgangsübertrager für EXPERIENCE 120 W Röhrenendstufe.

(4 x EL 34)

Netztrafo für Röhrenverstärker mit EL 34

(360 V/0,6 A, 50 V/30 mA, 6,3 V/7,5 A, 2 x 17 V/1 A)

Netzdrossel bis 0,6 A (alter Typ D-1066)

**A-434 DM 129,50**

**NTR-1F DM 99,50**

neuer Typ **D-2066 DM 49,80**

Sonderanfertigungen von Trafos, Übertragern und Drosseln in Spitzenqualität zu günstigen Preisen, Trafo-zubehör, Trafoabdeckhauben.

Ausführliche Datenblattmappe für Röhrenverstärker, Drosseln und Netztrados wird gegen DM 6,50 Schutzgebühr in Briefmarken oder Überweisung auf Postscheckkonto Stuttgart 2056 79-702 zugeschickt. Absender nicht vergessen.

EXPERIENCE Instrumenten-Verstärker-System MPAS-1, Gitarren-, Bass-, Orgel-, Synthesizer-Verstärker. Prospekt MPAS-1 und Trafoliste EL 87 werden kostenlos zugeschickt gegen adressierten und frankierten Rückumschlag (A5, DM 1,10). Bitte gewünschte Liste angeben.

### Geschäftszeiten:

Montag bis Donnerstag 9.00 bis 16.00 Uhr

Freitag 9.00 bis 14.00 Uhr

**EXPERIENCE electronics** Inh. Gerhard Haas  
Weststraße 1 · 7922 Herbrechtingen · Tel. 0 73 24/53 18

### Aktuell

#### elrad Bausatz HF-Baukasten

Netzteil	
kompletter Bauteilesatz, inkl. Trafo	29,95 DM
Platine	3,95 DM

#### NF-Verstärker

kompletter Bauteilesatz, inkl. Lautsprecher	7,60 DM
Platine	3,95 DM

#### elrad Bausatz Midi-to-Drum

kompletter Bauteilesatz, inkl. Verschiedenes	99,95 DM
Platinensatz (2 Stück)	17,75 DM

#### elrad Bausatz Haustürklingel mit Telefonsound

kompletter Bauteilesatz, inkl. Summerscheibe	15,95 DM
Platine	2,50 DM

#### elrad Bausatz UKW-Frequenzmesser

kompletter Bauteilesatz, inkl. Sonstiges	45,40 DM
Platinensatz (3 Stück)	15,50 DM

#### Kompletter Bausatz, Sonderpreis

679,95 DM
-----------

#### elrad Bausatz Lötstation

kompletter Bauteilesatz inkl. Gehäuse	42,50 DM
Platine	7,50 DM

#### elrad Bausatz MIDI-Routing

kompletter Bauteilesatz	239,95 DM
Platine	14,95 DM

#### elrad Bausatz Digital-Sampler

kompletter Bauteilesatz	99,95 DM
Platine, durchkontaktiert	45,90 DM

#### Steckernetzteil

13,50 DM
----------

#### elrad Bausatz Lautsprecherschutzschaltung

kompletter Bauteilesatz	76,50 DM
Platine	14,95 DM

### Spezielle Bauteile für elrad Bausätze

Relais 4 x Um / 8 A	22,50 DM
MAT-02	23,80 DM
LM-336	3,95 DM
Z-80 A CPU	5,80 DM
Z-80 DART	14,95 DM
CNY-17	2,30 DM
2716 mit Software	24,50 DM
2 MHz Quarz	5,95 DM
DIS-1306 (Display)	3,95 DM
SP 8660	9,95 DM
HG 1133 g / 4 (Display)	2,95 DM
CA-3140	1,95 DM
CA-3100	5,45 DM
BAV-10	0,10 DM
ZN-425-E-8	14,75 DM
ZN-427	32,60 DM
ZN-426	9,40 DM
ICL 7660	7,80 DM
Ram 6116	4,45 DM
ADC 0820	38,90 DM
NE 572	9,80 DM
TEA 2025	5,50 DM
NE 5532	3,95 DM
NE 5532 selektiert	9,95 DM
HA 1105 (D.200)	3,45 DM
UA 725	8,65 DM
Regelmodul ALC-6000	47,90 DM
MC 4569 BCP	5,95 DM
MC 4553	5,85 DM
MC 4053	1,65 DM
CA 3280	6,95 DM
RC 4558	1,75 DM
CA 3161	3,95 DM

### Bausätze aus dem Tonstudiosonderheft Remix

Bausatz Limiter L-6000	66,45 DM
Platine	5,20 DM

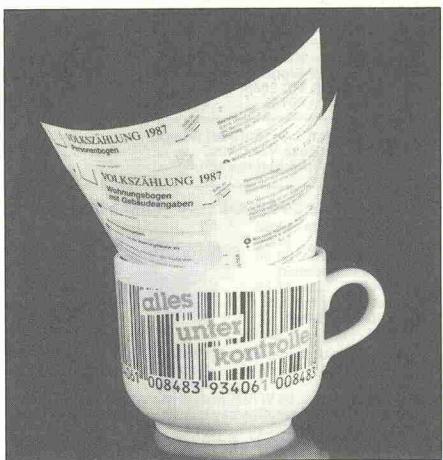
Aufholverstärker L-6000	12,80 DM
Bauteilesatz	5,20 DM

Bausatz Studio Peakmeter	68,20 DM
kompletter Bauteilesatz	33,80 DM

Bausatz Korrelationsgradmesser	21,10 DM
kompletter Bauteilesatz	6,25 DM

Bausatz Noise-Gate	51,70 DM
kompletter Bauteilesatz	15,80 DM

Bausatz Delta-Delay	147,95 DM
---------------------	-----------



### **Volkszählung '87: C64 genügt zur Re-Identifizierung**

Das im Verlag Heise, Hannover, erscheinende Kassetten-Magazin INPUT64 hat im Blick auf die bevorstehende Volkszählung einen Versuch nachvollzogen, der erstmals am Institut für Informatik der Hamburger Universität unter Leitung von Prof. Dr. Klaus Brunnstein durchgeführt wurde. Das Hamburger Modell, das immerhin noch den Besitz eines Personalcomputers mit Festplatte voraussetzte, belegte: Zur De-Anonymisierung der Bürgerdaten ist keineswegs der 'unverhältnismäßig hohe Aufwand' erforderlich, den das Bundesverfassungsgericht fordert.

Mit einem in INPUT64, Ausgabe Mai 1987, veröffentlichten Programm ist dieses Experiment auf einem Commodore 64 mit Floppy-Laufwerk durchführbar. Über diese Gerätekombination, die mittlerweile für deutlich unter 1000 D-Mark verkauft wird, verfügen in der Bundesrepublik mehr als 500.000 Haushalte. Da das Magazin seine Programme direkt ablauffähig auf Datenträger veröffentlicht, sind zur Teilnahme an diesem Re-Identifizierungs-Experiment nicht einmal Programmierkenntnisse erforderlich.

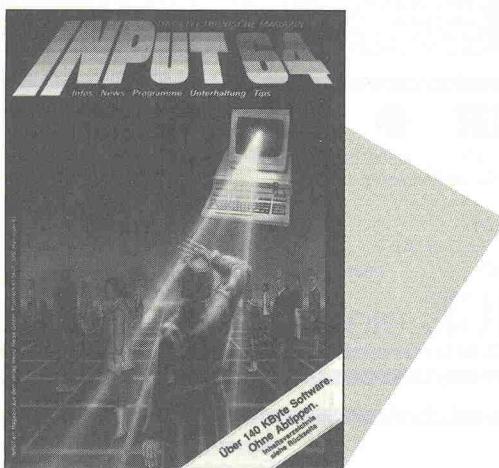
INPUT64 erbringt damit den Nachweis, daß die vom

Bundesverfassungsgericht geforderte 'faktische Anonymität' der Bürgerdaten bei der Volkszählung '87 mehr als fraglich ist. Ein Homecomputer genügt, um aus einer Datenmenge, die der bei der Volkszählung vorgesehenen Erfassungseinheit im Umfang entspricht, einzelne Personen zu re-identifizieren.

In einem Kommentar im INPUT64-Begleitheft heißt es dazu:

...Offen bleibt auch die Frage, wie sicher diese Daten vor unbefugtem Zugriff bei den Statistischen Bundesämtern lagern. In der Regel ist auf diese Daten kein On-line-Zugriff möglich, es bedürfte daher erheblicher krimineller Energie, um an diese Daten zu gelangen. Das technische Problem, die meist auf Bändern gespeicherten Daten zu lesen und auszuwerten, ist dagegen relativ leicht lösbar.

Und es bleibt noch eine Reihe anderer Fragen offen... Die Antworten darauf sind ... nur auf der politischen, nicht auf der technischen Ebene zu finden und seien darum dem Leser überlassen..., weil wir uns als Computer-Magazin auf technische Probleme beziehen. Beispielsweise auf die Frage, ob die höchstrichterlich geforderte 'faktische Anonymität' der Volkszählungsdaten überhaupt gewährleistet werden kann. Die Antwort darauf ist nicht offen. Sie heißt 'Nein'.



### Ausbildung **Laborlehrgang**

Der Laborlehrgang Elektronik-Halbleitertechnik der Fernschule in Bremen bietet einen problemlosen Einstieg. Ausbildungziel: Weitreichende Grundausbildung in Theorie und Praxis.

Umfang: 24 Lehrbriefe, 6 Materialsätze, 1 Spezialwerkzeugsatz, 1 Präzisions-Vielfachmeßgerät. Für Lehrgangsstufe 2 sind weitere 5 Mate-

rialsätze lieferbar. Vorkenntnisse: Keine, Hauptschulabschluß genügt. Abschluß: Schriftliche Abschlußprüfung, Bewertung der selbstgebaute Lehrgangsgesäte, Abschlußzeugnis.

Kosten: Elektronik-Halbleitertechnik mit IC-Technik und Einführung in die Digitaltechnik: Stufe 1 1536 D-Mark, Stufe 2 1896 D-Mark.

Die Fernschule in Bremen, Institut für Fernunterricht, Weber-Verlag, Postfach 34 70 26, 2800 Bremen 34, Tel. (04 21) 49 00 10/19.

### Auflösung des April-Rätsels

#### **So war's richtig!**

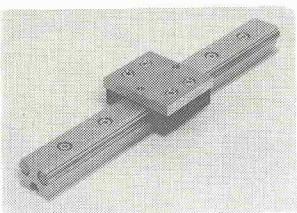
Da mit Elektronik heute fast alles möglich ist, sogar eine Totalerfassung (siehe nebenstehenden Kasten), sind unserem 'Scherzartikel' in der April-Nummer etliche Leser auf den Leim gegangen. Jedenfalls verfügen wir über sichere Indizien dafür. Nun aber mal ehrlich: Welcher war's denn?

Zunächst jedoch zu den wahren Geschichten, die mit ihrem Touch einer gewissen Rest-Unwahr-scheinlichkeit in falschen Verdacht geraten sein könnten: Die 'Power-Supply Frankfurt', eine Spezialmesse nur für Stromversorgungen, ist tatsächlich für Juni vorgesehen. Auch das Gate-Array mit dem integrierten RAM gegen den 'Datenklau' (in der Rubrik 'Schaltungstechnik aktuell') ist Realität, der Hersteller hat kürzlich eine erweiterte Version angekündigt. Sogar die HighTech-Firma, die den 'Chipknacker' herstellt (vorgestellt in der bisher einmaligen Rubrik 'Kupferfertigung aktuell') ist ein real existierendes deutsches Unternehmen. Und die Bauanleitung 'Aktiv-Schutz — Safer Box' schützt tatsächlich — allerdings, wie der Name schon sagt, nur Aktivboxen.

Also war's doch die MIDI-fähige Wasserorgel. Alles frei erfunden, außer MIDI, CS-Gas, Gummigeschossen, Wasserwerfern und Handtüchern — diese Sachen gibts schon länger. Wir meinen, daß der aufmerksame Leser letztlich doch feststellen mußte: In der Story ist einiges nicht kompatibel, paßt also nicht!

*Redaktion elrad*

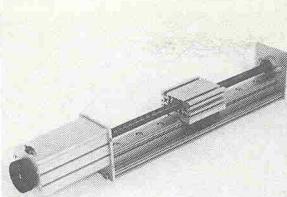
- isel-Linear-Doppelspurschub**
- 2 Stahlwellen, Ø 12 mm, h6, gehärtet und geschliffen
  - Doppelspur-Profil, B 36 x H 28 mm, aus Aluminium
  - Zentriertes Parallelprofil, B 36 x H 28 mm, aus Aluminium und von 50 mm
  - Führungsgenauigkeit auf 1 m Länge < 0,01 mm
  - Drehscheiben u. spielfreier Linear-Doppelspurschlitten
  - Präzisions-Linearschlitten mit jeweils 2 Kugelräumen
  - Geschliffene Aufspann- u. Befestigungsplatte, L 65 x B 75 mm
  - Dynamische Tragzahl 800 N, statische Tragzahl 1200 N



Linear-Doppelschub, 225 mm	DM 74,-
Linear-Doppelschub, 425 mm	DM 108,-
Linear-Doppelschub, 675 mm	DM 138,-
Linear-Doppelschub, 925 mm	DM 172,-
Linear-Doppelschub, 1175 mm	DM 205,-
Linear-Doppelschub, 1425 mm	DM 250,-

#### isel-Zollspindel-Vorschubeinheit

- Linear-Doppelspurschub 1 mit Montageprofil 1
- Linear-Doppelspurschub 2 mit Montageprofil 2
- Alu-Rahmen und Montagefuß, 100 x 75 mm, mit 2 T-Nutzen
- Gewindetrieb, Steigung 1 Zoll, mit 2 Flanschlagern
- Vorschub mit Schrittmotor 110 Ncm, Schrittwidth, 1,8 Grad
- 1 End- bzw. Referenzschalter, Genauigkeit < 1/100 mm



Zollspindel-Vorschubeinheit, Hub 75 mm	DM 319,-
Zollspindel-Vorschubeinheit, Hub 175 mm	DM 342,-
Zollspindel-Vorschubeinheit, Hub 275 mm	DM 365,-
Zollspindel-Vorschubeinheit, Hub 425 mm	DM 399,-
Zollspindel-Vorschubeinheit, Hub 525 mm	DM 422,-
Zollspindel-Vorschubeinheit, Hub 675 mm	DM 456,-

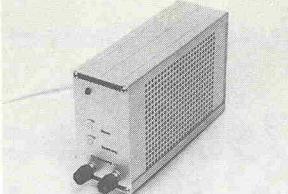
#### isel-Schrittmotorsteuerkarte mit Mikroprozessor

- Euro-Einschub mit 2-Zoll-Frontplatte und 80-VA-Netzteil
- Bipolarer Schrittmotorausgang 400 V, max. 2,0 A
- Ausgangsstufe kurzschlußfest mit Überstromanzeige
- Hückepack-Platine mit Ein-Chip-Mikrocontroller
- Serielle Schnittstelle mit 9600 Bd Übertr.-Geschwindigkeit
- 256 Byte Pufferbereich mit Software-Handschake
- Max. programmierbare Geschwindigkeit 10.000 Schritte/s



#### isel-Linear-Netzteil

- Längsregler inkl. Ringkerntrafo auf Euro-Karte
- Ausgangsspannung 3-30 V, Ausgangstrom max. 2,5 A
- Elekt. Umschaltung der Trafowickl. bei Spannung > 15 V
- Fold-back-Charakteristik des Reglers im Kurzschlußfall
- Separate Spannungsführerleitungen, Inhibit-Eingang
- Abschaltung der Endstufe bei Temperatur > 90 °C
- Separate massebezogene Festspannung 12 V/1 A
- Netzanschluß-Kabel 220 V mit Stecker

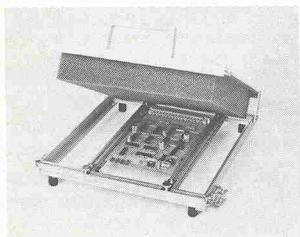


#### isel-Sekundär-Netzteil

- Sek. getakteter Regler inkl. Ringkerntrafo auf Euro-Karte
- Ausgangsspannung 5-30 V, kurzschlußfest
- Ausgangsstrom max. 2,5 A
- Spannungsausgang max. 90 %
- Separate Spannungsführerleitungen, Inhibit-Eingang
- Interne Temperaturschutzschaltung und Crow-bar-Schutz
- Zusätzl. massebezogene Festspannung 12 V/1 A
- Netzanschluß-Kabel 220 V mit Stecker

#### isel-Bestückungs- u. -Lötrahmen 1

- Alu-Rahmen 260 x 240 x 20 mm, mit Gummifüßen
- Schließbarer Deckel 260 x 240 mm, mit Schaumstoff
- Platinen-Haltevorrichtung mit 8 verstellb. Haltefedern
- Zwei verstellbare Schienen mit 4 Rändelschrauben
- Gleichzeitiges Bestücken und Löten von Platinen
- Für Platinen bis max. 220 x 200 mm (2 Euro-Karten)



#### isel-Bestückungs- u. -Lötrahmen 2

- Alu-Rahmen 400 x 260 x 20 mm, mit Gummifüßen
- Schließbarer Deckel 400 x 260 mm, mit Schaumstoff
- Platinen-Haltevorrichtung mit 16 verstellb. Haltefedern
- Drei verstellbare Schienen mit 6 Rändelschrauben
- Gleichzeitiges Bestücken und Löten von Platinen
- Für Platinen bis max. 360 x 230 mm (4 Euro-Karten)

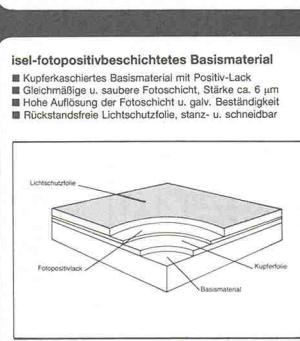
#### isel-Eeprom-UV-Löscherger 1

- Alu-Gehäuse, L 150 x B 375 x H 40 mm, mit Kontrolllampe
- Alu-Deckel, L 150 x B 55 mm, mit Schiebeverschluß
- Löscheschlitz, L 85 x B 15 mm, mit Auflageblech für Eproms
- UV-Lösclampe, 4 W, Löszeit ca. 20 Minuten
- Elektronischer Zeitschalter, max. 25 Min., mit Start-Taster
- Intensive u. gleichzeitige UV-Lösung von max. 5 Eproms



#### isel-Eeprom-UV-Löscherger. 2 (o. Abb.)

- Alu-Gehäuse, L 320 x B 220 x H 55 mm, mit Kontrolllampe
- Alu-Deckel, L 320 x B 200 mm, mit Schiebeverschluß
- Vier Löscheschlitz, L 220 x B 15 mm, mit Auflageblech
- Vier UV-Lösclamphen, 8 W/220 V, mit Abschaltautomatik
- Elektronischer Zeitschalter, max. 25 Min., mit Start-Taster
- Intensive u. gleichzeitige UV-Lösung von max. 48 Eroms



- Pertinax FR 2, 1seitig, 1,5 mm stark, mit Lichtschutzfolie  
Pertinax 100 x 160 DM 1.47 Pertinax 200 x 300 DM 5.54  
Pertinax 160 x 233 DM 3.42 Pertinax 300 x 400 DM 11.08

- Epoxyd 100 x 160 DM 2.79 Epoxyd 200 x 300 DM 10.60  
Epoxyd 160 x 233 DM 6.56 Epoxyd 300 x 400 DM 21.20

- Epoxyd FR 4, 1seitig, 1,5 mm stark, mit Lichtschutzfolie  
Epoxyd 100 x 160 DM 3.36 Epoxyd 200 x 300 DM 12.65  
Epoxyd 160 x 233 DM 7.84 Epoxyd 300 x 400 DM 25.31

5 St. 10%, 25 St. 20%, 50 St. 30%, 100 St. 35% Rabatt

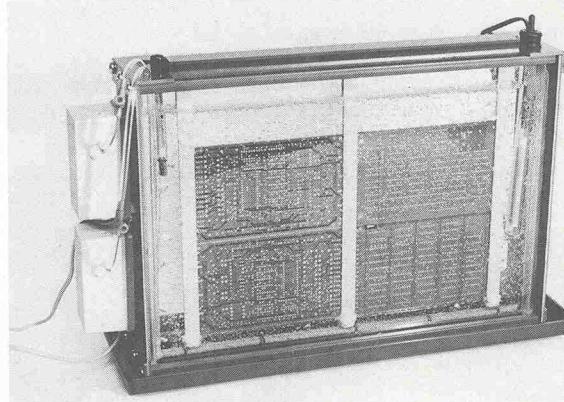


# isert-electronic

#### isel-Entwicklungs- u. -Ätzgerät 1

- Superschmale Glasküvette, H 290 x B 260 x T 30 mm
- PVC-Küvettenrahmen mit Kunststoffwanne
- Spezialpumpe, 220 V, mit Luftverteilrahmen

- Heizstab, 100 W/200 V, regelbar, Thermometer
- Platinenhalter, verstellbar, max. 4 Eurokarten
- Entwicklerschale, L 400 x B 150 x H 20 mm



#### isel-Entwicklungs- u. -Ätzgerät 2

- Superschmale Glasküvette, H 290 x B 430 x T 30 mm
- PVC-Küvettenrahmen mit Kunststoffwanne
- 2 Spezialpumpen mit DoppelLuftverteilrahmen

- Heizstab, 200 W/220 V, regelbar, Thermometer
- Platinenhalter, verstellbar, max. 8 Eurokarten
- Entwicklerschale, L 500 x B 150 x H 20 mm

#### isel-Entwicklungs- u. -Ätzgerät 3

- Superschmale Glasküvette, H 290 x B 500 x T 30 mm
- PVC-Küvettenrahmen mit Kunststoffwanne
- 2 Spezialpumpen mit DoppelLuftverteilrahmen

- Heizstab, 200 W/220 V, regelbar, Thermometer
- Platinenhalter, verstellbar, max. 10 Eurokarten
- Entwicklerschale, L 600 x B 150 x H 20 mm

**„Isert“-electronic, Hugo Isert  
6419 Eiterfeld, (0 66 72) 7031, Telex 493150  
Versand per NN, plus Verpackung + Porto, Katalog 3,- DM**

**DM 148.-**

#### isel-Entwicklungs- u. -Ätzgerät 2

- Superschmale Glasküvette, H 290 x B 430 x T 30 mm
- PVC-Küvettenrahmen mit Kunststoffwanne
- 2 Spezialpumpen mit DoppelLuftverteilrahmen

- Heizstab, 200 W/220 V, regelbar, Thermometer
- Platinenhalter, verstellbar, max. 8 Eurokarten
- Entwicklerschale, L 500 x B 150 x H 20 mm

#### isel-Entwicklungs- u. -Ätzgerät 3

- Superschmale Glasküvette, H 290 x B 500 x T 30 mm
- PVC-Küvettenrahmen mit Kunststoffwanne
- 2 Spezialpumpen mit DoppelLuftverteilrahmen

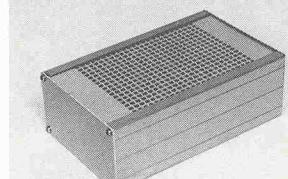
- Heizstab, 200 W/220 V, regelbar, Thermometer
- Platinenhalter, verstellbar, max. 10 Eurokarten
- Entwicklerschale, L 600 x B 150 x H 20 mm

**DM 225.-**

**DM 282.-**

#### isel-Euro-Gehäuse aus Aluminium

- Eloxiertes Aluminium-Gehäuse, L 165 x B 103 mm
- 2 Seitenteil-Profile, L 165 x H 42 oder H 56 mm
- 2 Abdeckbleche oder Lochbleche, L 165 x B 88 mm
- 2 Front- bzw. Rückplatten, L 103 x B 42 oder B 56 mm
- 8 Blechschrauben, 2,9 mm, und 4 Gummifüße



#### isel-Euro-Gehäuse 1

DM 8.90 L 165 x B 103 x H 42 mm, mit Abdeckblech

#### isel-Euro-Gehäuse 1

DM 11.20 L 165 x B 103 x H 42 mm, mit Lochblech

#### isel-Euro-Gehäuse 2

DM 10.15 L 165 x B 103 x H 56 mm, mit Abdeckblech

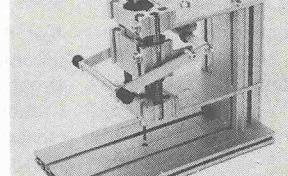
#### isel-Euro-Gehäuse 2

DM 12.30 L 165 x B 103 x H 56 mm, mit Lochblech

#### isel-Bohr- und -Fräsergerät 1

DM 148.-

- Leistungsstarker Gleichstrommotor, 24 V, max. 2 A
- Spindel 2fach kugelgelagert, mit 1/8-Zoll-Spannzange
- Drehzahl 20000 U/min., Rundlaufgenauigkeit < 0,03 mm
- Präzisionshubvorrichtung mit 2 Stahlwellen, 8 mm Ø
- Verstellbarer Hub, max. 30 mm, mit Rückstellfeder
- Alu-T-Nutenschl., 250 x 125 mm, Arbeitstiefe 200 mm



#### isel-Bohr- und -Fräsergerät 2 (o. Abb.)

DM 340.-

- Leistungsstarker Gleichstrommotor, 24 V, max. 2 A
- Spindel 2fach kugelgelagert, mit 1/8-Zoll-Spannzange
- Drehzahl 20000 U/min., Rundlaufgenauigkeit < 0,02 mm
- Linearr-Vorschubvorrichtung, L 200 x B 125 x T 60 mm
- Präzisionshubvorrichtung mit „isel“-linearem Schieber
- Verstellbarer Hub, max. 30 mm, mit Rückstellfeder
- Alu-Gestell mit Alu-T-Nutenschl., 475 x 250 mm

#### isel-Leucht- u. -Montagepult 1

DM 170.-

- Eloxiertes Alu-Gehäuse, L 320 x B 220 x H 60 mm
- 2 T-Nutten für Montage- u. Meßschiene
- Milchglasscheibe, 4 mm, mit Streulichteffekt
- 4 Leuchttstofflampen, 8 W/220 V, mit Reflektor
- Leucht- und Montagefläche 265 x 185 mm

- Heizstab, 200 W/220 V, regelbar, Thermometer

- Platinenhalter, verstellbar, max. 4 Eurokarten

- Kurze u. gleichmäßige Belichtung für Filme u. Platten

- Elox. Alu-Gehäuse, L 320 x B 220 x H 60 mm, mit Glasplatte

- Deckel L 320 x B 220 x H 13 mm, mit Schaumstoffaufl. 20 mm

- 4 UV-Leuchttstofflampen, 8 W/220 V, mit Reflektor

- Belichtungsfäche 245 x 175 mm (max. vier Euro-Karten)

- Kurze u. gleichmäßige Belichtung für Filme u. Platten

- Elox. Alu-Gehäuse, L 480 x B 320 x H 60 mm, mit Glasplatte

- Deckel L 480 x B 320 x H 13 mm, mit Schaumstoffaufl. 20 mm

- 4 UV-Leuchttstofflampen, 15 W/220 V, mit Reflektor

- Belichtungsfäche 365 x 235 mm (max. vier Euro-Karten)

- Kurze u. gleichmäßige Belichtung für Filme u. Platten

- Elox. Alu-Gehäuse, L 620 x B 430 x H 60 mm, mit Glasplatte

- Deckel L 620 x B 430 x H 19 mm, mit Schaumstoffaufl. 20 mm

- 4 UV-Leuchttstofflampen, 20 W/220 V, mit Reflektor

- Belichtungsfäche 520 x 350 mm (max. 10 Euro-Karten)

- Kurze und gleichmäßige Belichtung für Filme u. Platten

- Elox. Alu-Gehäuse, L 620 x B 430 x H 60 mm, mit Glasplatte

- Deckel L 620 x B 430 x H 19 mm, mit Schaumstoffaufl. 20 mm

- 4 UV-Leuchttstofflampen, 20 W/220 V, mit Reflektor

- Belichtungsfäche 520 x 350 mm (max. 10 Euro-Karten)

- Kurze und gleichmäßige Belichtung für Filme u. Platten

- Elox. Alu-Gehäuse, L 620 x B 430 x H 60 mm, mit Glasplatte

- Deckel L 620 x B 430 x H 19 mm, mit Schaumstoffaufl. 20 mm

- 4 UV-Leuchttstofflampen, 20 W/220 V, mit Reflektor

- Belichtungsfäche 520 x 350 mm (max. 10 Euro-Karten)

- Kurze und gleichmäßige Belichtung für Filme u. Platten

- Elox. Alu-Gehäuse, L 620 x B 430 x H 60 mm, mit Glasplatte

- Deckel L 620 x B 430 x H 19 mm, mit Schaumstoffaufl. 20 mm

- 4 UV-Leuchttstofflampen, 20 W/220 V, mit Reflektor

- Belichtungsfäche 520 x 350 mm (max. 10 Euro-Karten)

- Kurze und gleichmäßige Belichtung für Filme u. Platten

- Elox. Alu-Gehäuse, L 620 x B 430 x H 60 mm, mit Glasplatte

- Deckel L 620 x B 430 x H 19 mm, mit Schaumstoffaufl. 20 mm

- 4 UV-Leuchttstofflampen, 20 W/220 V, mit Reflektor

- Belichtungsfäche 520 x 350 mm (max. 10 Euro-Karten)

- Kurze und gleichmäßige Belichtung für Filme u. Platten

- Elox. Alu-Gehäuse, L 620 x B 430 x H 60 mm, mit Glasplatte

- Deckel L 620 x B 430 x H 19 mm, mit Schaumstoffaufl. 20 mm

- 4 UV-Leuchttstofflampen, 20 W/220 V, mit Reflektor

- Belichtungsfäche 520 x 350 mm (max. 10 Euro-Karten)

- Kurze und gleichmäßige Belichtung für Filme u. Platten

- Elox. Alu-Gehäuse, L 620 x B 430 x H 60 mm, mit Glasplatte

- Deckel L 620 x B 430 x H 19 mm, mit Schaumstoffaufl. 20 mm

- 4 UV-Leuchttstofflampen, 20 W/220 V, mit Reflektor

- Belichtungsfäche 520 x 350 mm (max. 10 Euro-Karten)

- Kurze und gleichmäßige Belichtung für Filme u. Platten

- Elox. Alu-Gehäuse, L 620 x B 430 x H 60 mm, mit Glasplatte

- Deckel L 620 x B 430 x H 19 mm, mit Schaumstoffaufl. 20 mm

- 4 UV-Leuchttstofflampen, 20 W/220 V, mit Reflektor

- Belichtungsfäche 520 x 350 mm (max. 10 Euro-Karten)

- Kurze und gleichmäßige Belichtung für Filme u. Platten

- Elox. Alu-Gehäuse, L 620 x B 430 x H 60 mm, mit Glasplatte

- Deckel L 620 x B 430 x H 19 mm, mit Schaumstoffaufl. 20 mm

- 4 UV-Leuchttstofflampen, 20 W/220 V, mit Reflektor

- <ul

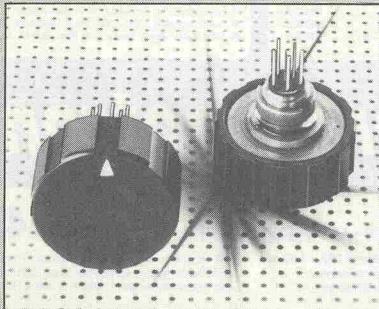
**Schalter & Tasten:**

# Kleiner, schöner, intelligenter

Bei den Knöppkens tut sich was: Neben weiterer Miniaturisierung ist beim Hersteller ITT ein Trend zu anspruchsvollen, intelligenten Konzepten für elektromechanische Eingabe- und Stellelemente zu erkennen.

*Codieren*  
**Schalter im Knopf**

Der Codier-Drehschalter SK 20 beinhaltet die gesamte Schalterfunktion — Rastwerk und Kon-



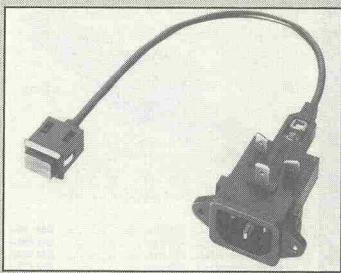
Ausführungen mit 10 oder 16 Schaltstellungen, mit BCD- oder Hexadezimal-Codierung.

takte — im Betätigungsnapf. Durch die neuartige Konstruktion ragen nur die Anschlüsse ins Gerät.

Ein O-Ring dichtet das Gehäuse zum Schalter hin ab. Lieferbar sind

*Netzschalter-Gerätestecker*

**Kombi mit Fernbedienung**



Die Netzschalter-Steckerverbinderkombination NE 20 B ist aus dem Bedürfnis entstanden, einen dreipoligen Gerätestecker nach DIN 49 457 mit einem zweipoligen Netzschalter für 10 A bzw. 6 A Schaltstrom konstruktiv zusammenzufassen.

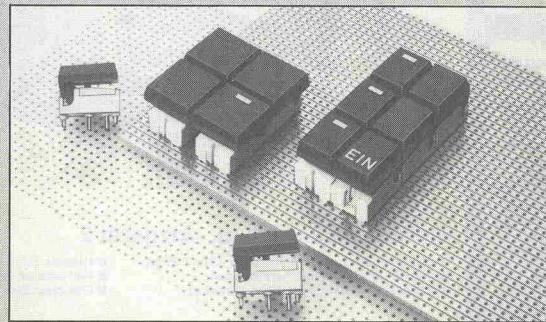
Der Netz-Taster wird über ein separates Bedienteil betätigt, das

durch einen Bowdenzug mit der Schalter-/Steckerkombination verbunden ist. Als Verdrahtungsanschlüsse sind drei Steckfahnen (6,3 mm) vorgesehen.

Vorteile: Die Verdrahtung zwischen Stecker und Schalter entfällt, dadurch vereinfachte Abschirmung der Netzzspannung führenden Leitungen.

*'Digi-Taster'*  
**New Look**

Die seit Jahren bewährte Eingabetaste 'Digitast' mit Mikro-Umschaltkontakt und Anzeigenmöglichkeit durch eine LED im Tastenkopf wurde neu gestylt. Das Bauelement ermöglicht dank des ausgeklügelten



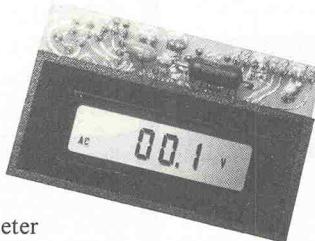
Designs den Aufbau ebener, klar gegliederter Tastenfelder. Die LED ist hinter einem rechteckigen Fenster in der Horizontalfläche der Tastenkappe untergebracht.

Die Sicherheit gegen elektrostatische Entladungen wurde mit 16 kV bei 23 °C und 60% rel. Feuchte getestet.

**Meßtechnik**

## 3 1/2-stelliges Panel-DMM

Das Panel-Multimeter PM 3 von Heuser ist ein kompakt aufgebautes 3 1/2-stelliges Meßinstrument mit automatischer Bereichswahl für Spannung (AC 1 Bereich, DC 4 Bereiche), Strom (DC, 4 Bereiche) sowie für Widerstandsmessung (4 Bereiche). In der Betriebsart Widerstandsmessung kann für Durchgangsprüfungen ein Piezoschallgeber di-



rekt angeschlossen werden.

Auf der LC-Anzeige erscheinen außer dem Dezimalpunkt mit automatischer Dezimalpunkteinstellung die elektrischen Maßeinheiten mV, V, mA, Ω oder mΩ sowie DC oder AC. Die Stromversorgung erfolgt mit 9-V-Batterie. Zum Betrieb sind vier Schalter

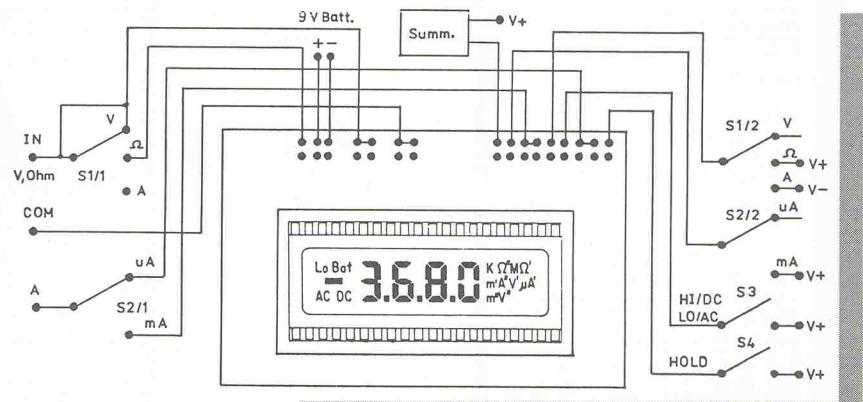
erforderlich. Auf der Platinen ist der gesamte Aufbau einschließlich LC-Anzeige und A/D-Wandler (ICL 7139) untergebracht. Die An-

schlüsse des Bausteins sind auf einer Stiftleiste im Raster 2,54 mm oder auf Lötpunkte herausgeführt.

Der Preis des fertigen

Stückes beträgt 111,70 D-Mark.

Siegfried Heuser Digitalelektronik, Postfach 17 62, 7550 Ra statt 1, Tel. (0 72 22) 2 16 88.



## Eingabetaste

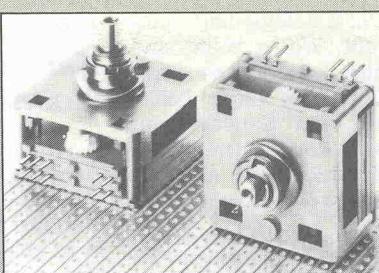
### Anpassungskünstler

Die Einzeltaste K 12 mit nur 12 mm Durchmesser und 11 mm Bauhöhe ist aufgrund eines speziellen Kontaktsystems hinsichtlich Schaltung, Druckpunkt und Betätigkraft den Wünschen des Anwenders an-

#### Drehschalter

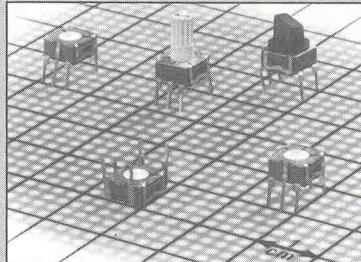
### Multi

Der Drehschalter SCG-25 vermeidet die bei einer hohen Kontaktzahl und damit verbundenen kleinen Rastwinkel auftretenden Schwierigkeiten. Durch eine neuartige Konstruktion ist es gelungen, 40 bzw. 50 Schaltstellungen zu erreichen und



#### Drehschalter für Leiterplattenmontage

### Sub-Miniatur



paßbar.

Die Taste ist nur für kleine Schaltleistungen geeignet (typisch 0,02 W), erreicht aber auch bei der maximal zulässigen Schaltleistung von 2,8 W eine Lebensdauer von mehr als 100.000 Betätigungen.

Der Drehschalter RTE mit  $7,2 \times 7,4$  mm Grundfläche und 3,85 mm Bauhöhe wird für 2, 3, 10 oder 16 Schaltstellungen angeboten.

Die Betätigung kann über Schraubendreher,

dennoch einen Rastwinkel von  $45^\circ$  bzw.  $36^\circ$  zu erhalten. Ermöglicht wird dies durch eine auf 5 Achsumdrehungen verteilte Rastung, das heißt, die 40 bzw. 50 Schaltstellungen sind auf 5 Achsumdrehungen aufgeteilt!

Achse oder Betätigungsnapf erfolgen. Die Typen mit 10 und 16 Schaltstellungen sind codiert. Alle Typen sind für automatische Be-

stübung geeignet.

ITT Bauelemente GmbH, Postfach 47 56, 8500 Nürnberg 70, Tel. (09 11) 42 30-1.

## Meßtechnik

### Ökonomisch zählen

'Preisgünstige Zähler-technik ohne Abstriche bei professionellen Eigenschaften' bekamen die Entwickler bei Philips in ihr Aufgabenheft geschrieben. Heraus kam die Universalzähler-Familie PM 6665/6669.

Das Foto zeigt aus dieser Reihe den 120 MHz/1,1 GHz Zähler, dessen Meßfunktionen für Frequenz, Periodendauer, Zeitintervalle und Ereigniszählung durch Wahlzubehör universell einge-



setzt werden können. Dazu gehört rechnerge-steuerte Meßwerterfas-sung über eine IEEE-Schnittstelle ebenso wie mobiler Service-Einsatz mit der lieferbaren Batterie-Ladeeinheit. Preis-

lich ist das Meßgerät in der 2000-DM-Klasse angesiedelt.

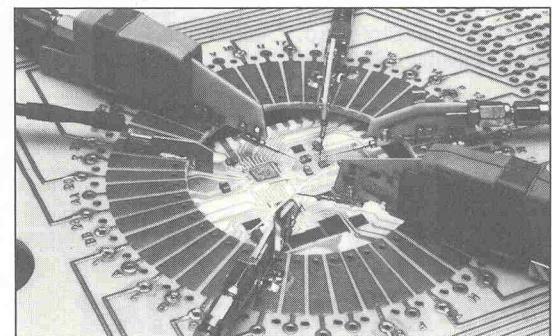
Philips GmbH, Unternehmensbereich Elektronik für Wissen-schaft und Industrie, Postfach 31 03 20, 3500 Kassel, Tel. (05 61) 5 01-0, Telex 997 070.

## Industrie

### Neues Spitzenduo

Tektronix, namhafter Hersteller von Oszilloskop-en, baut auch sogenannte Mikro-Tastköpfe für das aktive Testen mikroelektronischer Schal-

aktive Mikro-Tastkopf P6501 weist folgende Daten auf: Eingangskapazität 1,9 pF, Eingangsimpedanz 1 MΩ, Bandbreite 750 MHz, Anstiegszeit 450 ps. Erreicht werden diese Da-ten durch FET-Technik und möglichst nahes Heranbringen der Elektronik an den Prüfling.

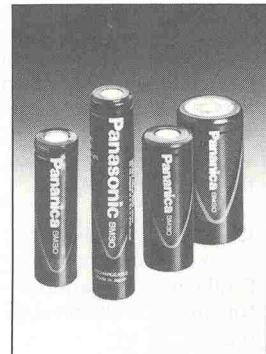


tungen wie hochintegrierte Hybridbausteine, oberflächenmontierte Bauelemente und Wafer. Solche Köpfe müssen auf engem Raum arbeiten und ihren Platz oft mit Mikroskop, Läsern und anderen Testgeräten teilen.

Der speziell für die Plati-nenmontage entwickelte

Der passive 50-Ω-Tast-kopf P6507 kann zur Signalzuführung oder als Ausgangstastkopf benutzt werden.

Die Tastkopfspitzen sind austauschbar; Palladi-umspitzen werden bei vergoldeten Testpunkten benutzt, Wolframspitzen bei keramischen Dickschicht-Bausteinen.



## Stromversorgung

### Generations-wechsel bei Panasonic

Panasonic stellt jetzt sei-ne neuen NiCad-Hoch-leistungsakkus SM 30 vor. Sie zeichnen sich durch außergewöhnlich hohe Kapazität, Schnell-ladefähigkeit und lange Lebensdauer aus. Erreicht wird die Leis-tungssteigerung durch eine neuartige Ferti-gungstechnologie: Für den Plus-Pol wird ge-schäumtes Nickel-Sub-strat hoher Dichte und für den negativen Pol ei-ne Pasten-Elektrode ver-wendet.

Diese NiCad-Akkus der neuen Generation kön-nen laut Hersteller innerhalb 1 h...1,5 h geladen

werden und besitzen ge-gegenüber gleich großen Schnelllade-Akkus bis zu 40% mehr Kapazität bei einer etwa 10% ge-ringeren Selbstdentla-dung. Unter normalen Bedingungen werden mehr als 500 La-de/Entladezyklen er-reicht.

Panasonic Deutschland GmbH, Winsbergweg 15, 2000 Ham-burg 54, Tel. (0 40) 85 49-0.

**Elektronik-Versand****Fundgrube**

Eine breite Palette an Elektronik-Bauteilen, Audio-Geräten, Meßgeräten, Bausätzen und Literatur bietet der Katalog 87/88 vom Schubert-Electronic-Versand.

Hervorzuheben ist das umfangreiche Angebot an Elektronik fürs Auto, das alleine 20 der



192 Katalogseiten umfaßt. Wie es heißt, sind alle aufgeführten Positionen ab Lager lieferbar. Der Katalog kann mit der gelben elrad-Kontaktkarte angefordert werden.

Schubert-Electronic-Versand, Postfach 260, Wiesenstraße 9, 8660 Münchberg, Tel. (0 92 51) 60 38/39.

**Lötgeräte****Fern der Heimat...**

...auf jeden Fall aber fern jeder Steckdose läßt sich der Zeva Gaslötstift Portasol betreiben, denn er ist unabhängig von externen Energiequellen. Zum mindesten für eine Stunde im Dauerbetrieb; danach muß wieder Butan-(Feuerzeug-) Gas nachgefüllt werden.

Gasaustritts einem 10...60-W-Lötkolben.

In der Kappe befindet sich das Zündsystem in Form eines Feuersteins, der selbstverständlich auswechselbar ist. Mit Abmessungen von 175 × 19 mm und einem Gewicht von 50 g empfiehlt sich der Portasol auch für das leichte Handgepäck.

Der Lötstift wird zum Preis von 69,90 D-Mark

**Mikrofon-Technik:****Die Fläche im Blickpunkt**

Wem Lichtreflexe schon immer ein Dorn im Auge bzw. in der Kamera waren, dem kann jetzt geholfen werden. Die Vokalmikrofone von AKG gibt es ab sofort auch mit anthrazitgrauer, nicht reflektierender Oberfläche. Die neue Non-Reflective-Serie ist speziell für den professionellen Bühneneinsatz geeignet. Durch die neuartige Oberflächenbeschichtung werden Lichtreflexe, die beim Einsatz von Kameras besonders störend sind, verhindert. Zur Non-Reflective-Serie gehören:

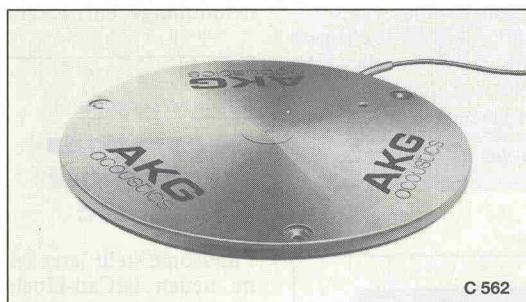
**D 310:** Preiswertes, rückkopplungsunempfindliches Vokalmikrofon mit Nierencharakteristik.

**D 321:** Vokalmikrofon mit Hypernire. Durch eine neu entwickelte Membranaufhängung unterdrückt das D 321 nach Herstellerangaben Hand- und Griffgeräusche auf bisher unerreichte Weise.

**D 330:** Professionelles Vokalmikrofon mit Klangregelung.

**C 410:** Extrem leichtes (26 g) Kopfmikrofon in Kondensatortechnik. Ideal für Drummer und Keyboarder.

**D 112:** Außer den AKG-Vokalmikrofonen besitzt auch das Bass-Drum-Mikrofon D 112



C 562



stark von der Plazierung und der umgebenden Grenzfläche abhängt.

Anwendungsgebiete des C 562 BL sind überall dort, wo es auf die Unauflöslichkeit der Mikrofonplazierung ankommt (z. B. Theater, Roundtable-Gespräche), Konzert-Mitschnitte und im Beschallungsbereich für die Abnahme von Flügel und Klavier.

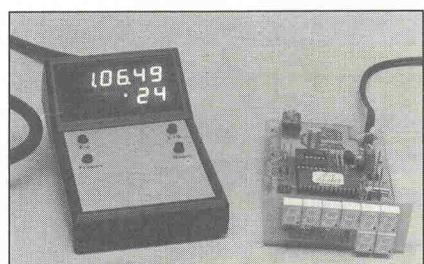
AKG acoustics, Bodenseestraße 226-230, 8000 München 60, Tel. (0 89) 8 71 61 25.

Ein katalytischer Konverter beheizt die Lötspitze; eine offene Flamme oder ähnlich bedenkliche Erscheinungen treten beim Betrieb nicht auf. In der Leistung entspricht der Portasol je nach Einstellung des

mit Gasfüllung, Lötspitze (3 verschiedene stehen zur Auswahl) und mehrsprachiger Gebrauchsanleitung geliefert.

Diesselhorst Elektronik, Hohenstaufenring 16, 4950 Minden, Tel. (05 71) 5 75 14.

**Rekorder-  
Technik**  
**Time-  
coder**



Mit der Bezeichnung TCF-1 hat der Elektronik-Vertrieb Hertwig einen SMPTE-Timecoder herausgebracht. Mit einem Preis zwischen 380 D-Mark und 590 D-Mark kann der Bandstellen-Locator als preiswert gelten.

In der Standardversion ist das Gerät mit Cinch-Steckern für Audio IN und Audio OUT ausge-

stattet und kann laut Hersteller an beliebige Aufzeichnungsgeräte (Videorekorder, Heim- und Studiobandmaschinen usw.) angeschlossen werden. Eine Spezialausführung ist für den Anschluß an die Sony-Maschine SL-F1E geeignet.

Elektronik-Vertrieb Peter Hertwig, Otto-Röhm-Straße 75, 6100 Darmstadt, Tel. (0 61 51) 89 36 14.

# elrad Bauteilesätze

nach elrad Stückliste, Platine + Gehäuse extra.

## Heft 4/87

MIDI Routing + Relaisplatine	So DM 197,90
Digital-Sampler mit Netzteil	DM 99,70
Aktiv-Lautsprecher Schutzschaltung	DM 69,80
Durchgangsprüfer mit R/F-Wandler o. Batt.	DM 6,90
Lötstation	DM 27,40

## Heft 3/87

Sweep Generator incl. Netz	DM 114,00
Experience: Endstufe 2x60 W ohne Netz	So DM 299,60
Rasierkonverter	DM 36,80
Autopilot	DM 16,50
DNR-System mit Netzteil	DM 107,00

## Heft 2/87

Aktive Frequenzweiche (40° + 50° + 60°)	So DM 79,50
Tonschachtel	DM 14,90
Osz.-Speichervorsatz	DM 99,70
Glühkerzenwandler	DM 38,60
Stereo Simulator	DM 27,80

## Heft 1/87

Digital Hygrometer (EPROM programmiert)	So DM 99,70
Stage-Intercom mit Netzteil	DM 64,90
Lineares C-Meter mit Netz + Quarzzeitbasis	DM 89,50
Parametrischer Equalizer	DM 89,60

## Heft 12/86

Multiboard (1 Kanal) mit High-Com-Modul	So DM 137,60
Multiboard-Netzteil mit Ringkerntrafo	DM 74,90
Netzgerät o. 260 V/2 A o. Tr. 1+2	So DM 179,80
Frequenznormal	DM 19,70
CD-Kompressor mit Netzteil	DM 49,50
4,75 cm/sec.-Meßgerät	DM 109,90

## Heft 11/86

Ultralinear-Röhrenendstufe mit 30 Watt	So DM 239,80
Ausgangsleistung o. Tr. (RÖH 2)	DM 69,80
Impulsgeneratoren	DM 39,90
Dämmerungsschalter	DM 45,40
Flurlichtautomat	DM 15,60

## Heft 10/86

Hifi Röhren-Vorverstärker o. Tr.	So DM 237,90
Fototimer: Steuerung	DM 74,60
Fototimer: Netzteil	DM 38,20
Temperaturstabile Spannung	DM 39,90
Digitales Schlagzeug: VOICE o. EPROM	DM 65,40
Digitales Schlagzeug: PLANET mit Trafos	So DM 189,30

## Heft 9/86

Digitaler Sinusgenerator (o. Modul)	SSo DM 399,40
Wecker-Zusatz zur Uhr aus Heft 3/86	DM 59,80
Kalender-Zusatz zur Uhr aus Heft 3/86	DM 44,90
Experience 5: Active Insert	DM 23,70

### Gleich mitbestellen: Gehäuse + Platinen

Mit den original-ELRAD-Platinen wird auch Ihnen der Nachbau leichterfallen. Wir liefern Platinen/Sammelmappen/Bücher/Bauteile. Liste kostenlos gegen 0,80 DM Rückporto. Lieferungen erfolgen per NN oder Vorauskasse.

## Heft 7-8/86

Delta-Delay (inkl. Lizenzgebühr) ..... So DM 146,90

Mini-Max-Tester ..... DM 99,20

## Heft 6/86

Programmierbarer Signalform-Generator ..... DM 198,70

## Heft 5/86

elSat 5: UHF-Verstärker ..... DM 54,90

Power-Dimmer (mit Spez.-Drossel) 20 A ..... DM 98,50

## Heft 4/86

Sinusgenerator ..... DM 124,40

elSat 4: LNC mit Spannungsversorgung ..... So DM 518,90

LED-Analoguhr mit Printtrafo ..... 3/86 So DM 186,80

elSat 3: Ton-Decoder mit Netzteil + Ringkerntrafo ..... 3/86 So DM 122,90

elSat TV 2: PLL/Video ..... 2/86 So DM 76,20

Noise Gate ..... 2/86 So DM 58,30

Kraftpaket 0...50 V/10 A inkl. Einschaltverzögerung ..... 1/86 So DM 79,50

elSat TV 1: ZF-Teil + Tuner ..... 3/84 So DM 119,60

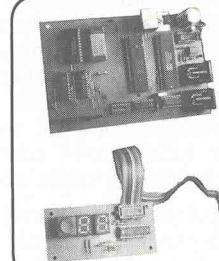
Elektron. Heizungssteuerung (zu Platine 1) Bauteilesatz ..... 3/84 So DM 148,40

Elektron. Heizungssteuerung (zu Platine 2a/2b 2c) und 5 zusammen ..... 12/83 So DM 225,80

Labornetzgerät 0...40 V/0...5 A ..... 7/83 So DM 178,40

Farbbalkengenerator ..... 6/83 So DM 179,80

Klirrfaktor-Meßgerät inkl. Spez.-Potis + Meßwerk ..... 6/83 So DM 179,80



## Aktuell Mai 1987 zu diesem Heft

MIDI-to-Drum mit progr. EPROM ..... So DM 158,90

UKW-Frequenzmesser ..... So DM 79,80

Zweiklingel mit Telefonosound ..... DM 8,70

HF-Baukasten: Netzteil ..... DM 69,70

HF-Baukasten: NF-Verstärker ..... DM 12,90

Delta-Delay (Heft 7-8/86) ..... So DM 146,90

Unsere Bauteile sind speziell auf ELRAD-ELEKTOR-FUNKSCHAU-ELO- und PE-Bauanleitungen abgestimmt. Auch für Bestellungen aus dieser Anzeige können Sie das kostensparende Vorauskasse-System benutzen. Überweisen Sie den Betrag auf unser Postgiro- oder Bank-Konto, oder senden Sie mit der Bestellung einen Scheck. Bei Bestellungen unter DM 200,— Warenwert plus DM 5,— für Porto und Verpackung (Ausland DM 7,90). Über DM 200,— Lieferwert entfallen diese Kosten (außer Ausland und So). (Auslandsüberweisungen nur auf Postgiro-Konto.) — Angebot und Preise freibleibend. Kein Ladenverkauf — Stadtsparkasse Mönchengladbach Konto-Nr. 81 059 — BLZ 310 500 00. Postgirokonto Köln 235 088 509.

## HECK-ELECTRONICS

Inh.: Hartung Heck  
Waldstraße 13 5531 Oberbettingen Telefon 0 65 93/10 49

# SOFT-WARE

Statistik mit dem C-64

Dr. Oskar Hoffmann

Statistik mit dem C-64  
Best.-Nr.: A 13129

Dr. Oskar Hoffmann  
**Statistik mit C-64**  
Deskriptive und analytische Statistik, uni- und multivariate Verfahren

Dieses Softwarepaket erlaubt unter Verwendung der hochauflösenden Graphik des C-64 die anschauliche Präsentation des Datenmaterials und der Resultate statistischer Analysen. Der Einsatz in nahezu allen Bereichen wird ermöglicht durch das breit angelegte Spektrum verfügbarer Verfahren (statistische Kenngrößen, Box- und Whisker-Plots, Histogramme, Vergleich zweier oder mehrerer Stichproben, Analyse von Kontingenztafeln, Korrelation und Regression, mehrdimensionale Varianzanalyse, Faktorenanalyse), Operationen mit Matrizen und Vektoren (incl. der Lösung linearer Gleichungssysteme und der Matrixinversion) sind ebenfalls abrufbar. Zusätzlich erhält der Benutzer Zugang zu allen im System enthaltenen Assembler-Routinen, auf die er auch für die eigene Programmierung zurückgreifen kann.

Das System zeichnet sich durch eine klare Benutzung unter Einsatz der Menütechnik aus. Weitergehende Informationen vermittelt das umfangreiche Handbuch, in welchem ausführlich die Grundprinzipien und Bedienung erläutert werden. Neben der Einführung in die Theorie der verfügbaren Methoden enthält es Hinweise zur Interpretation der Ergebnisse und demonstriert die Anwendung der Programme an zahlreichen Beispielen.

DM 84,80 Buch und Diskette für den C-64

Lange gesucht und endlich gefunden: ein gutes Statistik-Programm-Paket für den C-64... Das System ist in einzelne Programme aufgeteilt, deren Bedienung gut beschrieben wird. Für Statistik-Anfänger ist eine mit Beispielen aufgelockerte Einführung in die Theorie der verfügbaren Methoden im Buch enthalten... Insgesamt stellt dieses Statistik-System ein sehr brauchbares Hilfsmittel für alle diejenigen dar, die unabhängig von einem Großrechner ihre möglicherweise recht umfangreichen Daten statistisch auswerten möchten.

DATA WELT 5/86  
Best.-Nr. A 13129



Dr. Oskar Hoffmann  
**Statistik mit BASIC**  
Programme für jeden Kleincomputer

Dem Anfänger und mathematisch nicht speziell ausgebildeten Praktiker soll ein schneller Zugang zu den gebräuchlichsten statistischen Verfahren ermöglicht werden. Das Buch stellt einen Satz von 30 Programmen zur Verfügung, die durch strikte Beschränkung auf ein „Minimal-BASIC“ praktisch auf jedem Heimcomputer ablaufähig sind. Die Übernahme auf beliebige Rechner wird dadurch erleichtert, daß keines der Programme mehr als 40 Befehlszeilen enthält. Jedes ist ausführlich dokumentiert und mit Hinweisen zur Bedienung und Interpretation der Ergebnisse versehen. Beispiele aus verschiedenen Gebieten, speziell auch aus dem wirtschafts- und sozialwissenschaftlichen Bereich, verdeutlichen die Anwendungsmöglichkeiten. Die erforderlichen theoretischen Grundlagen werden ohne aufwendige mathematische Ableitungen vermittelt. Das Methodenspektrum umfaßt die deskriptive Statistik, Testverfahren zum Vergleich zweier oder mehrerer Stichproben, die Regressions- und Korrelationsrechnung.

DM 39,80 Best.-Nr. 0128-6  
Programmdiskette für Apple DOS DM 49,80 Best.-Nr. 01128

Ich bitte um kostenlose Zusendung Ihres Katalogs.

**Bestell-Coupon**  
Senden Sie mir zu den genannten Preisen (zzgl. DM 3,50 Versandkostenpauschale) folgende Titel:  
Best.-Nr. A 13129  Best.-Nr. 0128-6  Best.-Nr. 01128

Verrechnungsscheck anbei  
Name: \_\_\_\_\_  
Straße: \_\_\_\_\_  
PLZ/Ort: \_\_\_\_\_  
Unterschrift: \_\_\_\_\_

(für Jugendliche unter 18 Jahren der Erziehungsberechtigte)

Verlag HEISE GmbH  
Heinz Bissendorfer Straße 8  
3000 Hannover 61

ST/Ho 1.2

**Völkner**  
**SONDERLISTE 1/87**  
Sensationelle Sonderangebote!  
Apple IIc 798,-

zeug- und Haustechnik, Bausätze, Bausteine, Literatur, aktive und passive Bauelemente, Sortimente, Meß- und Computertechnik, Unterhaltungselektronik und Audiotechnik.

Besonderes Bonbon: Apple IIc-Computer mit Apple-Thermodrucker bzw. Apple-'Image-Writer' als Komplett-Paket zu einem sehr günstigen Preis.

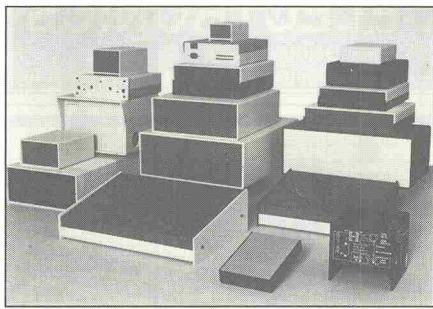
Zur Kataloganforderung kann die gelbe elrad-Kontaktkarte benutzt werden.

Völkner-Electronic GmbH & Co. KG, Postfach 53 20, 3300 Braunschweig, Tel. (0531) 87 62-0.

#### Elektronik-Versand

#### **Extrablatt**

Die neue Völkner-Sonderliste 1/87 bietet reichlich Sonderangebote aus den Bereichen Werk-



Gehäuse

#### **Maßgeschneidert**

Die Suche nach passenden Gehäusen für elektronische Schaltungen stößt oft auf Schwierigkeiten. Eine völlig neue Generation von Kunststoffgehäusen soll dem abhelfen.

Die Firma T.I.T. Häussler Electronic bietet ein Standardprogramm ab Lager an, vor allem aber Gehäuse nach Kundenspezifikationen. Material: 3 mm oder 4 mm starkes Polystyren, in Sonderfällen auch 2 mm. Aufbau: 2 paßformgenaue Gehäuseschalen für Boden und Deckel sowie Front- und Rückseite. Alle Teile sind in 8 verschiedenen Farben lieferbar.

Bei kundenspezifischen Gehäusen sind Bohrungen, Langlöcher, Schlitz-

ze, Vertiefungen, Führungsschienen oder Auflagepunkte machbar. Abschirmungen sind ebenfalls möglich.

T.I.T. Häussler Electronic GmbH, Zehntfeldstr. 81, 8000 München 82, Tel. (0 89) 4 31 00 58.

#### Elektronik-Bausätze

#### **High Q-Kits**

Die Firma Schilling Elektronik in Wiesbaden hat den Vertrieb der Velleman-Bausätze für den Bereich der Bundesrepublik Deutschland und Westberlin übernommen.

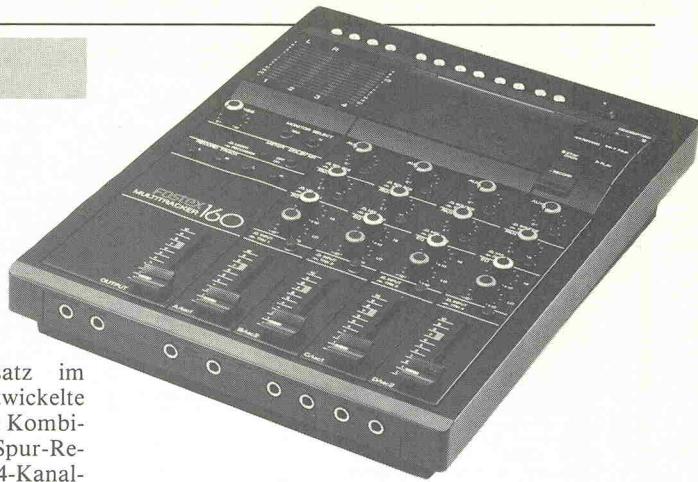
Zur deutschen Markteinführung stehen dem Fachhandel 200 Starter-Sets zur Verfügung. Das

#### Multitracker

#### **Studio-Notiz-block**

Für den Einsatz im Heimstudio entwickelte Fostex eine neue Kombination aus 4-Spur-Rekorder und 4-Kanal-Mischpult, die ein besonders schnelles, übersichtliches und präzises Arbeiten ermöglicht.

Die besonders hervorzuhebenden Merkmale des Gerätes sind doppelte Bandgeschwindigkeit des Kassettenlaufwerkes mit servo-gesteuertem FG-Motor, servo-unterstützte Bedienungsschalter und last not least die Rauschunterdrückung vom Typ Dolby C, die von Anfang an zum technischen Markenzeichen der Fostex-Rekorder wurde.



Wer bei der Aufnahme ständig beide Hände am Instrument lassen muß, kann während der Overdubs auch per Standard-Fußschalter die Punch IN/OUT-Funktion auslösen. Bei der Fostex 160 lassen sich allerdings immer nur jeweils zwei Spuren (1/3 oder 2/4) gleichzeitig bespielen. Die Zuweisung der Signale von der Mischpultsektion erfolgt über die Panoramaregler.

Das Mischpult kann dank der separaten Line-

und Mikrofonbuchsen Signalquellen mit unterschiedlichen Pegeln verarbeiten. Die AUX-Regler lassen sich in zweifacher Hinsicht nutzen: bei der Originalaufnahme als Monitormischfeld und beim Remix als Effect-Send-Potis.

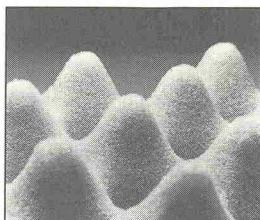
Das Gerät kostet 1535 D-Mark und kann im Fachhandel getestet und gekauft werden.

Studiosound + Musik GmbH, Langwiesenweg 7-9, 6370 Oberursel, Tel. (0 61 71) 5 20 53.

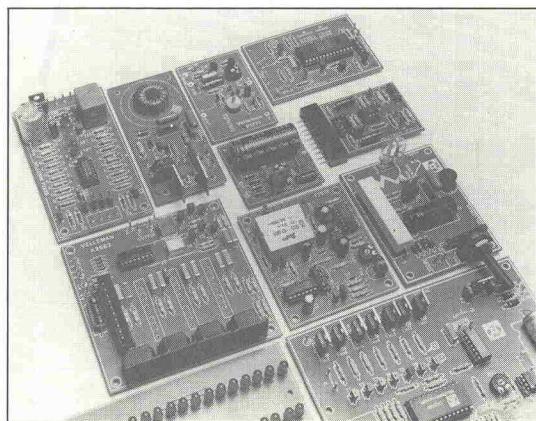
ung durch die Noppenstruktur soll auch eine wirksame Absorption der Gehäuse-Resonanzen erreicht werden.

Die Dämpfungselemente mit der Bezeichnung Hogofon PZ 2048 messen 50 × 100 cm bei einer Gesamthöhe von 48 mm. Der Preis liegt bei 29 DM/m<sup>2</sup>.

Dr. Hubert GmbH, Im Westenfeld 22, 4630 Bochum-Querenburg, Tel. (02 34) 70 46 13.



Wellen, welche zu Klangverfärbungen führen, wirkungsvoll zu reduzieren. Aufgrund der Oberflächenvergrößer-



Programm ist in einem 16-seitigen Katalog zusammengefaßt. Das herstellerseitig als 'High Quality-Kit' bezeichnete Sortiment ist so ausgelegt, daß verschiedene Bausätze miteinander kombiniert werden können.

Interessierte Fachhändler wenden sich an untenstehende Adresse.

Schilling Elektronik, Adolfstraße 12, 6200 Wiesbaden, Tel. (0 61 21) 30 36 21.

# BURMEISTER-ELEKTRONIK

Postfach 12 36 · 4986 Rödinghausen · Tel. 052 26/1515

Versand per Nachnahme oder Vorausrechnung zzgl. Porto u. Verp. Lieferungen ins Ausland nur gegen Vorausrechnung ab 100,- DM Bestellwert. Fordern Sie kostenlos unsere Neuheitenliste 87 und Angebotsliste C6 mit weiteren Angeboten und genauen technischen Beschreibungen an. Sonderanfertigungen nur gegen schriftliche Bestellung.

## Ringkerentransformatoren nach VDE 0550

Deutsches Markenfabrikat  
Industriequalität

**Kleine Abmessungen**  
**sehr geringes Gewicht**  
**hohe Leistung**  
**sehr geringes Streufeld**



80 VA . . . . .	42,50 DM	120 VA . . . . .	52,40 DM
R 8012 2x12V 2x3,4A		R 12015 2x15V 2x4,0A	
R 8015 2x15V 2x2,7A	77x46 mm	R 12020 2x20V 2x3,0A	95x48 mm
R 8020 2x20V 2x2,0A	0,80 kg	R 12024 2x24V 2x2,5A	1,30 kg
R 8024 2x24V 2x1,7A		R 12030 2x30V 2x2,0A	
170 VA . . . . .	57,90 DM	250 VA . . . . .	66,90 DM
R 17015 2x15V 2x5,7A		R 25018 2x18V 2x7,0A	
R 17020 2x20V 2x4,3A	98x50 mm	R 25024 2x24V 2x5,2A	115x54 mm
R 17024 2x24V 2x3,6A	1,60 kg	R 25030 2x30V 2x4,2A	2,40 kg
R 17030 2x30V 2x2,9A		R 25036 2x36V 2x3,5A	
340 VA . . . . .	74,80 DM	500 VA . . . . .	99,80 DM
R 34018 2x18V 2x9,5A		R 50030 2x30V 2x8,3A	
R 34024 2x24V 2x7,1A	118x57 mm	R 50036 2x36V 2x7,0A	134x64 mm
R 34030 2x30V 2x5,7A	2,80 kg	R 50042 2x42V 2x6,0A	3,70 kg
R 34036 2x36V 2x4,7A		R 50048 2x48V 2x5,2A	
700 VA . . . . .	125,70 DM	1100 VA . . . . .	174,50 DM
R 70030 2x30V 2x12,0A		R 110032 2x32V 2x17,2A	
R 70042 2x42V 2x 8,3A 139x68 mm		R 110038 2x38V 2x14,5A 170x72 mm	
R 70048 2x48V 2x 7,3A 4,10 kg		R 110050 2x50V 2x10,0A 6,00 kg	
R 70060 2x60V 2x 5,8A		R 110060 2x60V 2x 9,2A	

## Ringkerentransformator-Sonderservice

Wir fertigen Ihnen ganz speziellen Ringkerentransformator maßgeschneidert. Sonderanfertigungen aller oben angegebenen Leistungsklassen erhalten Sie mit Spannungen Ihrer Wahl!

**Mögliche Eingangsspannungen:** 220V, 2x110V

**Mögliche Ausgangsspannungen:** Spannungen von ca. 8V–100V

**Der Preis für Sonderanfertigungen beträgt:**

Grundpreis des Serientrafos mit entsprechender Leistung plus 12,- DM. Dieser Preis enthält zwei Ausgangspg. oder eine Doppelpg. Ihrer Wahl. Weitere Spannungen oder Spannungsabgriffe jeweils Aufpreis 5,- DM.

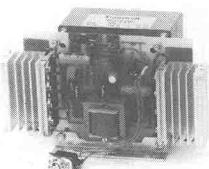
**Schirmwicklung** zwischen Primär- und Sekundärwicklung 4,- DM.

Die Lieferzeit für Sonderanfertigungen beträgt 2–3 Wochen!

## Transformatoren für viele elrad-Schaltungen, auch hochwertige Röhrenübertrager lieferbar

### 220 V / 50 Hz-Stromversorgung – netzunabhängig aus der 12 V- oder 24 V-Batterie

#### FA-Rechteck-Wechselrichter



Ausgangsspannung  
220 V ungeregelt,  
rechteckförmig ●  
Frequenz 50 Hz ± 0,5% ●  
Wirkungsgrad ca.  
90% ● geringer  
Leerlaufstrom ●  
kurzeitig bis zur  
1,5-fachen Nennleistung überlastbar.  
12V- oder 24V-Ausführung zum gleichen  
Preis lieferbar.  
**Batteriespannung angeben!**

**Bevorzugte Einsatzbereiche sind u.a.:**

Verbraucher mit nicht zu hoher Anlaufleistung  
wie z.B. Beleuchtung, Fernseher, kleinere  
Motoren u.s.w.

Weitere technische Angaben siehe Liste C6.

**Betriebsbereiter offener Baustein:**

FA 5 F 12V oder 24V – 200VA . . . . . 210,50 DM  
FA 7 F 12V oder 24V – 400VA . . . . . 289,30 DM  
FA 9 F 12V oder 24V – 600VA . . . . . 364,50 DM

**Betriebsbereites Gerät im Gehäuse mit  
Steckdose, Polklemmen und Schalter:**

FA 5 G 12V oder 24V – 200VA . . . . . 262,70 DM  
FA 7 G 12V oder 24V – 400VA . . . . . 352,70 DM  
FA 9 G 12V oder 24V – 600VA . . . . . 429,00 DM

#### Batterieladegeräte der Spitzenklasse

autom. Ladespannungsüberwachung durch IC-Steuerung ● spezielle Trafo-Drossel-Kombination für optimale Ladestromregelung ● dauerkurzschlußfest ● Ladestromregelung in weitem Bereich unabhängig vom Ladezustand der Batterie und der versorgenden Netzspannung ● minimale Wärmeentwicklung durch Spezial-Gleichrichter ● zwei Ladestufen: 2/20A bzw. 5/50A ● optische Ladezustandsanzeige.

**Einsatzbereiche:** Lade- und Schnell-Ladegerät in Werkstätten, Reisemobilen, Bussen, Booten usw., Versorgung von Akkus in Notstromversorgungen, Wochenendhäusern usw.

#### UWR-Trapez-Wechselrichter



Ausgangsspannung  
220V ± 3%, treppenförmig ● Frequenz 50 Hz quarzgest. ● 85–90% Wirkungsgrad ● hoch überlastbar ● kurzschiuß- und verpolungsgeschützt.  
UWR-Wechselrichter liefern eine geregelte treppenförmige Ausgangsspannung, welche ein sinus-ähnliches Verhältnis zwischen Effektiv- und Scheitelwert besitzt.

**Bevorzugte Einsatzbereiche sind u.a.:**

Verbraucher mit hoher Leistungsaufnahme und überhöhter Anlaufleistung.

Weitere technische Angaben siehe Liste C6.

UWR 12/350 12V/350VA . . . . . 764,- DM  
UWR 24/350 24V/350VA . . . . . 764,- DM  
UWR 12/600 12V/600VA . . . . . 997,- DM  
UWR 24/600 24V/600VA . . . . . 997,- DM  
Aufpreis für Einschaltautomatik . . . . . 80,- DM

UWR 12/1000 12V/1000VA . . . . . 1697,- DM  
UWR 24/1200 24V/1200VA . . . . . 1547,- DM  
UWR 24/2000 24V/2000VA . . . . . 2165,- DM  
Aufpreis für Einschaltautomatik . . . . . 130,- DM

## Qualitätstransformatoren nach VDE 0550

Deutsches Markenfabrikat – Industriequalität

kompakt, streuarm, für alle Anwendungen

42 VA . . . . .	21,40 DM	76 VA . . . . .	31,50 DM
601 2x 6V 2x3,5A		702 2x12V 2x3,2A	
602 2x12V 2x1,8A		703 2x15V 2x2,6A	
603 2x15V 2x1,4A		704 2x18V 2x2,2A	
604 2x18V 2x1,2A		705 2x24V 2x1,6A	
125 VA . . . . .	36,20 DM	190 VA . . . . .	49,40 DM
851 2x12V 2x5,3A		901 2x12V 2x8,0A	
852 2x15V 2x4,3A		902 2x20V 2x4,8A	
853 2x20V 2x3,2A		903 2x24V 2x4,0A	
854 2x24V 2x2,6A		904 2x30V 2x3,2A	
			250 VA . . . . . 59,60 DM
			951 2x12V 2x11,0A
			952 2x20V 2x 5,7A
			953 2x28V 2x 4,5A
			954 2x36V 2x 3,5A



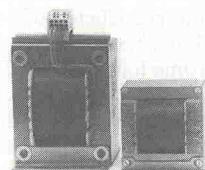
## Netz-Trenn-Transformatoren

Primärspannung: 220V	– Sekundärspannungen: 190/205/220/235/250V
940 150 VA . . . . .	45,60 DM
990 260 VA . . . . .	61,90 DM
1240 600 VA . . . . .	89,80 DM

1640 1000 VA . . . . .	135,90 DM
1740 1300 VA . . . . .	169,50 DM
1840 1900 VA . . . . .	249,00 DM

Primärspannung: 110 und 220V	– Sekundärspannungen: 110 und 220V
2250 260 VA . . . . .	61,90 DM
2400 400 VA . . . . .	79,40 DM

600 VA . . . . .	89,80 DM
600 VA . . . . .	89,80 DM



## Transformator-Sonderservice

Wir fertigen Ihnen ganz speziellen Transformator maßgeschneidert. Sonderanfertigungen aller aufgeführten Leistungsklassen erhalten Sie mit Spannungen Ihrer Wahl!

**Mögliche Eingangsspannungen:** 220V, 2x110V, 380V oder Spannungen nach Ihrer Wahl.

**Mögliche Ausgangsspannungen:** Spannungen bis 1.000V – bei einem Strom von mind. 0,050 A. Für Spannungen ab 200V müssen Sie aufgrund des notwendigen erhöhten Isolationsaufwandes den Faktor 1,25 in Ihre Leistungsberechnung einbeziehen.

**Beispiel:** 400V x 0,050A = 20VA x 1,25 = **25 VA**.

**Bestellbeispiel:** gewünschte Spannung: 2x21V 2x2,5A.

Rechnung: 21x2,5 + 21x2,5 = 105 VA – passender Trafo = Typ 850

Typ 500 24 VA . . . . .	22,90 DM	Typ 1350 700 VA . . . . .	129,10 DM
Typ 600 42 VA . . . . .	26,70 DM	Typ 1400 900 VA . . . . .	159,50 DM
Typ 700 76 VA . . . . .	36,60 DM	Typ 1500 1300 VA . . . . .	198,70 DM
Typ 850 125 VA . . . . .	42,50 DM	Typ 1600 1900 VA . . . . .	278,00 DM
Typ 900 190 VA . . . . .	57,40 DM	Typ 1700 2400 VA . . . . .	339,50 DM
Typ 950 250 VA . . . . .	67,60 DM	Typ 1950 3200 VA . . . . .	419,20 DM
	92,60 DM		

Im angegebenen Preis sind eine Eingangsspannung und zwei Ausgangsspannungen enthalten. Weitere Spannungen oder Spannungsabgriffe werden mit **jeweils 1,80 DM** berechnet.

**Schirmwicklung** zwischen Primär- und Sekundärwicklung **1,80 DM**.

Die Typen 1500–1950 werden ohne Aufpreis imprägniert und ofengetrocknet geliefert. Anschlußklemmen entsprechen Industrie-Ausführung. Die Lieferzeit für Sonderanfertigungen beträgt 2–3 Wochen.

#### UWS-Sinus-Wechselrichter



Ausgangsspannung  
220V ± 3%, sinusförmig ● Frequenz 50 Hz quarzgest. ● Wirkungsgrad 80–85% ● geringer Leerlaufstrom ● kurzschiuß- und verpolungsgeschützt ● Überlastschutz ● stabiles Stahlblechgehäuse.

UWS-Wechselrichter arbeiten nach neuestem technischen Prinzip, welches den niedrigen Wirkungsgrad und die starke Wärmeentwicklung von Geräten nach herkömmlichen Prinzipien vergessen lässt. Mit UWS-Wechselrichtern können grundsätzlich alle 220V-Verbraucher betrieben werden.

**Bevorzugte Einsatzbereiche sind u.a.:**

Hochfrequenz-Geräte ● Meß- und Prüfgeräte EDV-Anlagen ● HiFi- und Video-Anlagen.

Weitere technische Angaben siehe Liste C6.

UWS 12/250 12V/250VA . . . . . 895,- DM  
UWS 24/300 24V/300VA . . . . . 895,- DM  
UWS 12/500 12V/500VA . . . . . 1185,- DM  
UWS 24/600 24V/600VA . . . . . 1185,- DM  
Aufpreis für Einschaltautomatik . . . . . 80,- DM



UWL 12-20 12V/20A . . . . . 369,- DM

UWL 24-20 24V/20A . . . . . 498,- DM

UWL 12-50 12V/50A . . . . . 569,- DM

UWL 24-50 24V/50A . . . . . 798,- DM

**Batteriekabel**, 3 m Länge, mit Klemmen, passend für:

UWL 12-20 u. 24-20 . . . . . 15,- DM

UWL 12-50 u. 24-50 . . . . . 23,- DM

## Verlustfreie Strommessung mit dem **SENSEFET**

Strommessung ist prinzipiell ein Verlustgeschäft. Man benötigt entweder einen Meßwiderstand (auch als Fühlerwiderstand bezeichnet), der vom Laststrom durchflossen wird, oder einen Stromwandler. Beim Einfügen eines Meßwiderstandes treten im allgemeinen Verlustleistungen, Spannungsabfälle oder Erhöhung der Ausgangsimpedanz von Spannungsquellen auf; besonders dann, wenn es sich um hohe Ströme handelt. Der Einsatz des Stromwandlers beschränkt sich auf Wechselstrommessungen und hat außerdem den Nachteil, daß bei langsam veränderlichen Strömen Meßfehler auftreten können.

Für in Halbleitertechnik ausgeführte Leistungssteuerungen ist dieses Problem kein Thema mehr. Ein neuer Leistungs-MOSFET-Typ von Motorola erlaubt durch einen zusätzlichen Anschluß die verlustlose Messung des Drain-Source-Stromes. Der Name des Transistors: SENSEFET.

### **Power-MOSFET: schon immer eine Art IC**

Der SENSEFET nutzt die Tatsache aus, daß alle Leistungs-MOS-Transistoren im Prinzip ICs sind. Jeder Leistungs-MOSFET enthält tausend bis zehntausend sehr kleiner Einzel-MOSFETs, die alle parallel geschaltet sind. Da sich die Durchlaßwiderstände der Drain-Source-Strecken der Einzel-MOSFETs nicht wesentlich unterscheiden, verteilt sich der Gesamtstrom ziemlich gleichmäßig auf die Einzeltransistoren.

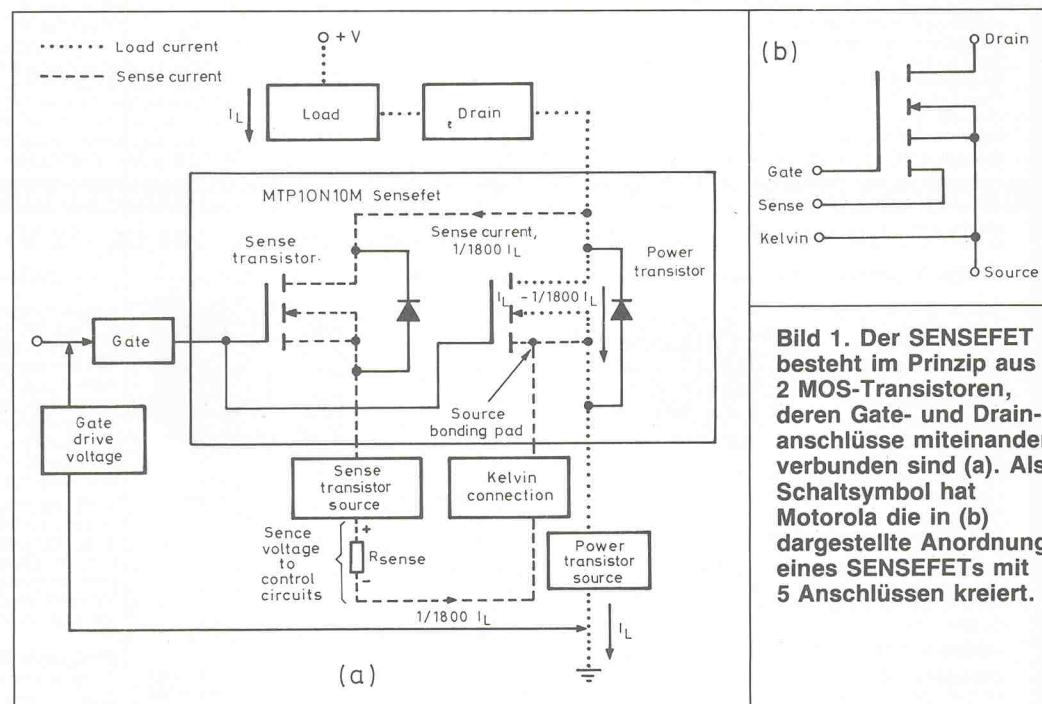
Der SENSEFET mißt den Strom mit unabhängigen Transistorzellen, die Fühlerzellen genannt werden. Bei dem MTP10N10M von Motorola sind es zwei von 3600 Zellen. Die Source-Anschlüsse dieser Fühlertransistoren sind nicht mit dem Haupt-Source-Anschluß verbunden, sondern an einen getrennten Anschluß herangeführt (Bild 1). Die Gate- und Drain-Anschlüsse der Fühlerzellen oder Fühlertransistoren sind nach wie vor mit den

**Ein neuartiger Leistungs-MOSFET ermöglicht die Messung des Laststromes ohne den normalerweise notwendigen Fühlerwiderstand.**

rola ein neues Schaltsymbol kreiert (Bild 1b).

In dem Prinzip-Schaltbild liegt der Strom-Meßwiderstand  $R_{sense}$  zwischen dem Fühler und dem Kelvin-Anschluß. Der Spannungsabfall über diesem Widerstand ist dem durch die Drain-Source-Strecke des Leistungstransistors fließenden Strom direkt proportional. Der Kelvin-Anschluß ist intern un-

Der Kelvin-Anschluß verhindert Fehler, die durch Spannungsabfall des Laststromes über parasitären Widerständen und parasitären Induktivitäten auftreten, wenn der Transistor mit hoher Geschwindigkeit hohe Ströme schalten muß. Diese Widerstände und Induktivitäten werden von der internen Verdrahtung zwischen Anschlußplatte und Anschlußstift des Transistors und natürlich



**Bild 1.** Der SENSEFET besteht im Prinzip aus 2 MOS-Transistoren, deren Gate- und Drainanschlüsse miteinander verbunden sind (a). Als Schaltsymbol hat Motorola die in (b) dargestellte Anordnung eines SENSEFETs mit 5 Anschlüssen kreiert.

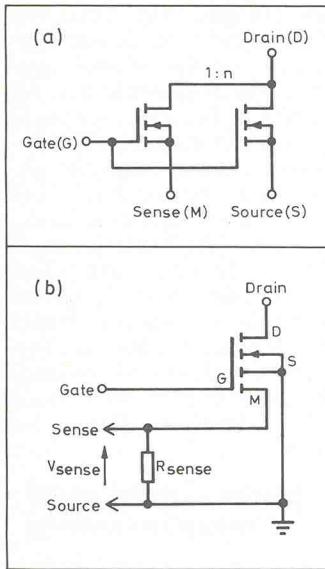
anderen Transistoren verbunden, durch deren Parallelschaltung der eigentliche Leistungstransistor entsteht.

Schematisch läßt sich der SENSEFET durch zwei MOS-Transistoren darstellen, deren Gate- und Drain-Anschlüsse verbunden sind, siehe Bild 1a. Da sich die komplexe Anordnung zeichnerisch nicht so leicht darstellen läßt, hat Moto-

mittelbar mit der Anschlußplatte des Source-Anschlusses verbunden. Im Gegensatz zu den auf dem Substrat angebrachten Anschlußplatten der meisten ICs beanspruchen die 'riesigen' Anschlußplatten der Leistungs-MOSFETs keinen zusätzlichen Platz auf der Substrat-Oberfläche. Sie sind nämlich direkt oberhalb der aktiven Zellen angebracht. Bild 3 verdeutlicht die Anordnung.

auch von der externen Verdrahtung am Source-Anschluß gebildet.

Der Wert des Fühlerwiderstandes  $R_{sense}$  ist nicht kritisch, da der Fühlerbereich als Transistor-Stromquelle arbeitet. Es ist wesentlich schwieriger, speziell bei Linearanwendungen (Klasse-A-Betrieb), den maximalen Spannungsabfall über dem Fühlerwiderstand  $R_{sense}$



**Bild 2.** Vereinfachte schematische Darstellung eines SENSEFETs (a) und typische Beschaltung (b).

gering gegenüber der Gate-Steuerspannung  $U_{GS}$  zu halten.

### Viel Feeling? Die Bemessung von $R_{sense}$

Wie aus Bild 1a zu ersehen ist, stehen Fühlerstrom und Laststrom im Verhältnis  $1:n$ , vorausgesetzt, der Fühleranschluß und der Source-Anschluß weisen den gleichen Bezugspunkt auf. Legt man den Fühlerwiderstand  $R_{sense}$  zwischen diese beiden Anschlüsse, wird das Verhältnis zwar etwas verfälscht, ist aber immer noch für kleine Werte von  $R_{sense}$  hinreichend genau definiert.

Es gibt drei unterschiedliche Arbeitszustände:

- Die Strecken D-S und D-M sind voll durchgeschaltet, wobei  $R_{sense}$  viel kleiner als  $R_{DM(on)}$  ist.

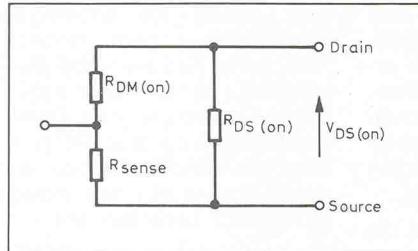
- Beide Strecken sind voll durchgeschaltet, wobei  $R_{sense}$  viel größer als  $R_{DM(on)}$  ist.

- Linearbetrieb

Hierbei bezeichnet  $R_{DM(on)}$  den Drain-Source-Widerstand der Fühlerzellen im durchgeschalteten Zustand.

Wenn  $R_{sense}$  viel kleiner als  $R_{DM(on)}$  gewählt wird, erreichen in Schaltanwendungen die Teilverhältnisse ihre Extremwerte. Ist  $R_{sense}$  nahezu Null, entspricht der Fühlerstrom dem Laststrom, dividiert durch das Teilverhältnis  $n$ . Die Meßunsicherheit bleibt innerhalb 10%, und der Fühlerstrom hängt nur von der Gleichheit der individuellen Transistorzellen innerhalb des Leistungstransistors ab.

Gibt man  $R_{sense}$  einen sehr hohen Wert, so verringert sich der Fühlerstrom. Die Schaltung in Bild 4 erklärt, warum. Da  $U_{DS(on)}$  konstant bleibt, wenn  $R_{sense}$  zunimmt, verringert sich dabei der durch den Fühleranschluß fließende Stromanteil. Erhöht man beispielsweise  $R_{sense}$  auf den Wert  $R_{DM(on)}$ , wird der auswertbare Fühlerstrom halbiert. Solange  $R_{sense}$  klein gegenüber  $R_{DM(on)}$  bleibt,



**Bild 4.** Prinzipschaltung zur Verdeutlichung der Widerstände der Drain-Source-Strecken.

ist der Fühlerstrom primär durch das Teilverhältnis definiert. Wenn jedoch  $R_{sense}$  wesentlich größer als  $R_{DM(on)}$  dimensioniert wird, arbeitet die Fühlerzelle eher als Schalter denn als linearer Teiler, der Fühlerstrom wird durch  $U_{DS(on)}/R_{sense}$  bestimmt.

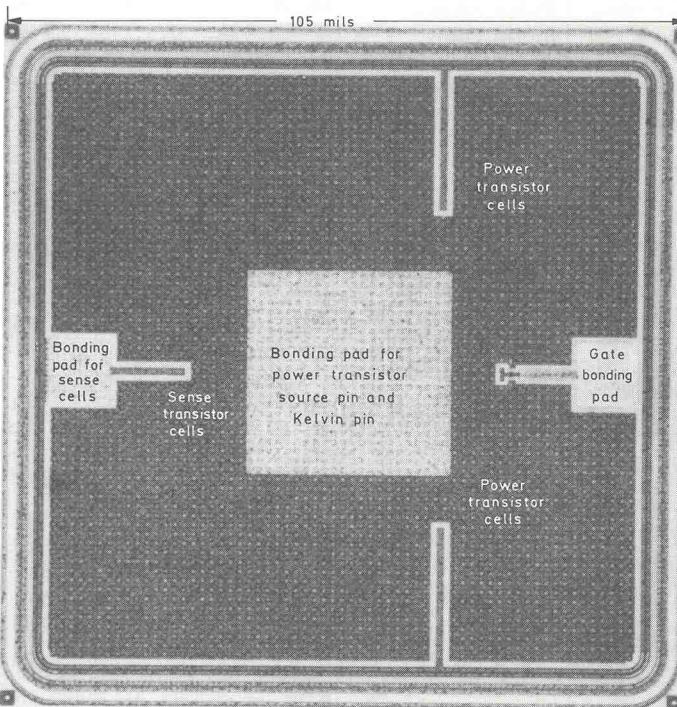
Hierbei wird der Durchlaßwiderstand des eigentlichen Leistungsteils als Fühlerwiderstand benutzt, und die Fühlerzelle arbeitet nur noch als Schalter. Diese Einstellung erzeugt zwar höhere Fühlerspan-

nungen, mit denen es sich leichter arbeiten läßt, schränkt aber doch die Genauigkeit erheblich ein. Die durch die Exemplarstreuungen auftretenden unvermeidbaren Abweichungen von  $R_{DS(on)}$  und die Temperaturfehler sind wesentlich größer als die Abweichungen, die durch Unterschiede der kleinen Einzeltransistoren innerhalb des Leistungstransistors hervorgerufen werden.

Im Linearbetrieb liegt  $R_{sense}$  in Reihe mit einer Stromquelle und hat somit keinen unmittelbaren Einfluß auf den Fühlerstrom. Es ist im Gegensatz dazu sehr viel wahrscheinlicher, daß eine Beeinflussung der Gate-Source-Vorspannung auftritt. Da sich die Fühlerspannung von der Gate-Source-Spannung der Fühlerzelle subtrahiert, wird der Strom der Fühlerzelle verringert. Dadurch tritt eine Veränderung der Gate-Vorspannung auf, wodurch sich das Teilverhältnis als Funktion von  $R_{sense}$  ändert. Wie auch in den Schaltanwendungen, erreicht man mit mittleren Werten des Fühlerwiderstandes eine vorhersagbare Änderung des Teilverhältnisses, so daß immer noch ausreichend genaue Messungen möglich sind.

### SENSEFET und Pulsbreiten- steuerung

Was läßt sich mit dem SENSEFET anfangen? Die Bilder 5 und 6 zeigen zwei Schaltungsbeispiele. In Bild 5 ist der SENSEFET in einer Motorsteuerung eingesetzt, wobei die Motordrehzahl über eine Pulsbreitenmodulation gesteuert wird. Im normalen Betrieb arbeitet die Steuerung des Motors wie mit einem konventionellen Leistungs-MOSFET. Die Lastsetzung setzt eine Steu-



**Bild 3.** Motorola's SENSEFET verwendet einen oder mehrere MOS-Transistoren oder 'Zellen', um einen Teil des Laststromes zu messen. Der von der Zelle gelieferte Strom ist eine direkte Funktion des Verhältnisses der Anzahl der Transistoren der Meßzelle zur Gesamtzahl der Transistoren des FETs. Im ersten gefertigten Typ, dem MTP10N10M, beträgt das Verhältnis 2:3600.

zung ein, weil die über dem Fühlerwiderstand  $R_{sense}$  abfallende Spannung die Referenzspannung  $U_{ref}$  überschreitet. Dann wird nämlich der Strombegrenzungskomparator getriggert, der sofort die Steuerung des SENSEFETs abschaltet.

Grundsätzlich erzielt man die besten Resultate, wenn der gewünschte Abschaltstrom eine Fühlspannung in der Größenordnung von 200 mV erzeugt. Dieser Wert ist meistens hoch genug, um Offset- und Rauschprobleme zu vermeiden und noch niedrig genug, um den SENSEFET im Bereich der geringsten Meßunsicherheit zu betreiben.  $R_{sense}$  lässt sich entweder aus der Kurvenschar des

stellte, wobei die verlustlose Strommessung dazu benutzt wird, eine Konstantstrom-Regelschleife zu vervollständigen. Dieser Schaltungstyp zur Drehmomentregelung eines Motors zeigt, wie einfach sich eine variable Stromquelle mit einem SENSEFET herstellen lässt.

In der Schaltung nach Bild 6 liegt eine Referenzspannung am nichtinvertierenden Eingang des Operationsverstärkers. Der OpAmp liefert dann ausreichend Steuerspannung für den Leistungstransistor, so dass über  $R_{sense}$  auch eine ausreichend hohe Gegenkopplungsspannung abfällt, die mit der Referenzspannung verglichen werden kann. In erster

Aspekte. Die Hauptpunkte etwa in einer Motorsteuerung sind Linearität, Temperaturkoeffizient und Unterschiede zwischen mehreren Steuereinheiten, die auftreten, wenn das Leistungsteil voll durchgeschaltet ist.

Linearität: Bei jedem vorgegebenen Drain-Strom hängt die zugehörige Fühlspannung von der Bemessung des Fühlerwiderstandes  $R_{sense}$  ab. Wenn sich bei einer Änderung des Drain-Stroms  $I_D$  auch das Verhältnis  $U_{sense}/I_D$  ändert, liegt ein Linearitätsfehler vor. Dieser wird für einen bestimmten Drain-Strom angegeben und ist auf den vorgegebenen Drain-Strom bezogen. Zu kleineren Werten von  $R_{sense}$  hin verbessert sich die Linearität des SENSEFETs.

Temperaturkoeffizient: Die besten Resultate erzielt man, wenn der Fühlerwiderstand  $R_{sense}$  klein gegen den Durchlaßwiderstand  $R_{DM(on)}$  der Fühlerzelle ist. Bei dem SENSEFET Typ MTP10N10M beträgt — bei  $R_{sense} = 20 \Omega$  und einem maximalen Drain-Strom  $I_D = 10 \text{ A}$  — die Abweichung der Fühlspannung zwischen 25 °C und 125 °C nur etwa 4%. Erhöht man den Wert von  $R_{sense}$  auf 2 kΩ, dann erhält man bereits eine Abweichung von 45%.

Toleranz: Der Parameter, der die Toleranz für einen SENSEFET beschreibt, ist das Teilverhältnis der Fühlerzelle. Es ist für  $R_{sense} = 0$  definiert. Die ersten Spezifikationen garantieren, dass innerhalb eines 10%-Fensters bleibt.

Erhöht man den Wert des Fühlerwiderstandes  $R_{sense}$ , dann nimmt auch die Toleranz zu, da der Fühlerstrom immer mehr von der Drain-Source-Spannung  $U_{DS(on)}$  und weniger von dem Teilverhältnis selbst abhängig ist. Im Grenzfall rufen hohe Werte von  $R_{sense}$  erhebliche Abweichungen hervor, die direkt mit der Drain-Source-Spannung  $U_{DS(on)}$  gekoppelt sind. Unter diesen Bedingungen verschlechtert sich die Toleranz von ursprünglich 10% auf ± 20%.

Im Hinblick auf Linearität, Temperaturverhalten und Toleranz ist es also generell angezeigt, die Meßunsicherheit des SENSEFETs dadurch gering zu halten, dass man den Fühlerwiderstand  $R_{sense}$  möglichst niederohmig dimensioniert. Leider reduziert sich dann natürlich auch die Fühlspannung  $U_{sense}$ , und ein optimaler Entwurf muss einen gesunden Kompromiss zwischen beiden Forderungen erfüllen. Im allgemeinen wird man befriedigende Resultate erzielen, wenn  $R_{sense}$  10%...100% von  $R_{DM(on)}$  beträgt.

### CMOS + SENSEFET = Drehzahlregelung

Als weiteres Anwendungsbeispiel für den SENSEFET ist in Bild 7 eine pulsbreitengesteuerte Drehzahlregelung eines Gleichstrommotors angegeben. Die gesamte Steuerung besteht aus mehreren CMOS-ICs und einem SENSE-Leistungs-MOSFET.

Die Referenzspannungsquelle TL431 liefert 2,5 V und bestimmt den Maximalwert einer rampenförmigen Spannung. Diese Spannung entsteht am Kondensator  $C_T$ . Erreicht die Ladespannung 2,5 V, wird ein RS-FlipFlop getriggert; damit schaltet der parallel zum Kondensator liegende MOSFET BS 170 durch, der den Kondensator bis auf eine Restspannung von etwa 250 mV entlädt. Nun wird das FlipFlop zurückgesetzt, der BS 170 sperrt, und der Zyklus beginnt von vorn. Als RS-FlipFlop dient in diesem Fall das MC 14027B. Die Rampenspannung gelangt auf einen Pulsbreitenmodulator, wobei der Eingangsspannungsbereich 0...2,5 V in einer Pulsbreitenmodulation zwischen Null und 100% resultiert.

Das Pulsbreitensignal wird mit dem Ausgangssignal des Strombegrenzungskomparators über ein Dioden-Gatter ODER-verknüpft und gelangt auf den Reset-Eingang eines FlipFlops, das der Unterdrückung von Doppelimpulsen dient. Der Strombegrenzungskomparator vergleicht eine Referenzspannung von 225 mV

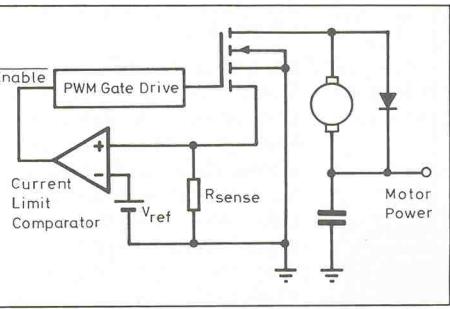


Bild 5.  
Prinzipschaltung  
eines mit  
Pulsbreiten-  
modulation  
geregelten  
Gleichstrom-  
motors.

Datenblattes oder mit der folgenden Gleichung bestimmen:

$$R_{sense} = \frac{U_{ref} \cdot R_{DM(on)}}{I_M \cdot R_{DS(on)} - U_{ref}}$$

In dieser Gleichung bezeichnet  $R_{DS(on)}$  den Durchlaßwiderstand des Leistungsteils,  $R_{DM(on)}$  den Durchlaßwiderstand der Fühlerzelle und  $I_M$  den Motorstrom.  $U_{ref}$  und  $R_{sense}$  sind in Bild 5 angegeben.

### SENSEFET im Linearbetrieb

Die Prinzipschaltung für Linearbetrieb ist in Bild 6 darge-

Annäherung kann man davon ausgehen, dass der Motorstrom  $I_M$  im SENSEFET durch das Teilverhältnis der Fühlerzelle im Verhältnis 1:n dividiert wird und am Fühlerwiderstand  $R_{sense}$  als  $I_M/n$  erscheint. Die Regelung erfolgt ungefähr dann, wenn  $U_{ref}$  gleich  $U_{sense}$  ist oder  $I_M$  etwa  $n \cdot (U_{ref}/R_{sense})$  wird.

### Gütekasse?

Die Meßunsicherheit der Strommeßtechnik mit dem SENSEFET hat mehrere

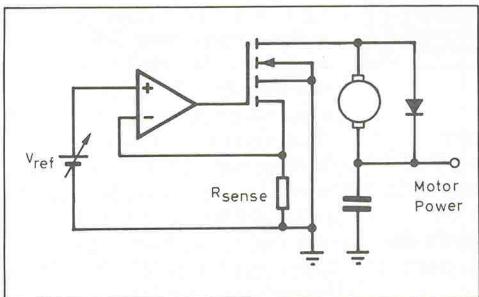


Bild 6. Beispiel  
einer Linearanwendung.

## 70-Watt-Breitband-Lautsprecher

Universaler Breitbandlautsprecher mit ausgezeichneter Breitband-Wiedergabe. In hervorragender Qualität für Musikbelastungen bis zu 70 Watt. Impedanz: 8 Ohm. Frequenzbereich: 50–18 000 Hz. Korb durchmesser: 200 mm. Masseleistung: 70 Watt.

Best.-Nr.: 27-750-6 ..... DM 18,90



### Lautsprecher-Set 3-Weg/160 Watt

Komplett mit Hochleistungs-Frequenzweiche. Set besteht aus 1 Baß 300 mm, 1 Mitteltöner 130 mm, 1 Hochtontalente 97 mm u. Weiche. Imped. 4–8 Ω. Freq. 20–25000 Hz.

Best.-Nr. 27-711-6 ..... DM 79,50

### Universal-Frequenzzähler

Dieser Qualitätsbausatz verfügt über 6 verschiedene Meßmöglichkeiten: Perioden-Zeitintervall und Frequenzverhältnismessung, Frequenzzähler und Oszillatorkreisfrequenz. Periodenmessung: 0,5 μ Sek. – 10 Sek.: Ereigniszählung: 99 999 999; Frequenzmessung: 0–10 MHz; Zeitintervall: bis 10 Sek. Betriebsspannung: 6–9 V, + Stromaufnahm. 100 mA. Best.-Nr. 12-422-6 ..... DM 109,—

## PREISKNULLER!



### Digital-Meßgeräte-Bausatz

Zur äußerst exakten Messung von Gleichspannung u. Gleichstrom: übertrifft jedes Zeigerinstrument in der Genauigkeit. Ideal zum Aufbau eines Digital-Meßgerätes u. zur Strom- u. Spg.-Anzeige in Netzgeräten. Anzeige über drei 7-Segment-Anzeigen. Der zuletzt angezeigte Wert kann abgespeichert werden! Meßmöglichk.: 1 mV bis 999 V u. 0,999 A bis 9,99 A. Betr.-Sp. 5 V = bei Vorw. bis 56 V. 100 mA. Bausatz Best.-Nr. 12-442-6 ... DM 24,95

# SALHÖFER-ELEKTRONIK

Jean-Paul-Straße 19 — D-8650 KULMBACH  
Telefon (0 92 21) 20 36

## Digital-Multimeter



Modernes Präzisions-Digital-Multimeter mit umfangreichen Meßmöglichkeiten.

V=: 200 mV/2/20/200/2000 V  
V≈: 200 mV/2/20/200/700 V  
A=: 20/200 μA/2/20/200 mA  
A≈: 200/2000 μA/2/200 mA/2/  
10 A–30 Sek. 20 A  
Ω: 200 Ohm/2/20/200 Kohm  
2/20 MOhm

Durchgangsprüfer: mit akustischem und optischem Signal.

Transistor-test: HFE  
Diode-test: mit 1 mA Konstantstrom

Genaugkeit: 0,5%

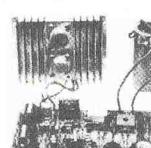
Polaritätsanzeige: automatisch

Eingangswiderstand: 10 MΩm

Anzeige: 10000 LCD, 3 1/2-Stellig  
Dieses Multimeter überzeugt auch durch seine Sicherheit: Überlastschutz in allen Bereichen, Sicherheitsbuchsen und hochflexible Sicherheitsmeßkabel. Inclusiv Batterie, Gerätetasche und ausführlicher Bedienungsanleitung.

Best.-Nr. 21-318-6 ..... DM 169,—

## Hochleistungs-Netzteil 0–18 V/10 A



Für alle, die einen hohen Strom benötigen. Dieses IC-geregelte Netzteil ist in professioneller Schaltungstechnik aufgebaut und überzeugt durch seine konstante Ausgangsspannung. Der Ausgangstrom ist von 1–10 A und die Ausgangsspannung von 0–18 V

stufenlos regelbar. Mit Wahlschalter für manuelle bzw. automatische Strombegrenzung. Mit Überlastanzeige per LED. Lieferung incl. Kühlkörper! Bausatz Best.-Nr. 12-370-6 ..... DM 65,80 pass. Trafo Best.-Nr. 45-302-6 ..... DM 99,—

## Labor-Doppelnetzteil

Mit diesem kurzschlüssigfesten Doppel-

netzteil können Sie sämtliche ±-Spannungen, die man bei Verstärkern, Endstufen, Mikroprozessoren usw. benötigt. Es enthält zwei 0–35 V, 0–3,0 A Netzteile mit vier Einbauteilen. Der Strom ist stufenlos von 1 mA bis 3,0 A regelbar. Spannungsstabilität 0,05%. Restwelligkeit bei 3 A 4 mVeff. Kompl. mit Gehäuse und allen elektronischen und mechanischen Teilen.

Kpl. Bausatz Best.-Nr. 12-319-6 .. DM 198,—

## Amerikanische Polizeisirene



Extrem lautstarke Sirene mit dem Klang der amerikanischen Polizeisirene. Ideal als Warnsignal für Alarmanlagen oder ähnliche Zwecke. Im stabilen und witterfesten Kunststoffgehäuse. Betr.-Sp. 7,5–15 V/300 mA. Abm.: 85 mm Ø, H = 42 mm. Schalldruck: 105–110 dB.

Best.-Nr.: 23-005-6 ..... DM 19,95

## Digitales Kapazitäts- und Induktivitätsmeßgerät

Zuverlässig und genau können Sie mit diesem Meßgerät die Werte von Kondensatoren und Spulen ermitteln. Die Anzeige erfolgt auf einer 3stelligen, 13 mm hohen 7-Segmentanzeige. Betr.-Sp. 5 + 15 V; Meßbereiche: C: 0–999 pF / 9,99 nF / 99,9 nF / 999 nF / 9,99 μF; L: 0–99,9 μH / 9,99 mH / 99,9 mH / 999 mH.

Bausatz Best.-Nr. 12-416-6 ..... DM 46,85

- Multi-Akkulader
- Interessant und preiswert mit vielen Vorteilen:
- Sie können alles von der Knopfzelle bis zum 9 V Akku laden.
- mit grüner Funktionsanzeige
- mit roter Kontrollleuchte für jedes Ladefach
- Sie sehen sofort an der Ladeanzeige und dem Batteriemesser den Zustand Ihrer Akkus.
- bis zu 4 Akkus können Sie gleichzeitig laden.
- Ein erstklassiger Akku-Lader, der sich schon vielfach bewährt hat!

Best.-Nr.: 25-044-6 ..... DM 36,95

## Auto-Fön

In wenigen Minuten trocknen Haare – jetzt sind Sie auch unterwegs immer gut frisiert. Ideal für Reise und Camping! Mit 12 V = Zigarettenanzünderstecker.

Best.-Nr.: 61-013-6 ..... DM 19,95



## Kostenlos

Coupon

erhalten Sie gegen  
Einsendung dieses Coupons  
unseren neuesten

## Elektronik – Spezial-KATALOG

mit 260 Seiten.

**SALHÖFER-Elektronik**  
Jean - Paul - Str. 19  
8650 Kulmbach

C 0160

## 16 Bit-Bausatz-Computer EC 68K

Eurokarten-Module,  
19"-Einschub, universelle  
Anwendungsmöglichkeiten,  
leistungsfähige Software

### CPU nur 499,- DM

Module u.a.: Speicher  
Video/Tastatur · 4 Kan.  
Seriell-Schnittstelle · Floppy  
EPROM-Simulator · MIDI  
Drucker · Sound-Group  
Mouse ...



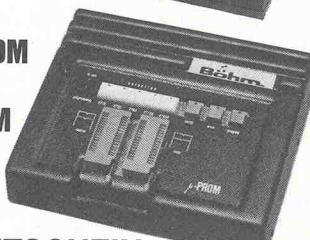
EPROMs superschnell  
kopieren und programmieren:

**μPROM 2000**  
Komplett-Bausatz nur 795,- DM

**μPROM**, das bewährte  
Bausatz ab 375,- DM

**MICRO-DISC 2010**, der  
leistungsstarke Datenspeicher  
mit RS 232-Schnittstelle  
betriebsfertig

**nur 1325,- DM**



## GUTSCHEIN

für kostenloses Informationsmaterial

**Dr. Böhm®**

Elektronische Orgeln im Selbstbau-System  
Kuhlenstraße 130-132 · 4950 Minden  
Telefon (05 71) 5 04 50

**Verlag Heinz HEISE GmbH**  
Bissendorfer Straße 8  
3000 Hannover 61



In B-F-L wird ein vollständig integriertes Geschäftssystem für den Kleinbetrieb vorgestellt. Es umfaßt die 5 Bereiche Dateiverwaltung, Auftragsbearbeitung, Buchhaltung, Statistik und Lagerhaltung. Best. Nr. 0100-6 DM 56,00



Dieser Band stellt ein komplettes Programm Paket von der Organisationsübersicht über den Angebotsvergleich, die Finanzplanung, Akonto-zahlung und Buchhaltung bis hin zum Leistungsverzeichnis- und Ausschreibungssystem dar. Best. Nr. 7005-4 DM 39,80



Hier wird eine Auswahl an Finanzprogrammen geboten, die in leicht verständlicher Form beschrieben sind. Sie können Ihren Computer u.a. die Zins-, Effektivzins-, Zinseszinsberechnungen nach dem amerikanischen und europäischen Verfahren ausführen lassen und Börsen- und Aktienkurse verarbeiten. Best. Nr. 0106-5 DM 45,00



BASIC-Programme mit ausführlicher Programmbeschreibung für den Einsatz im Betrieb. Es werden u.a. behandelt: Investition und Kalkulation, Preis-Absatz-Funktion, Bilanzanalyse, Abschreibung, Wertpapieranalyse. Best. Nr. 07004-6 DM 39,80



Wer seine Buchhaltung weiterhin einem Steuerberater übergeben will, sich aber einen transparenteren Überblick über die geschäftlichen Vorgänge wünscht, findet die Lösung in diesem Buch. Best. Nr. 7039-9 DM 48,00

Sollten unsere Bücher und Softwarepakete nicht bei Ihrem Fachhändler erhältlich sein, bitte direkt anfordern und Verrechnungsscheck zzgl. DM 3,50 Versandkostenpauschale beifügen.

Für schnelle Anfragen: ELRAD-Kontaktkarten in der Heftmitte

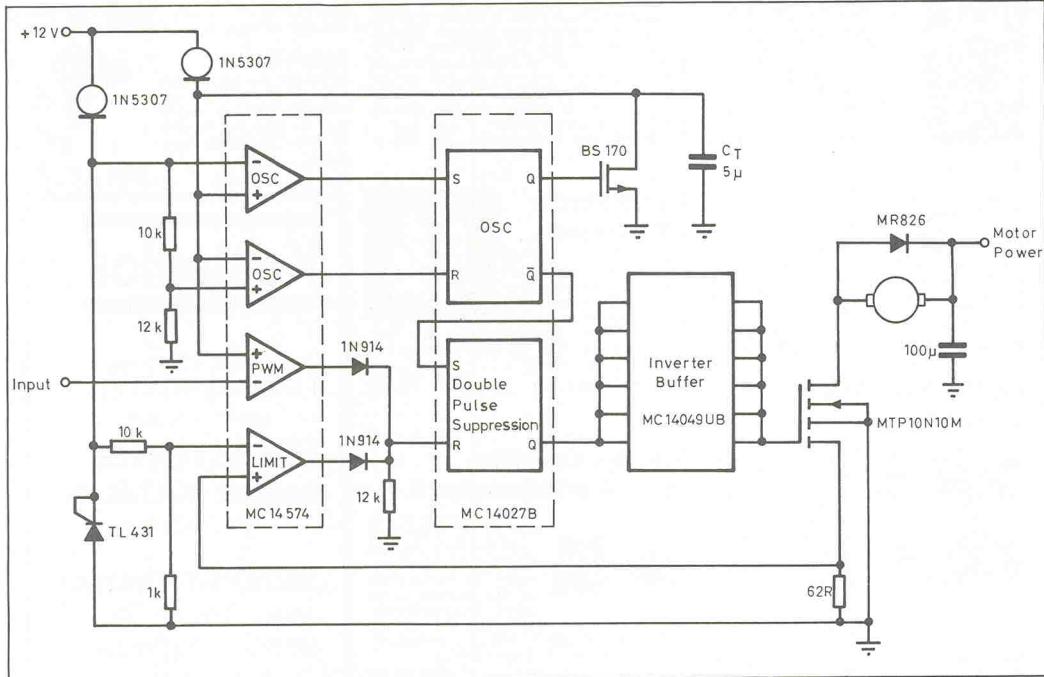


Bild 7. Vollständige Schaltung eines mit Pulsbreitenmodulation geregelten Gleichstrommotors.

mit der vom SENSEFET gelieferten Fühlerspannung. Je nachdem, ob das pulsbreitenmodulierte Signal oder das vom Strombegrenzungskomparator gelieferte Signal auf logisch '1' springt, wird das zweite Flip-Flop rückgesetzt und schaltet den SENSEFET ab. Er bleibt abgeschaltet, bis das FlipFlop beim Beginn der nächsten Taktperiode wieder gesetzt wird.

Mit den angegebenen Bauelementewerten beträgt die Taktfrequenz etwa 20 kHz, und der Motorstrom wird auf 9 A begrenzt. Als Treiber dienen parallel geschaltete Gatter eines MC 14049, dessen Ausgangsleistung zur Steuerung des SENSEFETs bei diesen Frequenzen bei weitem ausreicht. Die Anstiegs- und Abfallzeiten für den MTP10N10M betragen weniger als 100 ns. Bei niedrigen Pulsbreitenmodulationsfrequenzen ist es ratsam, in Reihe mit dem Gate des SENSEFETs einen Widerstand zu schalten, um Schaltrauschen zu unterdrücken. Bei einer

Taktfrequenz für den Pulsbreitenmodulator von etwa 1 kHz ist ein 470-Ω-Widerstand passend.

### Zusammenfassung

SENSEFETs eignen sich ganz ausgezeichnet als Leistungstransistoren in pulsbreitenmodulierten Steuerschaltungen für Gleichstrommotoren. Die Transistoren benötigen keine speziellen Treiber, sind leicht zu schützen und liefern hohe Spitzentströme, wie sie für den Betrieb der Motoren notwendig sind.

Außerdem bietet die verlustlose Strommessung erhebliche Vorteile bei diesen Anwendungen, wenn es darauf ankommt, den Motor vor zu hohen Strömen zu schützen. Weiterhin lässt sich die eben geschilderte Technik auch für den Entwurf von Schaltnetzteilen verwenden.

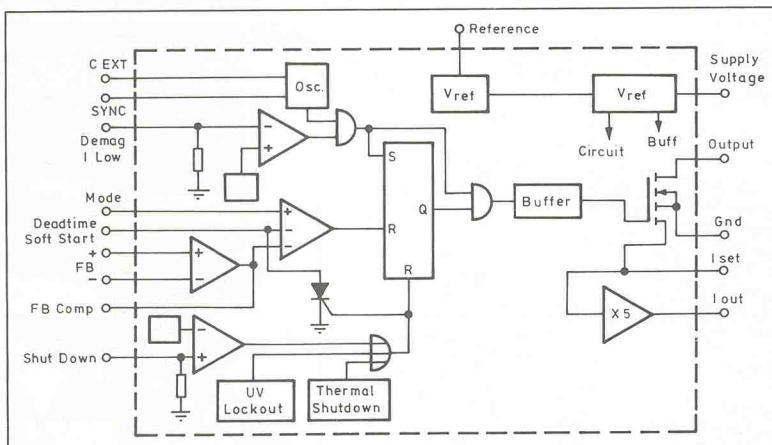


Bild 8. Pulsbreitenmoduliertes Leistungsmodul MPC 1600. Es erlaubt sowohl Strom- als auch Spannungssteuerung und verwendet als Leistungstransistor einen SENSEFET.

Hinweis: Um Vergleiche zu den Original-Datenblättern zu ermöglichen, sind die Bezeichnungen in den Bildern nicht übersetzt worden.

### Quellen:

Warren Schultz, *Lossless Current Sensing with SENSEFETs enhances Motor Drive*, Motorola Semiconductors Products Sector, Phoenix, Arizona, USA.

Frank Goodenough, *MOSFETs measure current with no loss*, ELECTRONIC DESIGN, 20. Februar 1986.

Motorola Product Note BR 343 'SMARTpower', 1986.

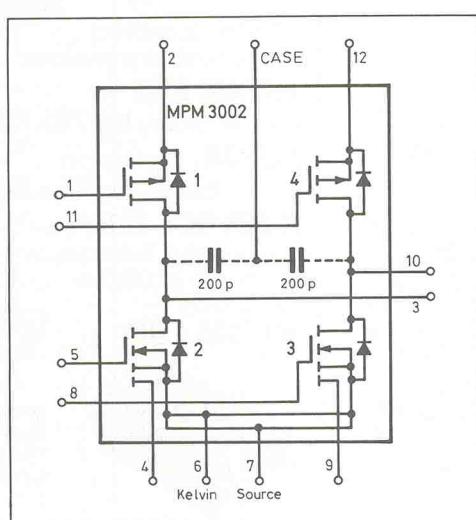


Bild 9. Vier FETs in Brückenschaltung, zwei davon sind SENSEFETs: das IC MPM 3002 von Motorola. Maximale Verlustleistung 60 W, Spitzenbelastbarkeit bis 25 A.

**REICHELT**  
ELEKTRONIK  
DER SCHNELLE FACHVERSAND

## Transistoren

N	BC	BD	BF
708	-73	179A	-40
914	-90	179B	-40
1613	-56	182A	-14
1711	-56	182B	-14
1893	-56	183A	-14
2102	1,13	183B	-14
2218	-60	183C	-14
2218	-60	184B	-14
2219	-63	184C	-14
2219	-63	184D	-14
2221	-51	212A	-15
2221	-53	212B	-14
2222	-52	212A	-14
2222	-59	212B	-14
2368	-75	213C	-18
2369	-75	214A	-12
2369A	-79	214B	-12
2647	2,00	237B	-12
2904	-71	238A	-12
2904A	-75	238B	-12
2905	-71	239A	-12
2905A	-75	239B	-12
2906	-52	239C	-12
2906A	-59	239D	-12
2907	-51	239E	-16
2907A	-59	239F	-16
3019	-75	240A	-12
3093	-84	251B	-19
3054	1,60	252A	-19
3055	1,25	252B	-21
3055RCA	3,25	252C	-21
3375	65,44	252D	-21
3439	2,48	253A	-21
3440	1,82	253B	-21
3553	8,10	253C	-21
3632	55,58	256A	-11
3702	-22	258B	-24
3703	-29	259B	-28
3704	-29	261A	-19
3705	-29	261B	-19
3706	-29	262A	-18
3707	-29	264A	-81
3708	-29	264B	-81
3709	-29	264C	-81
3710	-29	264D	-81
3711	-29	301	-76
3771	3,82	302	-87
3772	3,81	303	-87
3819	4,31	304	-87
3820	1,28	307B	-13
3821	1,55	308A	-13
3822	2,23	308B	-13
3823	2,18	308C	-13
3824	3,25	309B	-13
3863	7,41	327-16-19	28
4030	1,38	327-25-19	29
4032	1,38	327-40-19	40
4033	-86	328-16-19	41
4036	1,17	328-25-19	42
4077	1,32	337-16-19	51
4391	1,66	337-25-19	51
4392	1,66	337-40-19	51
4416	2,08	338-16-19	52
4427	1,93	338-25-19	52
5179	1,37	338-40-19	52
5296	1,66	340-16-17	53
5415	2,11	341-6-75	67
5416	2,19	360-10-17	67
5461	3,61	361-6-75	67
5494	2,17	368-5-71	67
5496	3,37	369-5-71	67
5551	-41	413B	-19
6027	-63	413C	-19
6028	-63	414B	-19
6099	1,66	414C	-19
6101	2,96	415B	-19
6107	1,66	415C	-19
6109	1,66	416A	-29
6111	2,80	416B	-29
BC		BF	
107A	-40	416C	-19
107B	-40	416D	-19
108A	-40	516	-19
108B	-40	546A	-13
108C	-40	546B	-13
109E	-40	547A	-13
109C	-40	547B	-13
140-6	-65	547C	-13
140-10	-63	548A	-13
140-16	-63	548B	-13
141-6	-65	548C	-13
141-10	-63	548B	-13
141-16	-63	549C	-13
159C	-40	550B	-14
160-6	-65	550C	-14
160-16	-63	556A	-13
161-6	-65	556B	-13
161-10	-63	557A	-13
161-16	-63	557B	-12
167A	-25	558B	-13
167B	-25	558C	-13
168A	-27	559A	-13
168B	-27	559B	-13
168C	-27	559C	-13
169C	-27	560A	-18
169C	-27	560B	-18
170A	-16	560C	-18
170B	-18	618	-67
170C	-18	618	-65
172A	-21	635	-45
173B	-23	636	-45
173C	-23	637	-48
177A	-40	638	-43
177B	-38	639	-43
178A	-40	640	-43

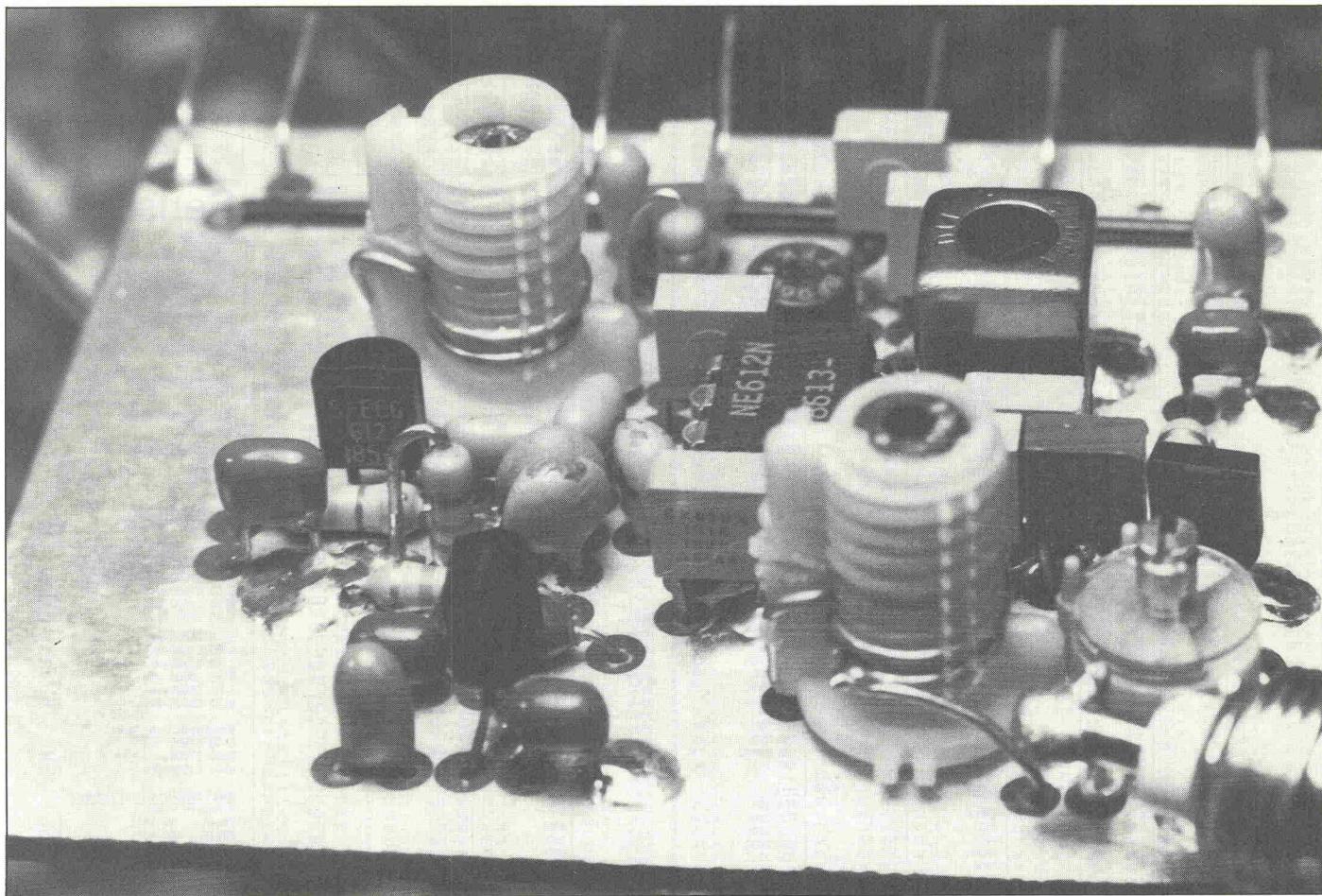
## Integrierte Schaltungen

## Transistoren

## Gehäuseformen

## L

## TAA



# **HF-Baukasten 1**

**Peter Röbke**

**Hochfrequenz-Bauanleitungen waren bisher in elrad dünn gesät. Eine der ganz wesentlichen Ursachen dafür ist der bei diesen Projekten nötige Abgleich. Und die dafür wichtigen Meßgeräte fehlen meistens ganz. Das vorliegende Konzept zeichnet sich dagegen wegen der Verwendung von Quarzen und Keramikfiltern durch einen einfachen Abgleich aus. Außerdem haben wir die einzelnen Baugruppen fein säuberlich in Module aufgeteilt, wodurch die Anpassung an den gewünschten Verwendungszweck ungemein erleichtert wird.**

Doch bevor wir uns in die Schaltungsdetails vertiefen können, müssen noch einige Worte zur Geschichte dieser Bauanleitung gesagt werden. Sie ist nämlich recht bemerkenswert:

Vor ein bis zwei Jahren schickte uns Herr Weber aus Wuppertal einen Entwurf zu einem Projekt, das er 'FM-Schmalbandempfänger in Modultechnik' genannt hatte. Wie das bei uns üblich ist, wurde der Eingang des Bauvorschlags bestätigt und der Autor um etwas Geduld gebeten, bis die Redaktion sich über die Eignung der Anleitung klar geworden sei. Durch Urlaub und eine Messe zögerte sich aber unser 'Ja oder Nein' um etwa einen Monat zu weit hinaus. Herr Weber zog nämlich um, ohne seine Adresse zu hinterlassen: Er war schlachtweg nicht mehr auffindbar, als wir — für unseren La-

boraufbau — von ihm die Platinenlayouts haben wollten. Nachforschungen bei der Post und eine kleine Suchmeldung in elrad auf der Seite Dies & Das brachten kein Ergebnis. Nun gut, dachten wir, irgendwann wird er sich schon melden — schließlich hat er uns ja eine fast komplett ausgearbeitete Bauanleitung geschickt und irgendwann wird er schon wissen wollen, was daraus geworden ist. Er wollte aber mitnichten — selbst nach einer 'Abhängezeit' von einem Jahr hörten wir nichts von ihm. Schließlich haben wir aus den Fotokopien, die er uns damals schickte, die Platinenlayouts rekonstruiert und unseren Musteraufbau fertiggestellt und ausprobiert. Und je mehr wir uns damit beschäftigten, desto interessanter wurde das Ding.

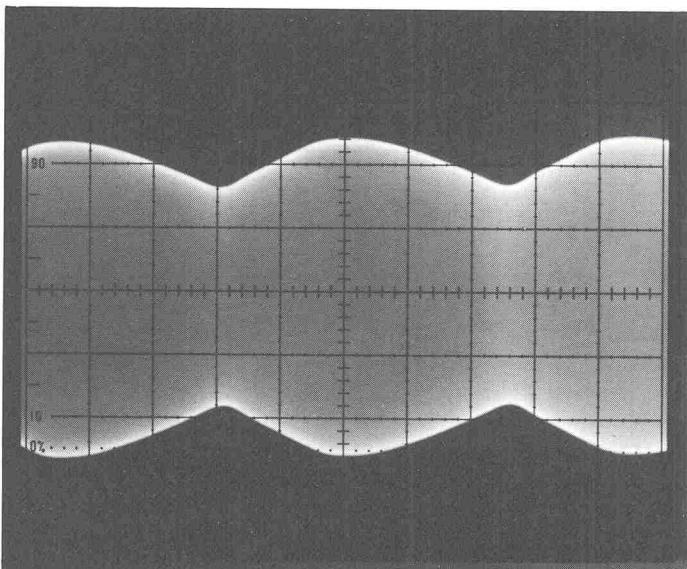
Eingefleischte Audiobastler haben

normalerweise eine Abneigung gegen Hochfrequenz: Erstens, weil sie — besonders in Phonoeingängen — doch recht störend wirkt, und zweitens, weil ein Ausflug in die höheren Frequenzen meist mit einer laut platschenden Bauchlandung endet. Oszillatorschaltungen schwingen nicht von allein an (und wenn schon, dann nur auf Frequenzen, wo sie nicht sollten); dafür produziert der ZF-Verstärker einen satten HF-Träger gleich über den ganzen UKW-Bereich. Kurz gesagt, irgendwann hängt der Spruch über dem Labortisch: Alles über 100 kHz ist von Übel!

Seltsamerweise trat aber von diesen erwarteten Effekten in der Bauanleitung von Herrn Weber keiner auf; die Mischer mischten, die Verstärker verstärkten, und aus dem Lautsprecher kam das korrekt demodulierte Signal.

Zur gleichen Zeit erhielten wir von Valvo und Siemens einige Datenblätter über neue ICs, die ganz hervorragend in das Webersche Konzept paßten und hier einige der nicht mehr ganz frischen 'Oldies' hätten ersetzen können. Und da der ganze Aufbau so schön modular angelegt war, machte das Ausprobieren auch nicht allzuviel Mühe. Kurz und gut - am Ende stand ein Empfänger vor uns, der mit der ursprünglichen Bauanleitung nur noch das Netzeil und den NF-Verstärker gemeinsam hatte. Herr Weber möge uns also verzeihen und sich bei uns melden.

**Bild 3. Amplitudenmodulierter Träger. Das helle Leuchtbild in der Mitte ist das Trägersignal.**

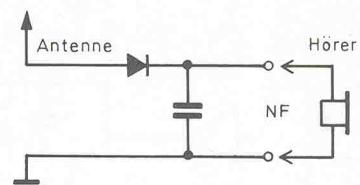


Doch nach diesem etwas längeren Ausflug in die Entstehungsgeschichte wieder zurück zur Technik.

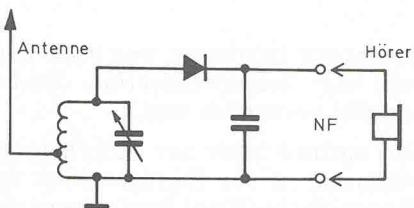
Ein Blick in das Blockschaltbild zeigt zunächst eine für den NF-Techniker verwirrende Vielfalt von Baugruppen. Zum Verstehen der einzelnen Funktionen kann es daher sinnvoll sein, in die 'Steinzeit' des Rundfunkempfangs zurückzublicken und die einfachen Empfängerkonzepte zu betrachten. Darauf aufbauend lassen sich dann Doppelsuper und andere Feinheiten besser verstehen.

Am Anfang war der Träger. Damit meint man nichts anderes als ein Sinusignal bestimmter Frequenz — z.B. 1000 kHz. Es wird im Sender erzeugt (hier also ein Mittelwellensender) und über eine Antenne abgestrahlt. Das, was als die eigentlich zu übertragende Information betrachtet wird — Musik oder Sprache —, bezeichnet man als 'Modulation'. Ein unmodulierter Träger strahlt das Hochfrequenzsignal mit konstanter Lautstärke (Amplitude genannt) ab; sobald man den Sender moduliert, wird das abgestrahlte HF-Signal im Takte der Niederfrequenz größer oder kleiner. Dieses Verfahren der Signalübertragung wird Amplitudenmodulation genannt (es gibt außerdem noch die Frequenzmodulation und einige andere Verfahren, die hier aber von geringerem Interesse sind).

Um auf der Empfängerseite wieder an das NF-Signal heranzukommen, braucht man nichts anderes zu tun, als das HF-Signal gleichzurichten (damit entfällt die untere Hälfte des modulierten Trägersignals) und mit den restli-



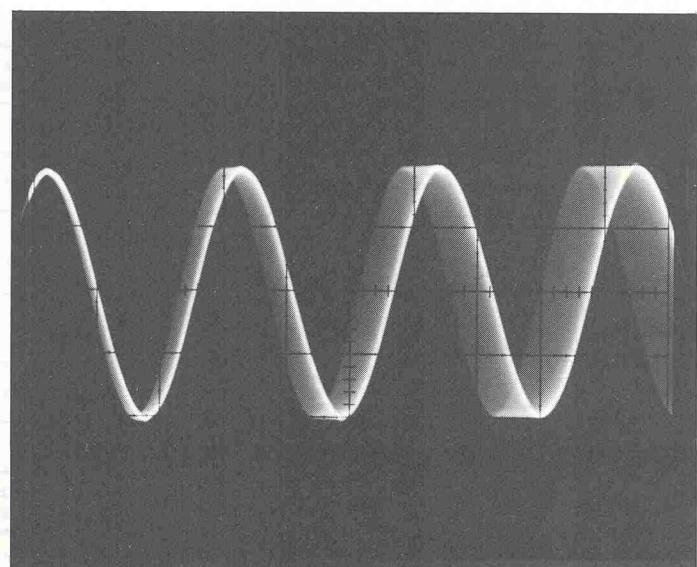
**Bild 1. Ein Detektor-Empfänger in seiner einfachsten Form.**



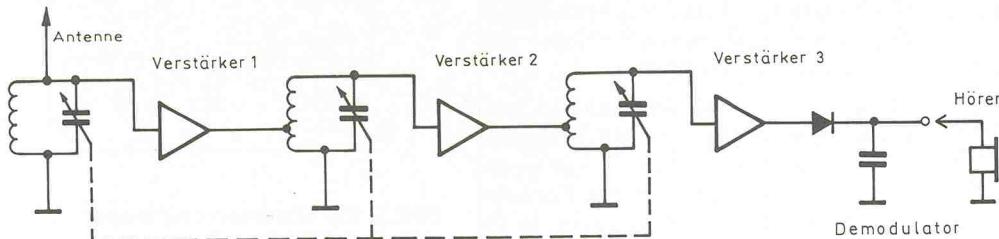
**Bild 2. Die gleiche Schaltung — jedoch um einen Schwingkreis zur Erhöhung der Trennschärfe erweitert.**

chen positiven Halbwellen einen ausreichend großen Kondensator aufzuladen. Am Kondensator bleibt dann das ursprüngliche Modulationssignal übrig. Dieser klassische Detektorempfänger ist in Bild 1 gezeigt. Leider funktioniert eine solche Schaltung nur in unmittelbarer Nähe eines AM-Senders. Sobald eine gewisse Entfernung zwischen Sender und Empfänger liegt (oder noch schlimmer: sobald zwei verschiedene Sender gleich stark empfangen werden), reicht die HF-Spannung nicht mehr aus, um die Diodenschwelle zu überschreiten, oder man hört beide

**Bild 4. Frequenzmodulierter Träger. Die NF steckt hier in der 'Frequenzschwankung' des Sinussignals.**



## Schmalband-Empfänger



Sender durcheinander, weil keine Bauteile zur Frequenzselektion (Trennschärfe) vorhanden sind.

Die nächste Stufe zur Empfangsverbesserung ist das Einfügen eines auf die gewünschte Empfangsfrequenz einstellbaren Schwingkreises zwischen Antenne und Demodulator. Damit erreicht man zweierlei: Zum einen wird nur das Signal durchgelassen, welches der Resonanzfrequenz des Schwingkreises entspricht (Verbesserung der Trennschärfe); zum anderen kann durch geschickte Anpassung jeglicher Verlust zwischen Eingang (Antenne) und Ausgang (Demodulator) minimiert werden (Verbesserung der Empfindlichkeit).

**Geradeaus-Empfänger hat es früher tatsächlich gegeben; die mechanischen Probleme beim 'Gleichlauf' der Frequenzabstimmung waren jedoch (fast) nicht zu lösen.**

Nun könnte jemand auf die Idee kommen, mehrere Schwingkreise hintereinander anzurufen und dazwischen jeweils Verstärker. Diese Geradeaus-Empfänger hat es früher tatsächlich gegeben. Man stößt jedoch sehr schnell an technische Grenzen: Je höher nämlich die Gesamtverstärkung ist, desto leichter wird auch aus dem Verstärker ein Oszillatator, und je mehr Schwingkreise gemeinsam abgestimmt werden sollen, desto aufwendiger werden die Maßnahmen für den frequenzmäßigen Gleichlauf.

Um diese Probleme zu umgehen, wurde der Superheterodyne-Empfänger entwickelt — auch kurz Super genannt. Praktisch alle heute erhältlichen Empfänger arbeiten nach diesem Prinzip. Den Einstieg in diese Technik verschieben wir aber auf das nächste Heft.

Die Aufteilung des ganzen Empfängers in einzelne Module zeigt das Blockschaltbild. Wir wollen uns in diesem Heft nur mit dem Netzteil, dem NF-Verstärker und der Mutterplatine befassen. Alle Baugruppen können auf der Basisplatine so montiert werden, daß sie abgleichfreundlich von oben

zugänglich und mit einfachen Mitteln gegeneinander abschirmbar sind: Schmale Streifen doppelseitig kassierten Platinenmaterials werden

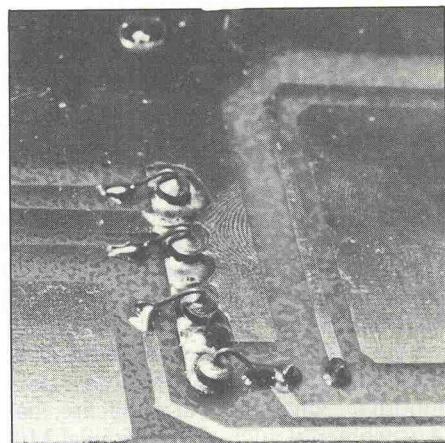


Bild 6. Die Durchführungskondensatoren sind von unten in die Mutterplatine hineingelötet.

einfach so auf die Mutterplatine gelötet, daß einzelne Kästchen entstehen, die dann mit Deckeln verschlossen werden können. Sämtliche Spannungszuführungen laufen über Durchfüh-

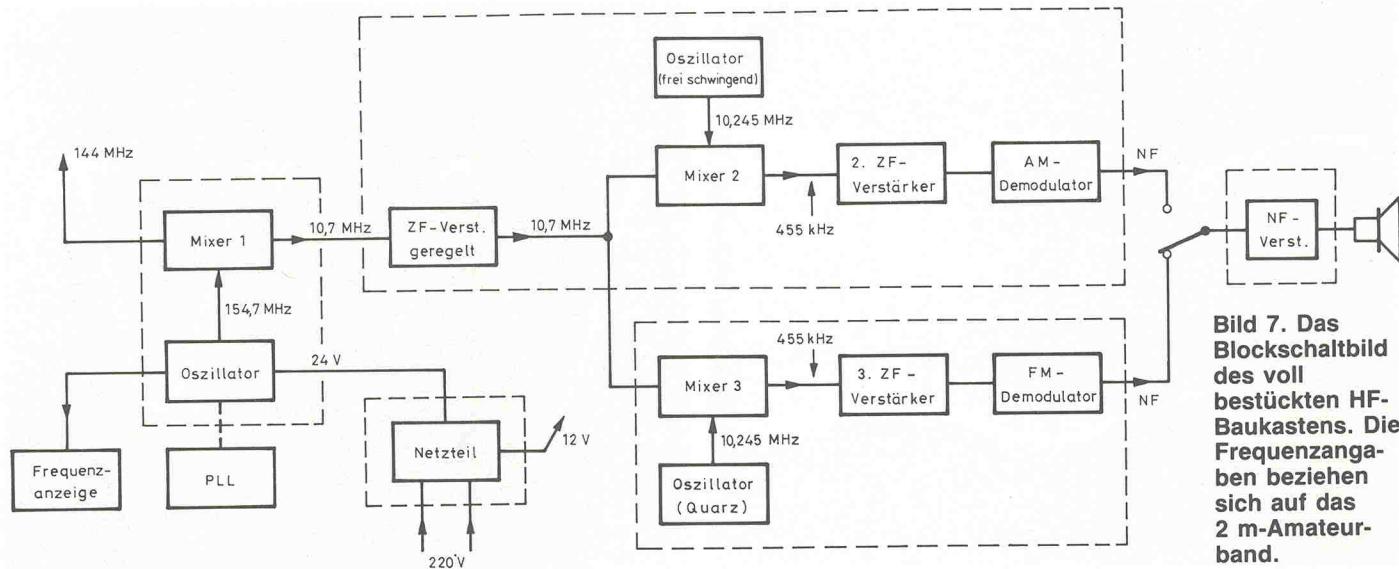


Bild 7. Das Blockschaltbild des voll bestückten HF-Baukastens. Die Frequenzangaben beziehen sich auf das 2 m-Amateurband.

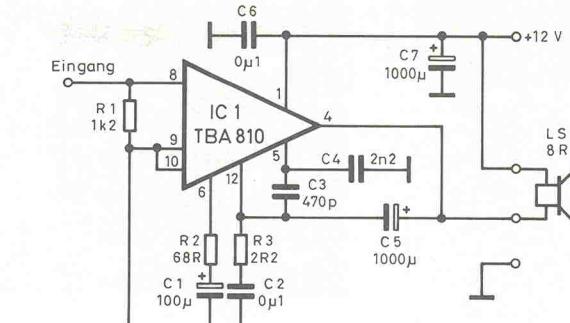
**Die einzelnen Module des HF-Baukastens müssen nicht notwendigerweise auf der Mutterplatine montiert werden, denn handliche Alternativlösungen sind ebensogut machbar.**

rungskondensatoren, ebenso die NF-Leitungen. HF-Verbindungen werden über einfache Drahtstücke zwischen Modulplatine und Mutterplatine hergestellt. Dadurch bleiben die Module so beweglich, daß sie zum Auswechseln von Teilen senkrecht gestellt werden können.

Zum Experimentieren ist der Aufbau auf der Basisplatine natürlich sehr praktisch, aber auch ein Zusammenkopieren der einzelnen Modul-Layouts direkt auf einer gemeinsamen Platine wäre gut möglich (z.B. für einen batteriebetriebenen Hand-Empfänger für 144 MHz mit FM-Demodulator.)

Das NF-Verstärker-Modul stellt einen universell (auch für andere Zwecke) verwendbaren Kleinleistungsverstärker dar. Das verwendete IC ist sehr preiswert, arbeitet mit 4...20 V Betriebsspannung und liefert mit Kühlung max. 7 W an 4 R.

In der hier beschriebenen Anwendung werden die Kühlfahnen durch die aufzusägenden Schlitze in die Platine gesteckt und mit der Platinenunterseite verlötet, um die Wärme (Verlustlei-



**Bild 8.** Der NF-Verstärker basiert auf der Standard-Schaltung mit dem TBA 810.

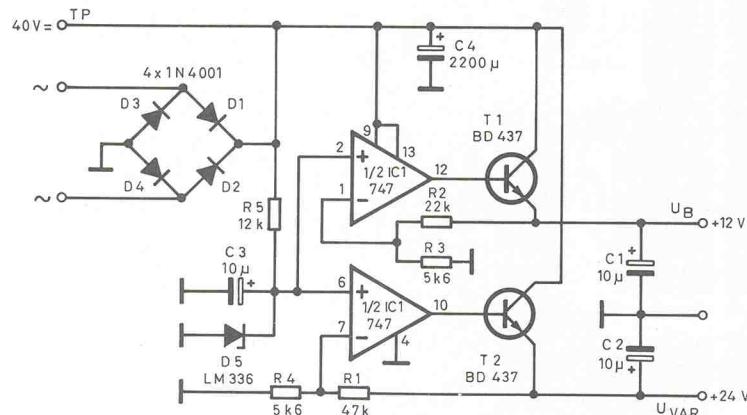
stung) auf die kupferbeschichtete Unterseite abzuführen.

Mit dieser 'Kühlfläche' sind ca. 2 W Ausgangsleistung ohne thermische Überlastung des ICs erreichbar. Die erforderliche Eingangsspannung für Vollaussteuerung beträgt ca. 100 mV.

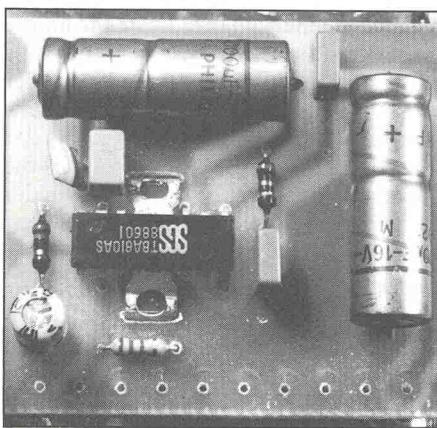
Wichtig ist die Zusatzbezeichnung AS beim TBA810. Diese steht für die versetzte Anordnung der Beinchen.

Im Netzteil-Modul werden zwei von einander unabhängige, stabilisierte (geregelte) Spannungen erzeugt. Soll das Modul andere Verwendung finden (z.B. einfaches, regelbares Netzteil), so besteht die Möglichkeit, die Ausgangsspannung variabel zu machen (Poti anstelle von R3 bzw. R4).

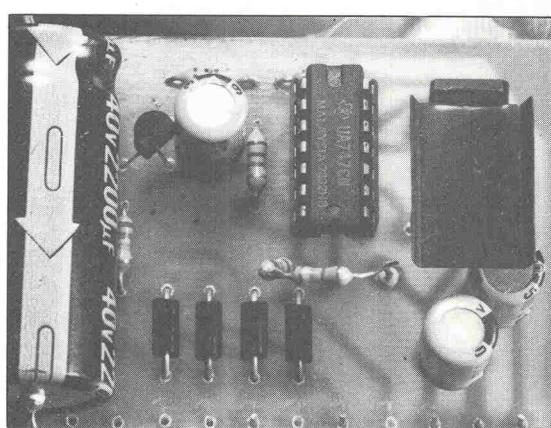
Die vom Trafo kommende Wechselspannung von 30 V wird in der Brücke



**Bild 9.** Das Netzteil. Im Abstimmspannungszweig (T2) kann auch auf schwächere Transistoren zurückgegriffen werden.

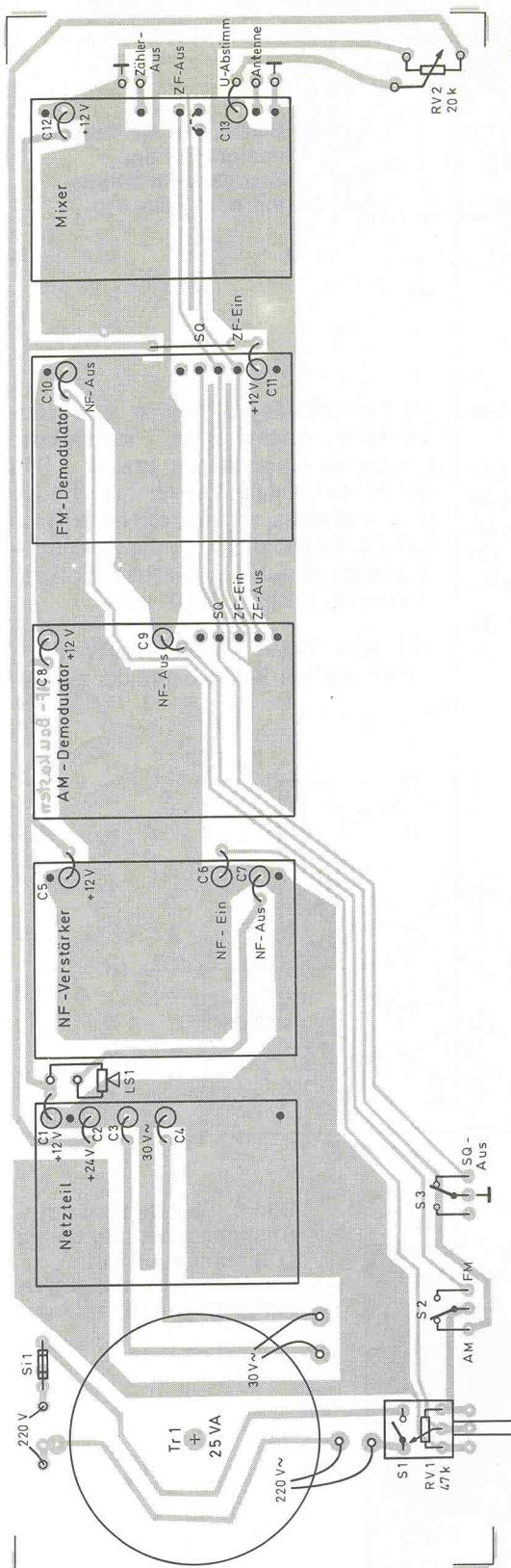


**Bild 10.** Der NF-Verstärker: Die Kupferflächen auf der Lötseite dienen als Kühlkörper.

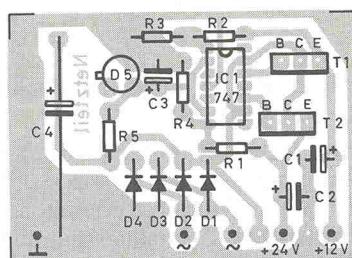
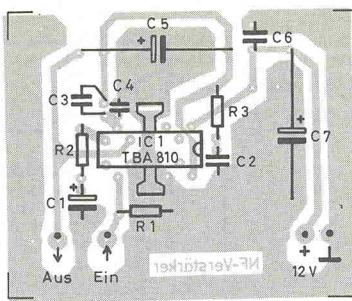


**Bild 11.** Das Netzteil. T2 verbirgt sich unter dem Kühlkörper von T1.

## Schmalband-Empfänger



**Bild 12.** Die Mutterplatine ist zwar doppelseitig kupferkaschiert, muß aber nicht durchkontaktiert werden: Diese Verbindungen ergeben sich aus der Bestückung.



**Bild 13.** Die Bestückungspläne für den NF-Verstärker (oben) und das Netzteil (unten).

### Stückliste

#### — Netzteil —

Widerstände Metallfilm 2 %

R1	47k
R2	22k
R3	5k6
R4	5k6
R5	12k

Kondensatoren

C1	10μ/25 V Tantal
C2	10μ/25 V Tantal
C3	10μ/6 V Tantal
C4	2200μ/40 V Elko

Halbleiter

T1,2	BD 437
D1...4	1 N 4001
D5	LM 336
IC1	747

Verschiedenes  
Platine

#### — NF-Verstärker —

Widerstände, Metallfilm 2 %

R1	1k2
R2	68R
R3	2R2

Kondensatoren

C1	100μ/16 V Elkos
C2,6	0μ1/MKS 2, 50 V
C3	470p/ker.
C4	2n2/ker.
C5,7	1000μ/16 V Elko

Halbleiter

IC1	TBA 810 AS
-----	------------

Verschiedenes  
Platine

D1-D4 gleichgerichtet und mit C4 gesiebt.

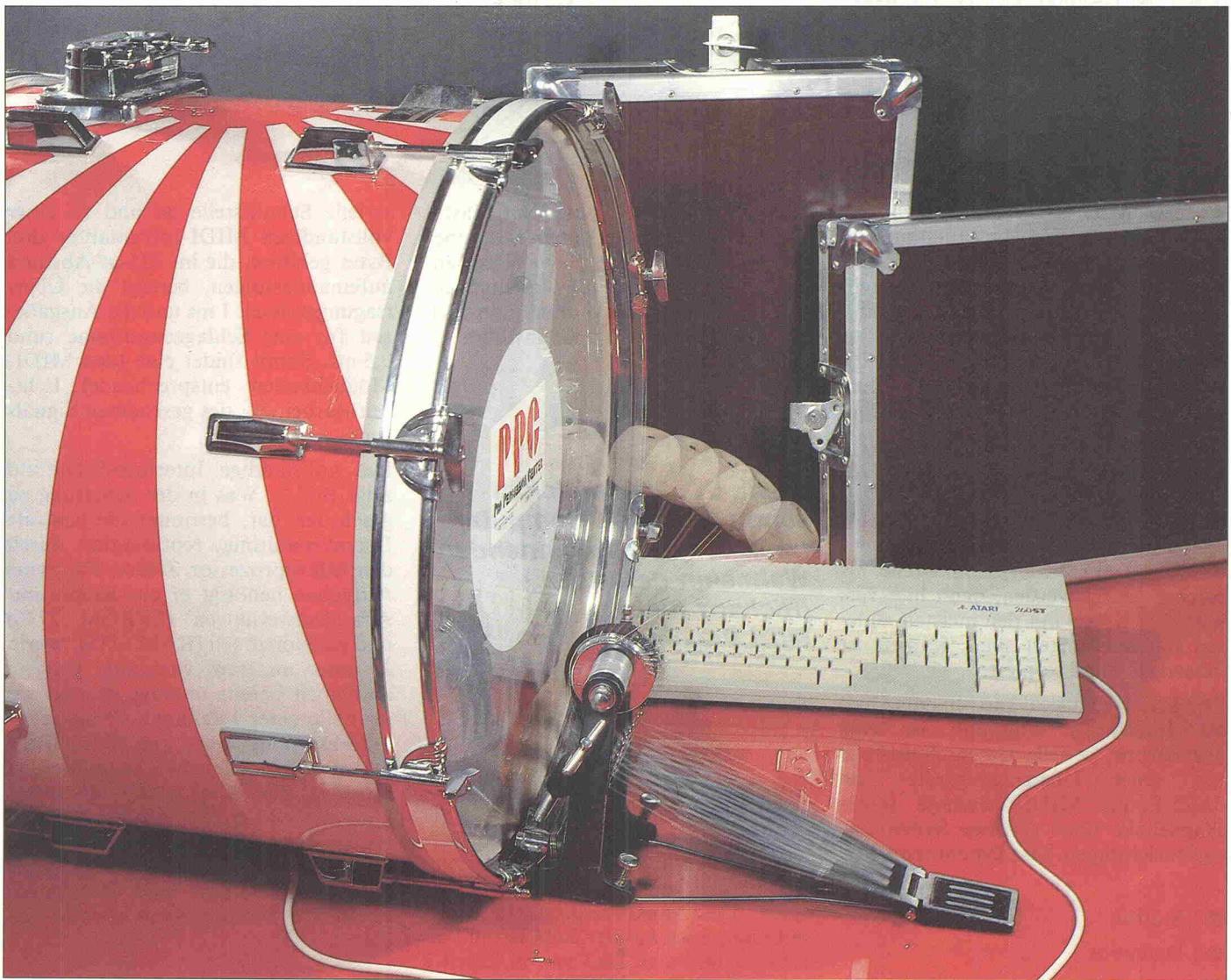
Mit dem Z-Dioden-IC LM336 gewinnt man eine hochgenaue, stabile Referenz, die den positiven Eingängen der OpAmps zugeführt wird (für geringere Anforderungen genügt auch eine 2,5-V-Zenerdiode). Die am Ausgang  $U_B$  (bzw.  $U_{var}$ ) anstehende Spannung wird über einen Spannungsteiler an die invertierenden Eingänge der OpAmps zurückgeführt. Dieser Spannungsteiler ist so dimensioniert, daß bei Sollspannung am Ausgang (12 V bzw. 24 V) der invertierende Eingang des OpAmps die gleiche Spannung (2,5 V) führt wie der Referenzeingang. Abweichungen werden entsprechend nachgeregelt.

Für die hier beschriebene Anwendung kann T2 auch durch einen Kleinleistungs-NPN-Transistor ersetzt werden (z.B. BC548.) Diese Schaltung wurde gewählt, weil sie sehr preiswert realisiert werden kann, leicht verständlich ist und bei Verwendung der angegebenen Referenzdiode hochstabile Spannung liefert.

### Stückliste

#### -Mutterplatine-

RV1	47K lin m. Schalter
RV2	20K 10-Gang
C1...C13	Durchführungskondensatoren
1n, 3mmØ, zum Einlöten	
Tr1	Ringkerntrafo
220 V-30 V/25 VA	
S1,2	Schalter 1-polig/Um
Si1	1 A MT
Löt-kabel, Schaltdraht	
BNC-Buchse	
LS1 Miniatur-Lautsprecher	



**Das Bit macht den Beat**

# **MIDI to DRUM**

**Ulrich Vietzen**

Auf der diesjährigen Hobbytronic zeigte sich deutlich, was wir schon immer insgeheim befürchtet hatten: Eines unserer Ausstellungsstücke, das Digitale Schlagzeug aus Heft 10/86, offenbarte vor aller Ohren einen gravierenden Schönheitsfehler, indem es beim Spielen in unfairer Weise Nichtschlagzeuger benachteiligt.

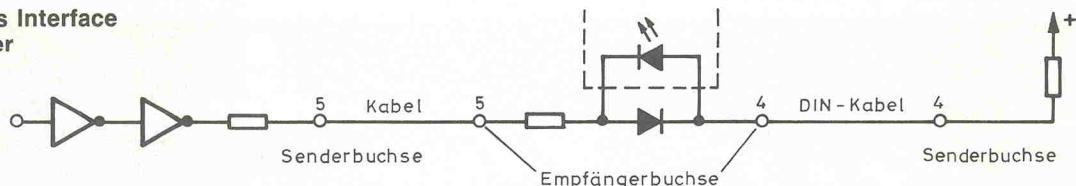
Und das muß im MIDI-Zeitalter nun wirklich nicht sein.

In erster Linie ist dieses Interface als Ergänzung für besagtes Digitalschlagzeug aus Heft 10/86 gedacht. Es kann jedoch auch über eine kleine Zusatzschaltung fast jede handelsübliche Drum-Maschine steuern, die bisher ohne den heute unverzichtbaren MIDI-Anschluß ihr altmodisches Dasein fristen (besser: frusten) mußte.

Das MTD- (MIDI to Drum-) Interface hat einen Anschluß MIDI IN, einen

## MIDI-Karte für das Digitalschlagzeug

Bild 1. MIDI-Signalweg. Das Interface wird durch den Optokoppler repräsentiert.



weiteren MIDI OUT und besteht aus zwei Platinen. Die Hauptplatine enthält die Rechnerschaltung, den Schnittstellenbaustein und ein Netzteil; auf der kleinen Anzeigeplatine versammeln sich zwei 7-Segmentanzeigen zur Kanalanzeige und ein Taster (HELP), dessen Daseinsberechtigung in einem späteren Abschnitt dieses Beitrags belegt wird.

Bevor es jetzt mit dem üblichen „Das Eingangssignal geht zunächst auf... und gelangt danach an...“ losgeht, sollten noch schnell ein paar einleitende Worte zur MIDI-Schnittstelle als solcher gesagt werden, denn hier verhält es sich, wie mit den meisten anderen Bauanleitungen auch: Kapiert ist besser als blind kopiert.

Der MIDI- (Musical Instruments Digital Interface-) Anschluß ist eine asynchrone, serielle Datenschnittstelle mit einer Übertragungsrate von 32,25 Baud. MIDI benötigt weder Handshake noch sonstige Synchronisationsleitungen. Das Datenformat ist:

- 1 Startbit
- 8 Datenbits
- 1 Stopbit

Dies ist ein übliches RS 232-Format. Die Datenübertragung geschieht mittels einer Stromschleife bei negativer Logik (log. 0  $\triangleq$  Strom fließt). Die Kommunikation zwischen Sender und Empfänger erfolgt durch sogenannte Multibytesignale, die aus einem Statusbyte und einem oder zwei Datenbytes bestehen. Ein MIDI-Ausgang kann grundsätzlich auch immer nur *keinen*-MIDI-Eingang bedienen. Zur Datenübertragung wird ein 5-poliges DIN-Kabel verwendet ( $180^\circ$  Kontaktbelegung), das eine Länge von ca. 15 m nicht überschreiten sollte. Pin 1 und 3 der Anschlußbuchsen sind in Sender und Empfänger unbenutzt.

Das hier vorgestellte Interface arbeitet im OMNI OFF/POLY ON-Betrieb. Das bedeutet, daß über einen Kanal alle Signale zur Steuerung einer Drum-Maschine gesendet werden. MIDI stellt

16 Kanäle zur Verfügung. Der Master (Sender) wählt den Kanal aus, über den er ein bestimmtes Slave (Empfänger) ansprechen soll. Der im Empfänger eingestellte Kanal muß natürlich mit dem des Senders übereinstimmen.

serielle Schnittstelle ist und zu einer vollständigen MIDI-Information drei Bytes gehören, die im  $325\text{-}\mu\text{s}$ -Abstand aufeinanderfolgen, beträgt die Übertragungszeit ca. 1 ms und die Ausgabezeit für eine Schlagzeugstimme rund 0,5 ms. Somit findet eine (den MIDI-Möglichkeiten entsprechende) Echtzeitbearbeitung des gesendeten Signals statt.

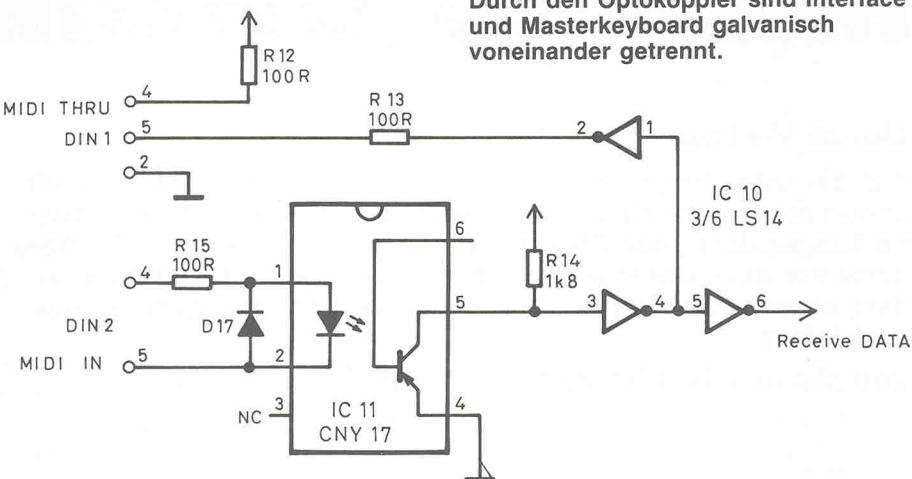
Das vollständige Interface-Schaltbild zeigt Bild 3. Was in der Schaltung zu geschehen hat, bestimmt die zentrale Datenverwaltung, repräsentiert durch den Mikroprozessor Z 80A. Für seine Aufgaben benötigt er ein Archiv mit Arbeitsanweisungen (EPROM 2716) und ein Notizbuch (RAM 6116), worin er unter anderem vermerkt, was an Aufgaben bereits erledigt ist und wo im Falle eines Interrupts (Programmunterbrechung, wenn neu eintreffende Daten vordringlich bearbeitet werden müssen) die Abwicklung des Programms wieder fortgeführt werden muß. Die Arbeitsergebnisse dieses Drei-Chip-Büros finden sich im Status der Ausgabelatches und im Datenstrom am Schnittstellenbaustein wieder.

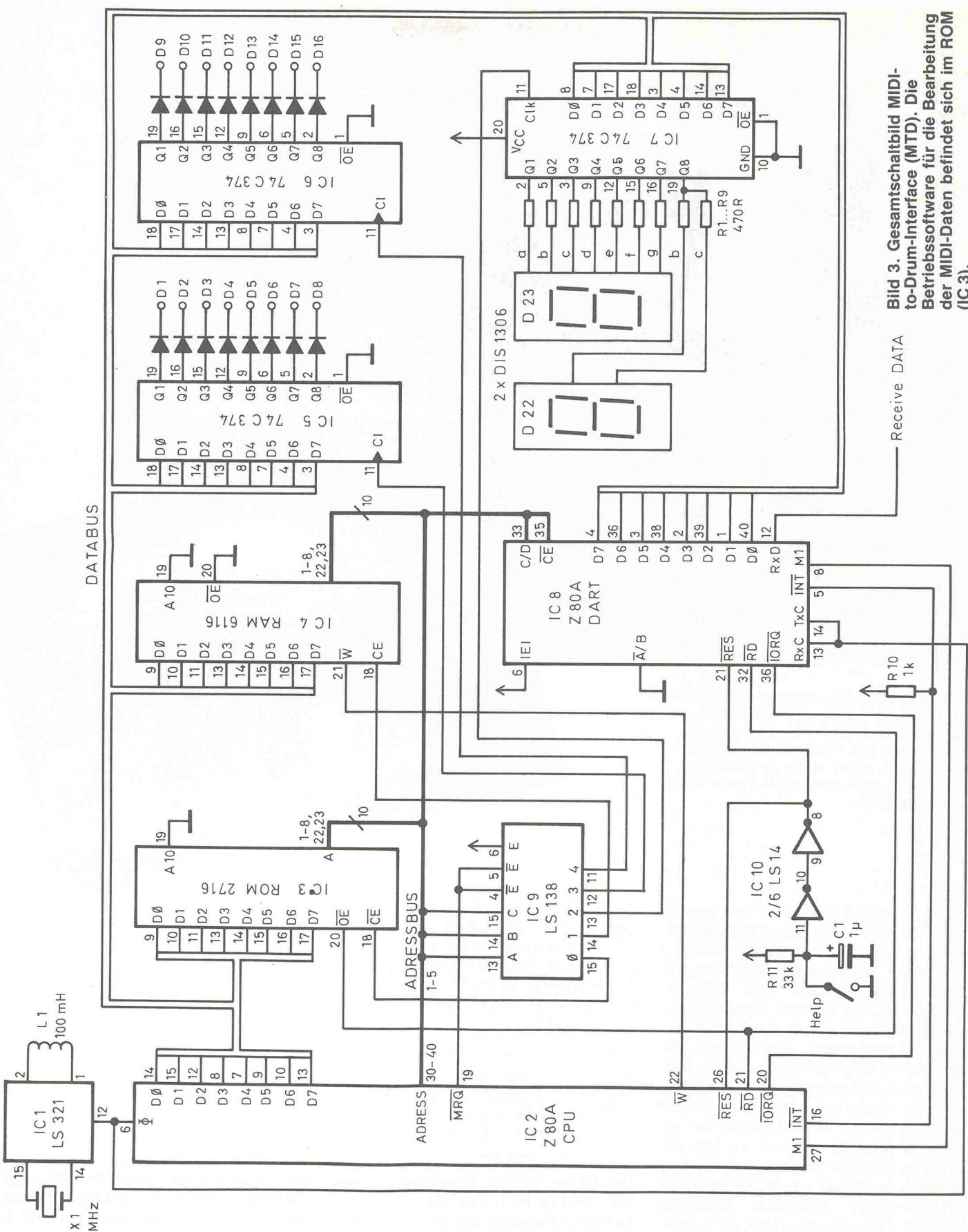
**Musik ... hat vielleicht schon manchen Computerfreak vor dem beginnenden Wahnsinn gerettet.  
(Richard Aicher;  
MIDI Praxisbuch)**

Könnten also theoretisch 16 E-Schlagzeuge über eine Leitung bedient werden? Jawohl, praktisch auch. Es werden jedoch nur immer die Instrumente des gerade angewählten Kanals gespielt. Eine kanalübergreifende Kombination, etwa aus der Bass Drum von Kanal 1 und dem Becken von Kanal 7 läßt sich nicht realisieren.

Bei diesem Interface lassen sich auf einem Kanal bis zu 16 Stimmen übertragen; was darüber hinausgeht, wird vom System ignoriert. Da MIDI eine

Bild 2. Eingangsschaltung des MTDs. Durch den Optokoppler sind Interface und Masterkeyboard galvanisch voneinander getrennt.





**Bild 3.** Gesamtschaltbild MIDI-to-Drum-Interface (MTD). Die Betriebsssoftware für die Bearbeitung der MIDI-Daten befindet sich im ROM (IC 3).



**Bild 4.** Das fertige Interface-Modul kommt sinnvollerweise mit in das Gehäuse vom Digitalen Schlagzeug. Wenn sich das Paneldisplay auf der Frontplatte nicht mehr unterbringen lässt, kann man den HELP-Taster auch solo einbauen.

Bevor es jedoch überhaupt zu irgendeiner Tätigkeit in der Schaltung kommt, müssen zunächst erst einmal (MIDI-) Daten her. Sie kommen über den Optokoppler IC 11 und zwei Schmitt-Trigger (IC 10) an den Dateneingang des Z 80 DART (Dual Asynchron Receiver Transmitter). Wenn dieser ein Datenwort vollständig empfangen hat, gibt er ein Interruptsignal an den Prozessor, woraufhin dieser alles stehen und liegen lässt, um vorrangig das soeben empfangene Datum zu bearbeiten. Nachdem der Prozessor im Archiv nachgeschaut hat, was er mit dem MIDI-Datenwort eigentlich anfangen soll, wird er entweder einen der Latchausgänge in IC 5 oder IC 6 kurz akti-

vieren oder die Ausgabe der 7-Segmentanzeige über das Latch IC 7 ändern. Die Aktivierung eines Ausganges von IC 5 oder IC 6 ist nichts anderes als ein Triggerimpuls an die Drum-Maschine, der einen Trommel- (oder Becken-) Schlag auslöst.

Die Latches werden über die Adressen A13...A15 und die Leitung MRQ (Memory Request) vom Dekoder 74LS138 (IC 9) angesprochen und liegen zusammen mit den Speichern an einem gemeinsamen Datenbus.

Der Motor, der die Schaltung in Gang hält, sitzt in IC 1. Der 74LS321 ist ein Oszillatorbaustein, der nur mit Quarz und Spule als äußerer Beschaltung aus-

**Bild 5.** Die DIN-Buchsen für MIDI-IN und -OUT (Kontaktradius 180°) können auch in der Flanschausführung gekauft und an der Geräterückwand befestigt werden.

kommt. Da hier ein Grundwellenquarz verwendet wird, muß eine Spule mit einer Induktivität zwischen 50 und 150 mH eingebaut werden. Dieser Wert ist relativ unkritisch. An IC 1 (Pin 12) steht eine Taktfrequenz von

ziemlich genau 2 MHz für CPU und DART zur Verfügung. Die Übertragungsrate von 32250 Bd wird durch einen internen Teiler im DART (Faktor 64) erreicht.

Die HELP-Taste ist eigentlich der Resetschalter für das Rechnersystem. Eine logische Null an IC 10 (Pin 8) bewirkt einen 'Kaltstart' des Systems, was bedeutet, daß der Rechner den Schnittstellenbaustein initialisiert und die Ausgabelatches löscht. Bei der hohen Datenübertragungsrate können nämlich durchaus auch einmal Fehler auftreten. Das äußert sich darin, daß beispielsweise ein falscher Kanal übertragen wird oder ein Ausgang seinen Zustand nicht in gewünschter Weise ändert. In solchen Fällen kann man das System mit der HELP-Taste wieder auf den richtigen Kurs bringen.

Das kleine Netzteil mit dem fast schon bis zur Langeweile bewährten 7805 (IC 12) sorgt für die 5-V-Betriebsspannung. Diese Spannung muß sehr genau eingehalten werden, da die Prozessoren

sich schon eine geringe Abweichung nach oben mit Teil- oder Totalausfall quittieren.

Für die praktische Seite dieses Selbstbauprojektes gilt: Aufbauen, Einschalten... Geht! Alles andere sollte man sich nicht wünschen, denn mit einfachen Meßgeräten ist eine Fehlersuche völlig aussichtslos. Deswegen der dringende Rat: Sorgfältiger Aufbau der wenigen, jedoch relativ teuren Bauteile. Für alle ICs sollte man unbedingt Sockel spendieren, lediglich der DIL-Stecker wird direkt auf die Panel-Platine gelötet. Die Latches müssen vom Typ C 374 sein, da an jedem Ausgang eine Diode geschaltet ist und der High-Pegel eines LS-Ausgangs unter Umständen nicht zum Treiben eines CMOS-Bausteins ausreicht.

IC 12 braucht einen kleinen Kühlwinkel. Anstelle der DIN-Buchsen für Printmontage können selbstverständlich auch solche mit Einbaulansch verwendet werden. Die Zuleitung von der Platine zu den Buchsen sollte man

**Für den ersten Test gilt: Aufbauen — einschalten — geht. Eine Fehlersuche sollte man sich besser nicht wünschen.**

jedoch so kurz wie möglich halten. Wer keinen THRU-Ausgang braucht, kann ihn einfach weglassen.

Wichtig: Die MIDI-IN-Buchse darf nirgendwo mit der Masse des Interfaces in Verbindung kommen, da sonst die durch den Optokoppler gewährleistete galvanische Trennung zunichte gemacht wird. Beim Einbau von Flanschbuchsen müssen diese vom Gehäuse isoliert sein, oder die Abschir-

## Sprühen statt mühen

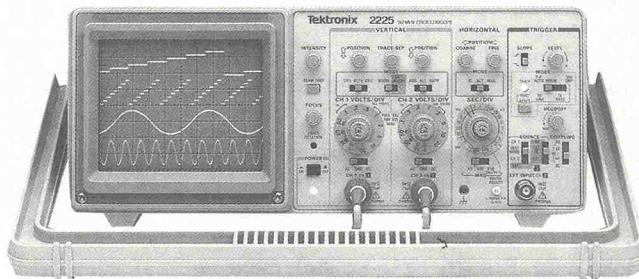
Oxydierte Kontaktstellen an Schaltern, Relais und Steckverbindungen – das ist zeitraubender Service-Alltag. Kontakt 60 von Kontakt Chemie macht Ihnen die Arbeit leichter. Damit sprühen Sie Schmutz, Oxyd- und Sulfidschichten einfach weg. Auch an schwer zugänglichen Stellen. Sicher und schnell. Ohne die Oberfläche der behandelten Teile anzutasten.

Profi-Sprays von Kontakt Chemie. Wirtschaftliche Problemlöser von Europas führendem Hersteller. Fordern Sie weitere Informationen an. Postkarte genügt.



KONTAKT CHEMIE GmbH · 7550 Rastatt · W-Germany  
Postf. 1609 · Tel. 07222 / 35091 · Telex 786 682 konta d

# DM 2.257,-



## Warum nicht gleich Tektronix!

Professionelles Arbeiten ist keine Frage des Preises mehr.

Mit dem Tektronix Euro-Scope erwerben Sie ein 50-MHz-Zweikanal-Universal-Oszilloskop mit erstaunlichen Leistungsmerkmalen:

- alternierende Horizontal-Vergrößerung
- Empfindlichkeit: 500 µV/Teil
- Spitze-Spitze Auto-Triggerung und Trigger-Hold-Off
- HF-NF-Triggerfilter
- TV-Triggerung (TV-Zeile, TV-Bild)
- Leicht, handlich, robust und einfach zu bedienen
- Auch als Digitalspeicher und mit RGB-Videoausgang lieferbar (Aufpreis)

Warum also nicht gleich Tektronix!

**Tektronix GmbH**  
Sedanstr. 13-17  
5000 Köln 1

**Informationen zum Ortstarif**  
**Tel.: 0130-4115**

**Geschäftsstellen in:**  
Berlin, Tel. (030) 3177 01-05  
Hamburg, Tel. (040) 54 83-0  
Köln, Tel. (0221) 37 98-0  
Karlsruhe, Tel. (0721) 82 00-0  
München, Tel. (089) 14 85-0  
Nürnberg, Tel. (0911) 3 4891



**Tektronix**  
COMMITTED TO EXCELLENCE

## MIDI-Karte für das Digitalschlagzeug

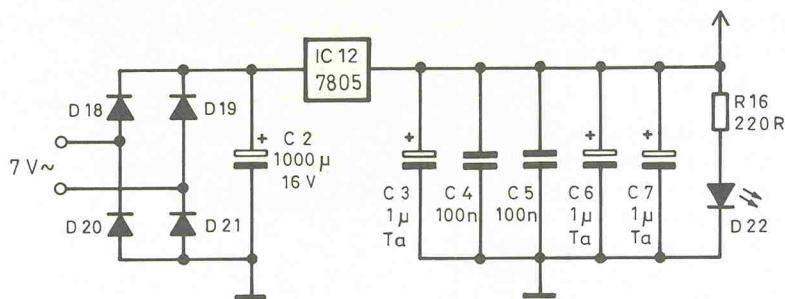


Bild 6. Das Interface benötigt im Betrieb ca. 250 mA, die diese Netzteilschaltung mit Leichtigkeit liefert.

mung des verwendeten DIN-Kabels muß an einer Stelle aufgetrennt werden.

Um das Interface nunmehr seiner Bestimmung zukommen zu lassen, sollte man jetzt noch einmal elrad 10/86 zur Hand nehmen und dortselbst die Seite 43 aufschlagen.

Die Verbindung zu den Schlagzeug-Voices wird über die Busplatine (Plane) und die VG-Leisten hergestellt. So können die Voices nach wie vor problemlos vom Plane abgezogen werden. Die Zuordnung von den Interface-Ausgängen zu den einzelnen Voices bleibt jedem selbst überlassen. Sinnvoll wäre natürlich, die Tastennummer 60 auf Voice 1 und die Tastennummer 69 auf Voice 10 zu legen.

Die Interface-Ausgänge werden mit dem noch freien Pin 16 der VG-Leiste auf der Lötseite des Plane verbunden. Auf der Voice-Karte lötet man eine Brücke von Pin 16 (VG-Leiste) nach Pin 11 von IC 3.

Dank der Dioden am Interface-Ausgang können irgendwelche Kurzschlüsse nicht auftreten. Die Verbindungsleitungen vom Outputconnector zum Plane brauchen nicht abgeschirmt zu sein.

Wird das Interface mit einem eigenen Netzteil versorgt, so muß nur Pin 1 des Outputconnectors mit der Masseleitung des Plane verbunden werden. Dies sollte direkt an der großen Massebahn (unter den Elkos) stattfinden. Wenn das Netzteil des Digital Drums stark genug ist, kann es das Interface auch mitversorgen. Die Netzteilkomponenten der Interface-Karte brauchen dann nicht bestückt zu werden. Die

**Das MTD wird ins Digitale Schlagzeug aus Heft 10/896 eingebaut. Mit etwas Glück und gutem Willen paßt auch das Panel noch auf die Frontplatte.**

+ 5 V-Betriebsspannung kommt in diesem Fall an Pin 18 des Outputconnectors. Das MTD benötigt ca. 250 mA.

Wer auf den Einbau der Anzeigeplatine verzichten will (oder muß, weil auf der Digital-Drum-Frontplatte platzmäßig nichts mehr geht), kann den HELP-Taster auch solo einbauen. Am Outputconnector liegt er zwischen Pin 19 und Masse.

Um auch eine industriell gefertigte Drum-Maschine per MTD zum Spielen zu bringen, muß ein relativ einfacher Eingriff in das Industriegerät vorgenommen werden (Garantieerklärung ade). Die Einzelinstrumente handelsüblicher Drumcomputer lassen sich in aller Regel per Taster auslösen, die in einer Matrix angeordnet sind, die wiederum von einem Prozessor periodisch abgefragt wird.

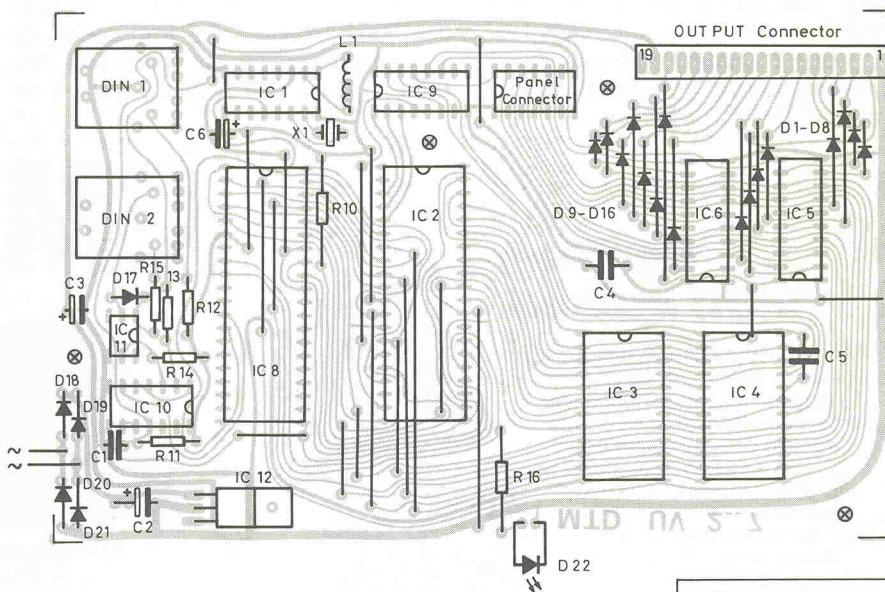


Bild 7. Wenn das MTD an der Stromversorgung des Digitalen Schlagzeugs betrieben wird, brauchen die Netzteilkomponenten auf der Interface-Karte nicht bestückt werden.

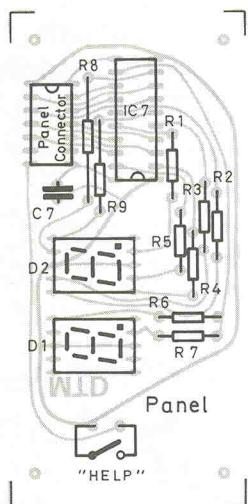
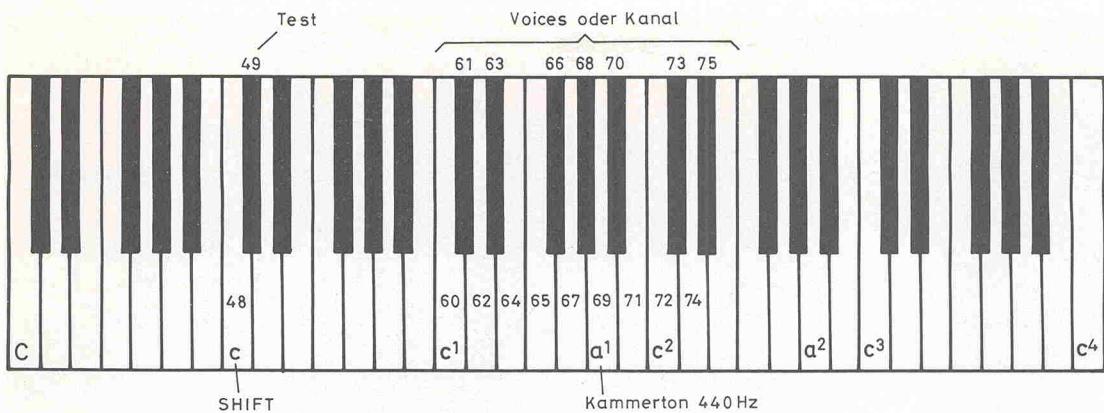


Bild 8. Das Panel mit Display und HELP-Taste wird über Flachbandkabel mit der Hauptplatine verbunden.

Outputconnector	
Pin	Belegung
1	Masse
2	OUT 7
3	OUT 1
4	OUT 2
5	OUT 3
6	OUT 4
7	OUT 5
8	OUT 6
9	OUT 0
10	OUT 8
11	OUT 9
12	OUT 10
13	OUT 11
14	OUT 12
15	OUT 13
16	OUT 14
17	OUT 15
18	+ 5 V
19	HELP-Taste



**Bild 9.**  
Tastenbelegung auf  
dem Master-  
keyboard für die  
einzelnen Interface-  
Kanäle sowie die  
Shift- und  
Testfunktion.

## Stückliste

## — MIDI to Drum —

Widerstände (alle 1/4 W; 5%)

R1 . . . 9	470R
R10	1k
R11	33k
R12,13,15	100R
R14	1k8
R16	220R
Kondensatoren	
C1	1 $\mu$ /16 V, stehend
C2	1000 $\mu$ /16 V, stehend
C3,6,7	1 $\mu$ /16 V, Tantal
C4,5	100n, RM 7,5
Halbleiter	
D1 . . . 17	1N4148
D18 . . . 21	1N4001
D22,23	7-Segmentanzeige DIS 1306
IC1	74LS321
IC2	Z80A CPU
IC3	2716 EPROM mit Software 'DTM 2'
IC4	6116 2-K x 8-RAM
IC5 . . . 7	74C374
IC8	Z80A DART
IC9	74LS138
IC10	74LS14
IC11	CNY 17
IC12	7805
IC-Fassungen	
2	DIL 40
2	DIL 24
3	DIL 20
2	DIL 16
2	DIL 14
1	DIL 6

## Sonstiges

L1 Spule 50...150 mH,  
RM 10

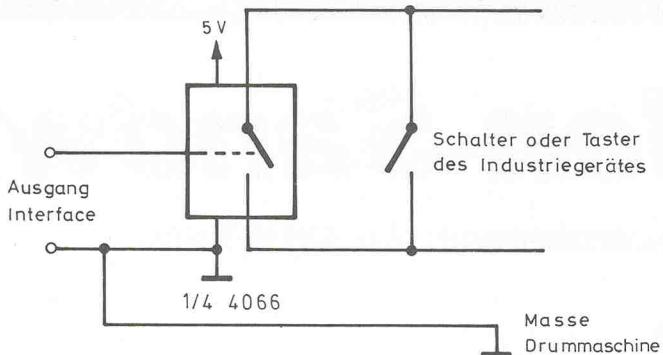
X1 Quarz, 2 MHz  
kleiner Kühlwinkel f. Spannungsregler Federleiste, einreihig 2,54 mm, 19 Pins  
Taster (EIN) quadratisch 15 x 15 mm, RM 5 2 DIN-Buchsen 180° für Printmontage  
2 DIL-14-Stecker mit ca. 20 cm Flachbandleitung  
Trafo 8 V/4 VA  
2 Platinen (Haupt/Display) 100 x 160 mm und 43 x 93 mm

Die Ausgangsimpulse unseres Interfaces lassen sich innerhalb einer solchen Anordnung leider nicht direkt, sondern nur auf dem Umweg über eine kleine Zusatzschaltung zur Ansteuerung verwenden (Bild 10). Im 4066 sind 4 bilaterale Schalter vorhanden, welche die Funktion der Taster übernehmen. Die positive Versorgungsspannung der anzusteuernden Drum-Maschine sollte auch 5 V betragen. Das tut sie in den meisten Fällen auch, denn die meisten dieser Geräte arbeiten mit Mikroprozessoren.

Die Spannungsversorgung des 4066 kann vom Interface übernommen werden. Die Masse der anzusteuernden Drum-Maschine muß mit der Masse des Interfaces verbunden werden.

bis zum D# mit der Nummer 75 sind den angeschlossenen Instrumenten (Voices) zugeordnet — jeder Tastendruck triggert die entsprechende Voice.

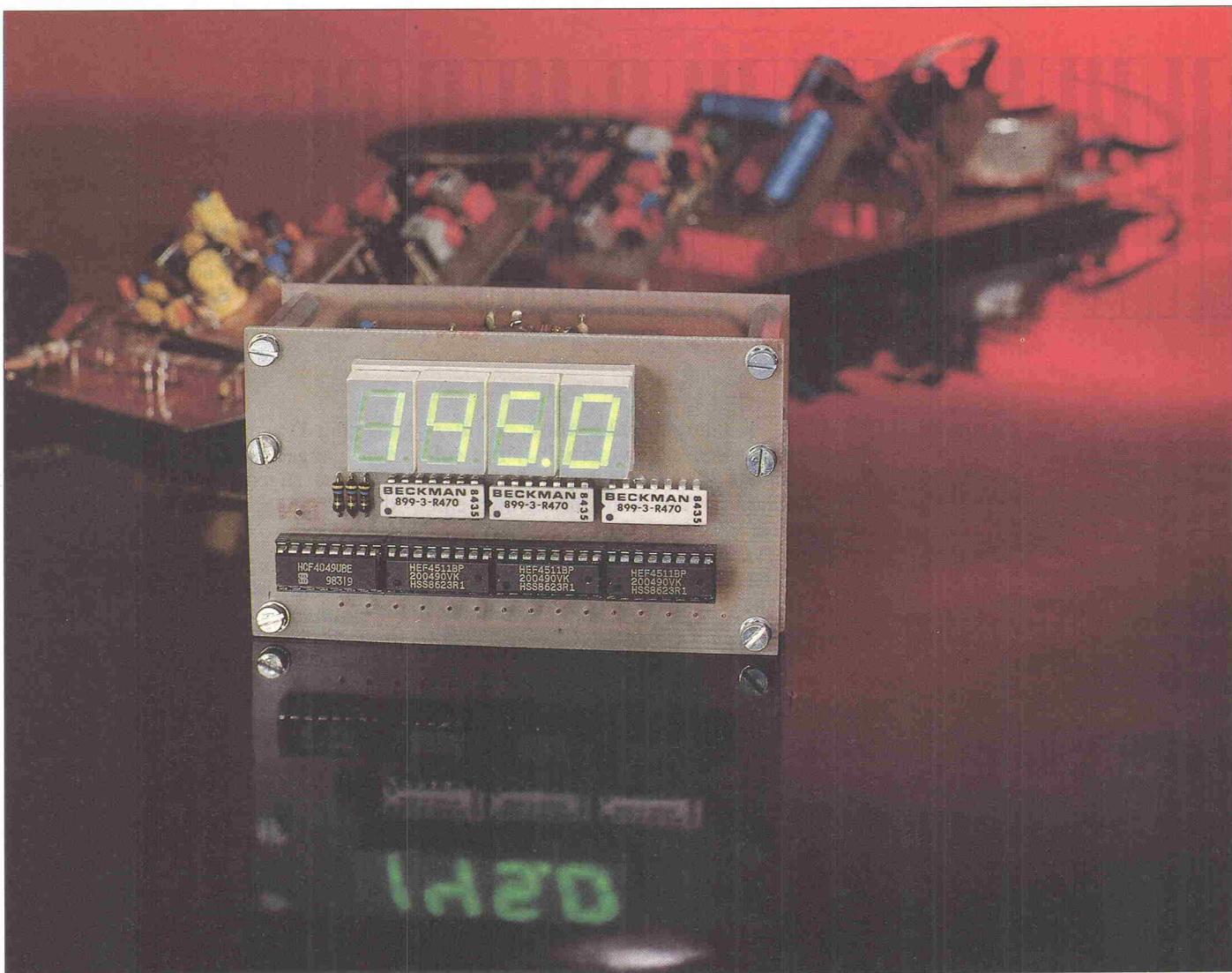
Der Empfangskanal des Interfaces wird vom Master (-Keyboard oder -Computer) eingestellt. Dazu drückt man die Shifttaste mit der Nummer 48 (C) und danach eine der Voice-Tasten (60...75). Die Taste 60 entspricht dabei dem Kanal 1 und Taste 75 dem Kanal 16. Der gewählte Kanal wird auf dem Display angezeigt. Jetzt muß natürlich auch noch der Sendekanal des Masters stimmen, da ja sonst keine Datenübertragung möglich ist. Die Taste HELP wird wieder die Grundeinstellung herstellen.



**Bild 10.** Mit dieser Hilfsschaltung ist das Interface für den Anschluß an fast alle handelsüblichen Drumcomputer geeignet.

Und damit ist es auch schon höchste Zeit für einen ersten Testlauf. Nach dem Einschalten wird die HELP-Taste gedrückt. Auf dem Display wird jetzt eine 1 erscheinen, was bedeutet, daß das Interface auf Kanal 1 empfangsbereit ist. Der Sender (Masterkeyboard) sollte jetzt ebenfalls auf Kanal 1 sendebereit sein. Die Tasten von der Nummer 60 (mittleres oder Schloß-C)

Um das angeschlossene Drumsystem zu überprüfen, kann ein Testprogramm aufgerufen werden, das jede Voice nacheinander einmal triggert. Der Aufruf erfolgt mit Shift und (dannach) Taste 49 (C#). Während das Testprogramm abläuft, zeigt das Display ein C (Check). Anschließend erfolgt wieder die Anzeige des eingestellten MIDI-Kanals.



# **Skalen-Sandwich**

**Digitaler Frequenzmesser für UKW-Tuner**

**Torsten Johann**

**UKW-Tuner der Low-cost-Klasse, aber auch selbstgebaute UKW-Empfänger verfügen zu meist nicht über eine präzise Empfangsfrequenz-Anzeige. Dieser nachrüstbare digitale Frequenzmesser vergrößert den Bedienungskomfort erheblich.**

Das Messen der Empfangsfrequenz von UKW-Tunern ist allerdings mit Problemen behaftet. Die Hf-Vorkreise innerhalb des Empfängers selektieren nur relativ grob das am Antenneneingang anliegende Signal. Zudem kann man dort kaum etwas Sinnvolles messen, wenn der Empfänger auf einen Sender mit schwachem Eingangssignal eingestellt wird. Welche Sendefrequenz tatsächlich empfangen wird, wird erst im verhältnismäßig schmalbandigen Zwischenfrequenz-Verstärker

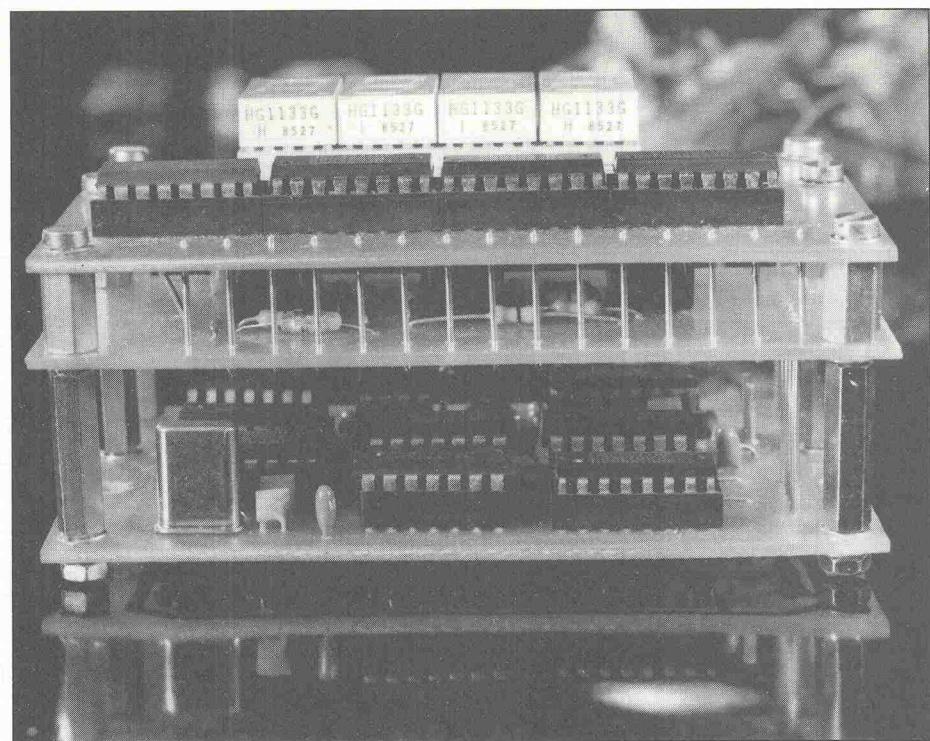
bestimmt, der eine konstante Frequenz von 10,7 MHz verarbeitet — zum Messen der Empfangsfrequenz ist dieses Signal daher auch nicht geeignet. Was man jedoch mit geringem Aufwand messen kann, ist die Oszillatorfrequenz. Mit ihr wird die Empfangsfrequenz gemischt, um auf die besagte Zf in Höhe von 10,7 MHz zu kommen. Die Oszillatorfrequenz liegt — bei den meisten UKW-Empfängern — stets um 10,7 MHz höher als die Empfangsfrequenz.

Die Aufgabe des Frequenzmessers besteht folglich darin, eine 'falsche' Frequenz (die des Oszillators) zu messen, aber die 'richtige' Frequenz (die des empfangenen Senders) anzuzeigen. Mathematisch gesehen müssen von der Oszillatorfrequenz 10,7 MHz subtrahiert werden, um die korrekte Empfangsfrequenz zu erhalten. In den einschlägigen Sendefrequenz-Tabellen werden bekanntermaßen die Empfangsfrequenzen und nicht die Oszillatorfrequenzen bekanntgegeben...

Wie ein Blick auf das Schaltbild (Bild 3) erkennen läßt, ist die Schaltung in großen Teilen wie ein normaler Frequenzmesser konzipiert — mit einem kleinen, aber wesentlichen Unterschied, wie sich noch zeigen wird.

Die Zeitbasis besteht aus dem 3,2768-MHz-Quarz sowie den Teilern IC3...5 (IC4 nur zur Hälfte). Durch deren Teilkoeffizienten  $2^{14}$ , 10 und 4 wird die Quarzfrequenz auf exakt 5 Hz heruntergeteilt. Mit der 5-Hz-Frequenz wird das Tor des Frequenzzählers geöffnet und geschlossen, jeweils 100 ms lang.

Das am Eingang des Frequenzmessers anliegende Oszillatortsignal muß ebenfalls kräftig heruntergeteilt werden, und zwar durch IC1,2 und die andere Hälfte von IC4. Der Teilkoeffizient beträgt jeweils 10, insgesamt also 1000. Auf diese Weise wird aus der Oszillatorfrequenz im Bereich zwischen 98,2 MHz und 118,7 MHz (Empfangsfrequenz 87,5...108,0 MHz) eine Frequenz im Bereich zwischen 98,2 kHz und 118,7 kHz abgeleitet. Diese gelangt auf das Tor des Frequenzzählers, das aus einer IC6-Hälfte (AND-Gatter mit 4 Eingängen) besteht. Die beiden nicht benötigten Eingänge des AND-Gatters liegen fest auf 'H'-Potential.



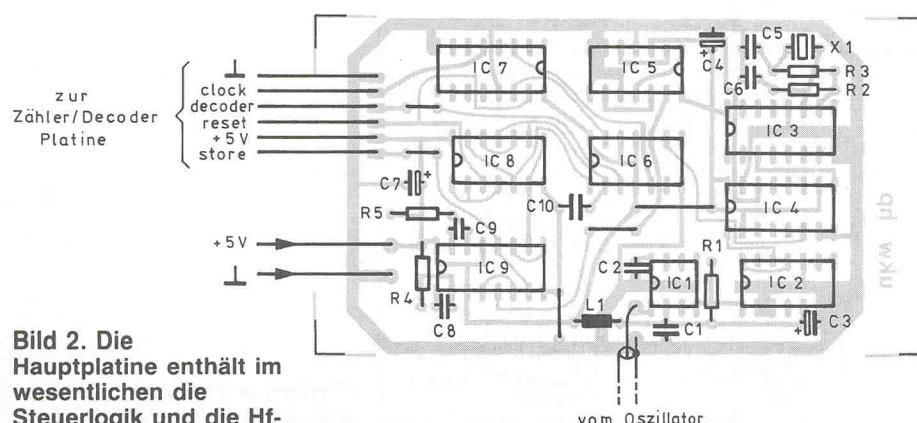
**Bild 1.** Die drei Platten werden untereinander durch Drahtbrücken oder durch Flachbandleitung elektrisch verbunden.

Bevor das am Tor-Ausgang anliegende Signal zu den Hauptzählern gelangt, wird die Signalfrequenz durch IC7 nochmals durch 10 geteilt. An dieser Stelle ist auf eine kleine Besonderheit hinzuweisen: Das Ausgangssignal des Dekadenzählers IC7 wird nicht an den Anschlüssen '0' oder 'carry out' abgenommen, sondern am Anschluß '6'. Das hat den Vorteil, daß zum Beispiel bei Empfangsfrequenzen zwischen

98,36 MHz und 98,45 MHz die Anzeige des Frequenzmessers auf '98,4' steht. Andernfalls würde das LED-Display bei einer Empfangsfrequenz von exakt 98,4 MHz ständig zwischen '98,3' und '98,4' hin- und herschalten.

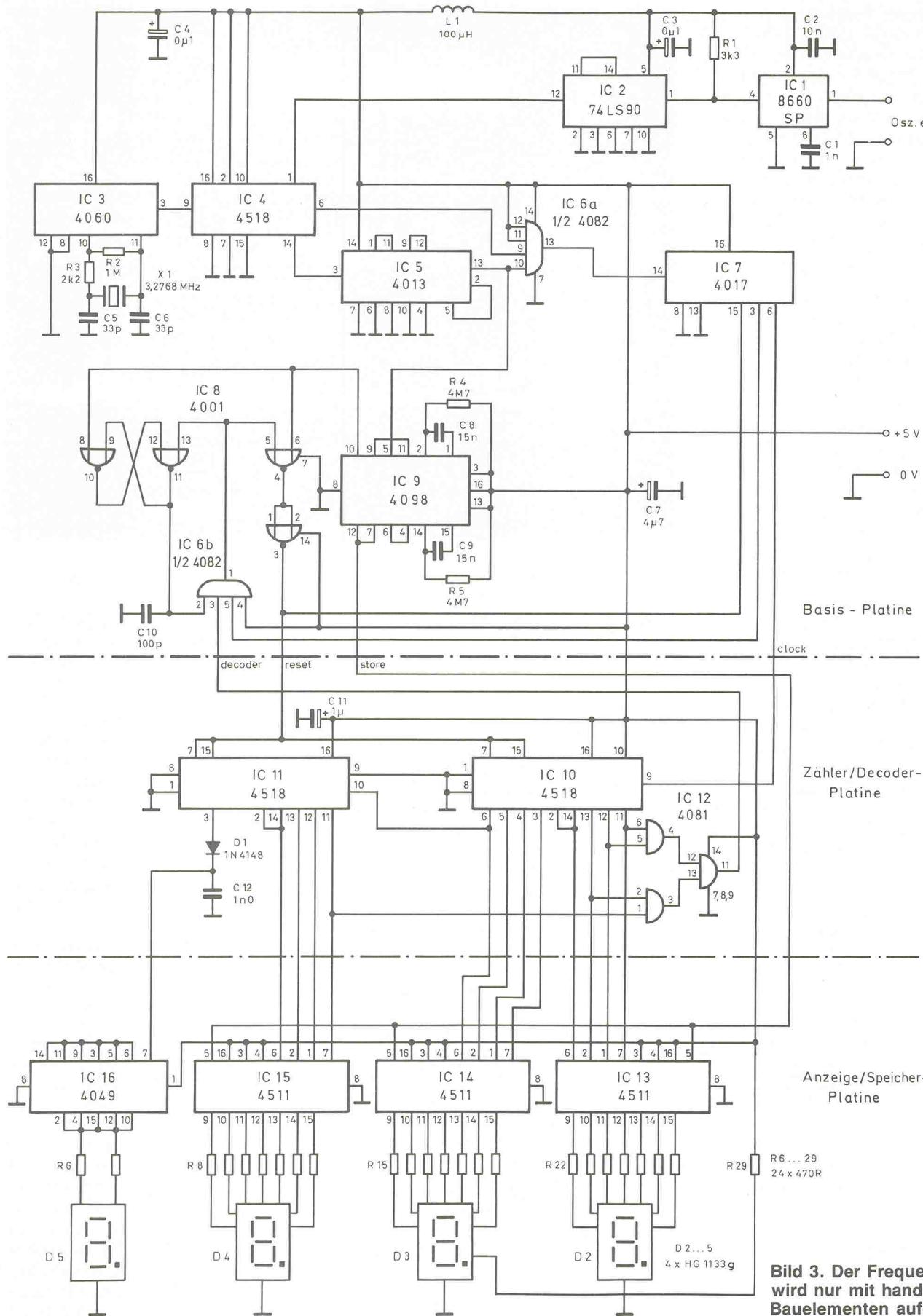
Für UKW-Rundfunkempfänger reicht im allgemeinen eine angezeigte Stelle nach dem MHz-Komma völlig aus. Erstens vereinfacht diese Genügsamkeit die Schaltung, zweitens senden die bundesdeutschen UKW-Sender in der Tat fast ausnahmslos im 100-kHz-Raster. Lediglich bei denjenigen, die ihren Tuner nicht drahtlos betreiben — dies: die verkabelt sind —, könnten Schwierigkeiten auftreten, da hier die meisten Sender im 50-kHz-Raster eingespeist werden. Die letzte Stelle der Anzeige dürfte in diesem Fall ständig zwischen zwei Ziffern umschalten.

Die Ausgänge der Dekadenzähler IC10,11 liefern ihre Bits an die BCD-Decimal-Decoder/Anzeigentreiber IC13...15. Und hier, an den Ausgängen der Dekadenzähler, befindet sich das Besondere dieses Frequenzmessers: Hier lauern die AND-Gatter von IC12 auf '107', um beim Erscheinen dieser Kombination die Zähler auf Null zurückzusetzen. Gleichzeitig wird das Flipflop aus den beiden NOR-Gattern (IC8) zurückgesetzt, wodurch der Zähler für den Rest der Zählperiode ungestört zu Ende zählen kann. Am Ende

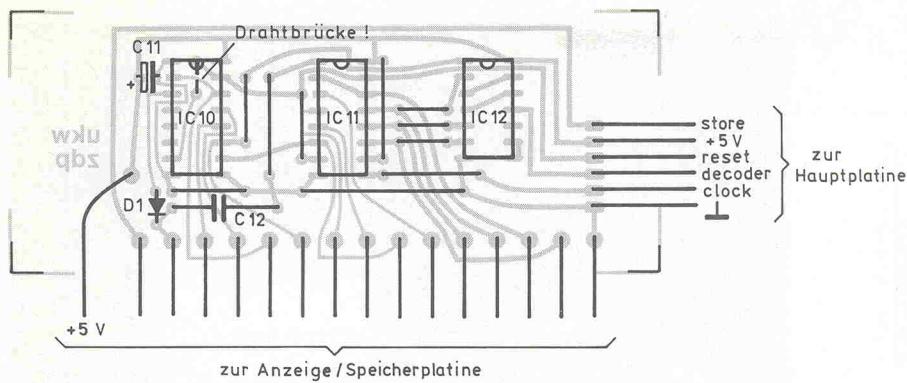


**Bild 2.** Die Hauptplatine enthält im wesentlichen die Steuerlogik und die HF-Vorverstärker.

# UKW-Frequenzmesser



**Bild 3.** Der Frequenzmesser wird nur mit handelsüblichen Bauelementen aufgebaut.



**Bild 4.** Die Zähler/Decoder-Platine wird sowohl mit der Hauptplatine als auch mit der Anzeige/Speicherplatine verbunden.

der Zählperiode ist folglich der Zählerstand um 107 zu niedrig — der Zähler steht also nicht auf der Oszillatorkreisfrequenz, sondern auf der Empfangsfrequenz.

Beim Schließen des Tors kippt das erste Monoflop (IC9) für ca. 30 ms von logisch 'H' auf 'L'. Damit wird der Zählerstand der Bausteine IC10,11 in die Speicher der Anzeigentreiber übernommen und angezeigt. Beim Zurückkippen des ersten Monoflops wird das zweite aktiviert, mit einem kurzen 'H'-Impuls werden alle Zähler wieder auf Null gebracht und das NOR-Gatter-Flipflop gesetzt — die '10,7-MHz-Falle' wird für den nächsten Zählvorgang aktiviert.

Für die Anzeige der Hunderter-Stelle wird kein IC des Typs 4511 benötigt, da hier ohnehin nur eine '1' oder gar nichts angezeigt wird. Als Anzeigentreiber dienen hier fünf parallelgeschaltete Inverter (IC16), die durch den sechsten Inverter angesteuert werden. Die Diode D1 und der Kondensator C12 bilden ein retriggerbares Monoflop, das die Anzeige der Hunderter-Stelle hält, bis sie bei der nächsten Zählperiode entweder erneuert oder abgeschaltet wird.

Der Kondensator C10 am Flipflop-Ausgang (Pin 11 von IC8) verlängert geringfügig den Reset-Impuls des '107'-Decoders, er wäre ohne diesen Kondensator etwas zu kurz. (Das Mustergerät zeigte ohne ihn genau 1 MHz zuviel an.)

Noch einmal zurück zum 10,7-MHz-Decoder. Da er bereits nach 1066 Zähler-Eingangs impulsen logisch 'H' liefert (entsprechend 10,66 MHz), müssen noch vier weitere Impulse abgewartet werden, bevor zurückgesetzt wird. Diese Aufgabe übernimmt der '0'-Ausgang von IC7 (Pin 3). Erst wenn dieser Ausgang vier Impulse später auf 'H' springt, schaltet das entsprechende AND-Gatter von IC6 seinen Ausgang (Pin 1) auf 'H' und setzt damit die Zähler zurück.

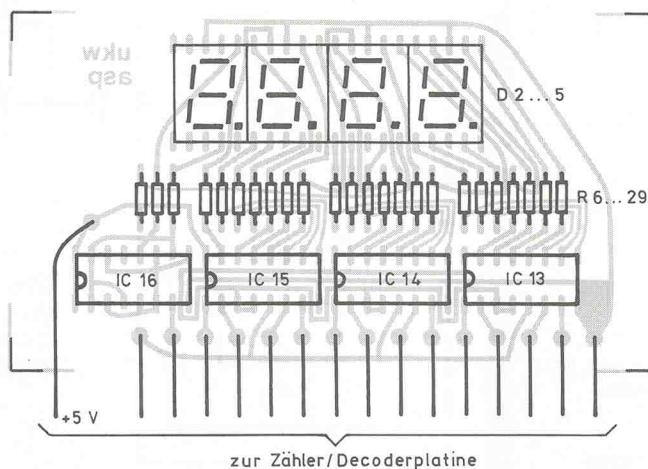
Der Frequenzmesser wird mit einer Spannung von 5 V betrieben, die Stromaufnahme liegt bei maximal 150 mA.

Als Zuleitung für die Oszillatorkreisfrequenz sollte eine einadrigie, abgeschirmte Koax-Leitung benutzt werden. Obwohl HF-Experten jetzt bestimmt zu Herztropfen greifen werden: Wenn die Leitung nicht zu lang ausfällt, kann man auch abgeschirmtes Mikrofonkabel nehmen. Viele Tuner sind bereits für den Anschluß eines digitalen Frequenzmessers vorbereitet, falls nicht, ist er leicht nachträglich durchzuführen. In Bild 8 ist eine Anschlußmöglichkeit dargestellt.

Zum Anschluß an das relativ weitverbreitete Larsholt-Tunermodul ist noch folgendes zu sagen: Wenn man schon mal das Abschirmblech dieses Tunermoduls abgenommen hat, um das Zuleitungskabel anzulöten, sollte man auch gleich einen 10R-Widerstand in Reihe mit dem Emitterkondensator 46 des Zf-Transistors schalten. Auf diese Weise werden Brodelgeräusche unterdrückt, auch das Zwitschern wird drastisch reduziert. Aber lassen Sie um Himmels willen die Spulen und Trimmkondensatoren in Ruhe!

**Der UKW-Frequenzmesser läßt sich nicht nur in normalen Rundfunk-Empfängern einsetzen, sondern zum Beispiel auch in 2-m-Empfängern. Es muß nur beachtet werden, daß die Oszillatorkreisfrequenz um genau 10,7 MHz über der Empfangsfrequenz liegen muß. Die Grenzfrequenz des Verteilers liegt bei typisch 150 MHz.**

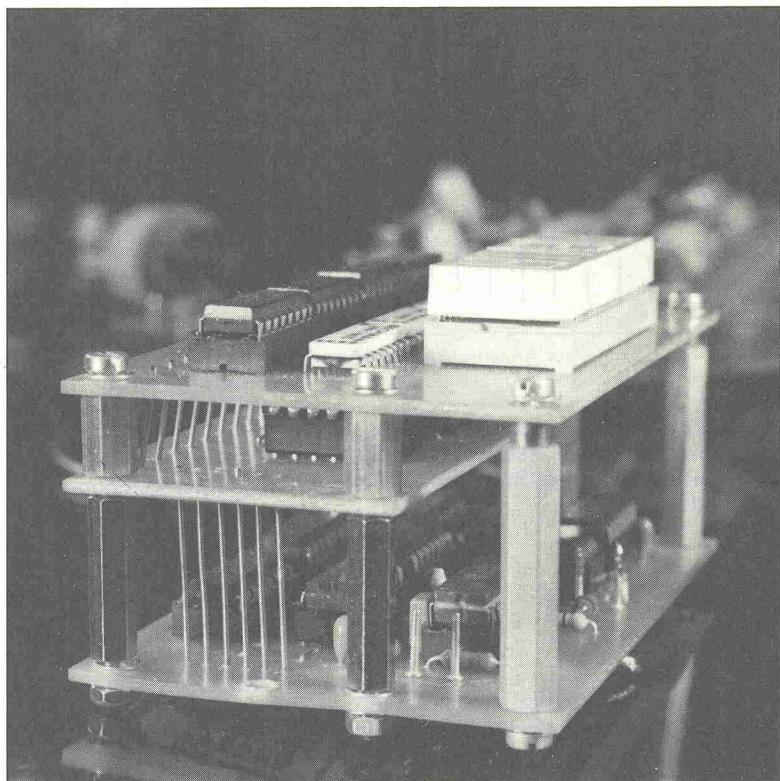
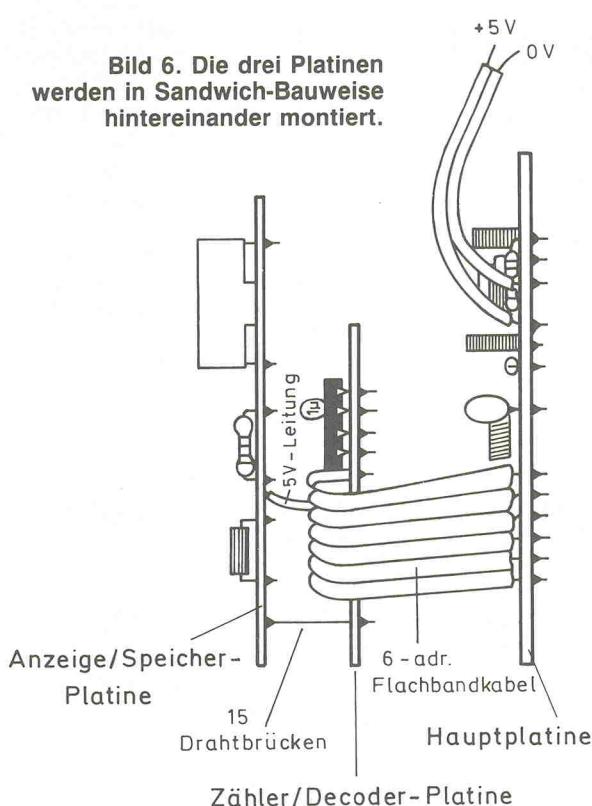
Beim Einbau des Frequenzmessers sollte man auf einen möglichst großen Abstand zwischen dem Meßmodul und den empfindlichen HF/Zf-Stufen achten. Ein Abschirmblech um die Anzeige herum kann sich hier als sehr sinn-



**Bild 5.** Für 21 der insgesamt 24 strombegrenzenden Vorwiderstände lassen sich auch drei 7-fach-Widerstandsnetzwerke einsetzen.

## UKW-Frequenzmesser

Bild 6. Die drei Platinen werden in Sandwich-Bauweise hintereinander montiert.



### Stückliste

Widerstände (alle 1/4 W, 5%)

R1	3k3
R2	1M0
R3	2k2
R4,5	4M7
R6...29	470R

Kondensatoren

C1	1n0 ker.
C2	10n ker.
C3,4	0μ1/35V Tantal
C5,6	33p ker.
C7	4μ7/16V Tantal
C8,9	15n Folie RM2,5
C10	100p ker.
C11	1μ0/35V Tantal
C12	1n0 Folie

Halbleiter

IC1	SP 8660
IC2	74 LS 90
IC3	4060
IC4,10,11	4518
IC5	4013
IC6	4082
IC7	4017
IC8	4001
IC9	4098
IC12	4081
IC13...15	4511
IC16	4049
D1	1 N 4148
D2...5	HG 1133 g

Sonstiges

L1	Festinduktivität 100 μH
X1	Quarz 3,2768 MHz
2 Platinen	56 × 102
1 Platine	41 × 102
Verdrahtungs-	und Montagematerial

voll erweisen. Beim Autor störte der Frequenzmesser nur bei einer einzigen Empfangsfrequenz, und zwar als mit einem Zimmerdipol der 140 km entfernte BR-3-Sender Grünen auf 95,8 MHz empfangen wurde. Dabei betrug der Abstand zwischen dem (unabgeschirmten) Meßmodul und der Antenne ca. 1,8 m. Beim Betrieb desselben Tuners mit der Gemeinschaftsantenne traten keinerlei Störungen auf. □

Bild 7. Die maximale Bauelement-Höhe bestimmt den Abstand der Platinen untereinander.

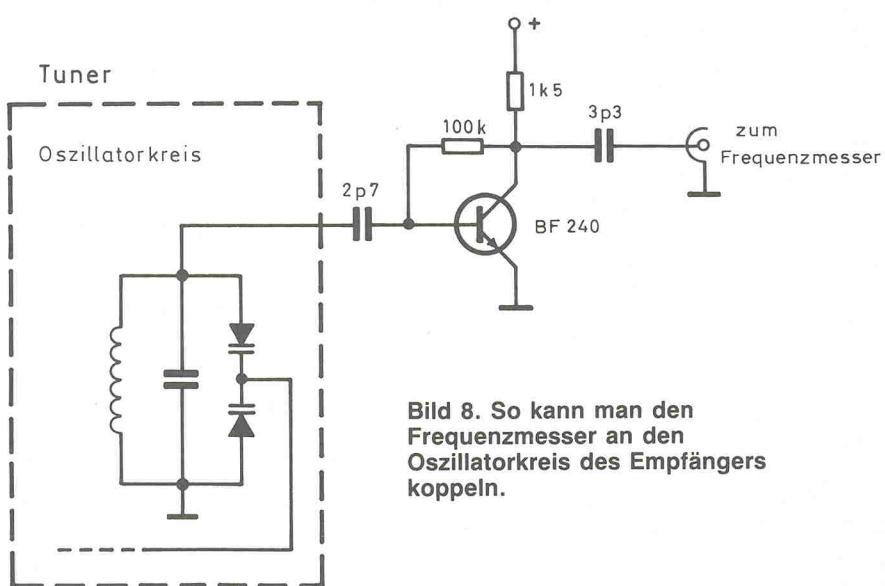
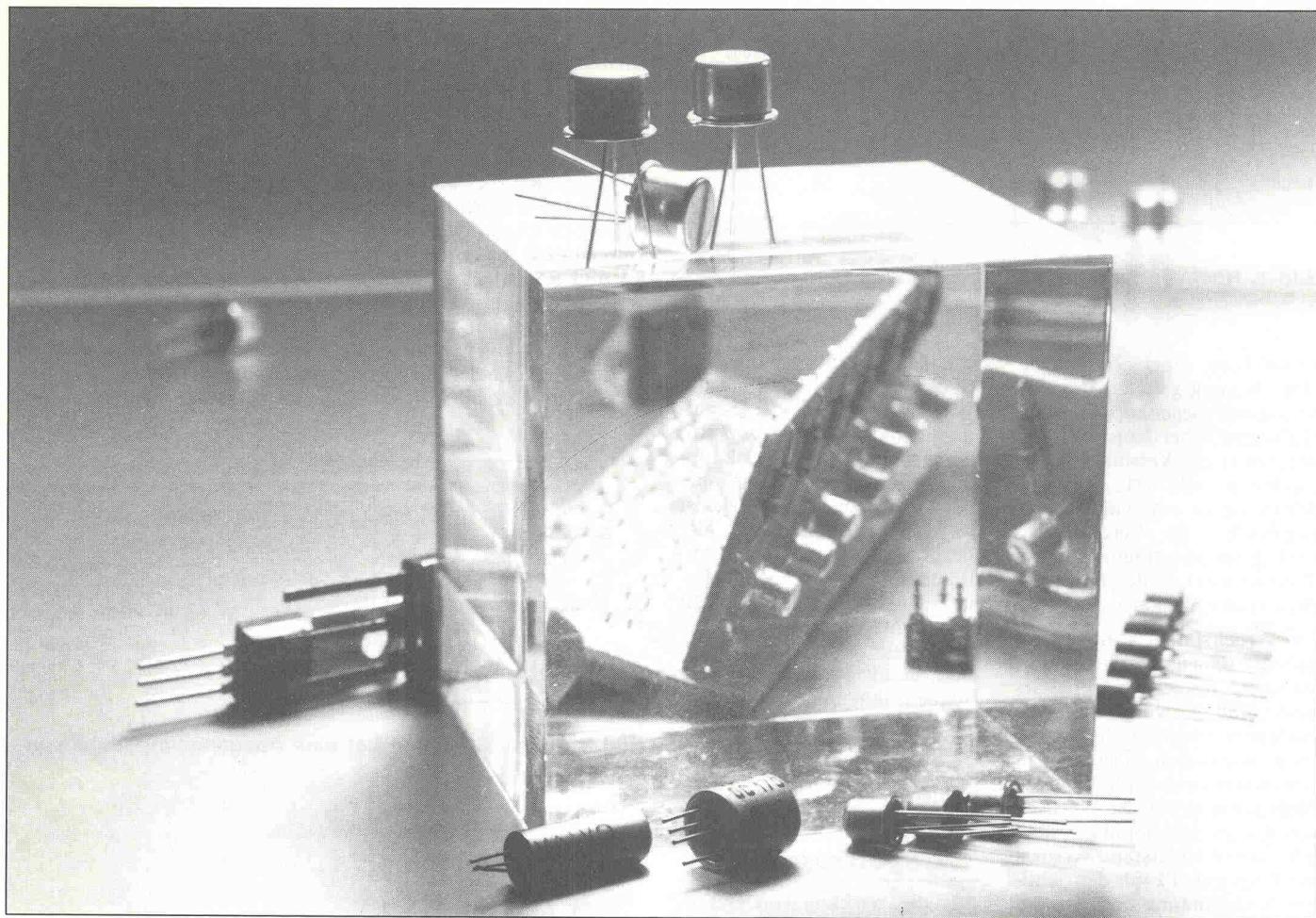


Bild 8. So kann man den Frequenzmesser an den Oszillatorkreis des Empfängers koppeln.



# **Faustformeln 3**

## **Berechnung von Transistorstufen**

**Nach den Grundlagenschaltungen mit jeweils einem einzelnen Transistor (elrad 3/87, 4/87) geht's diesmal um die Kombination günstiger Ein- und Ausgangseigenschaften nach dem Motto: Darf es auch ein wenig mehr (Silizium) sein?**

Die bislang betrachteten Schaltungen haben jeweils nur einen Transistor. Durch geschicktes Hinzufügen eines zweiten Transistors können die Schaltungseigenschaften oft ganz erheblich verbessert werden.

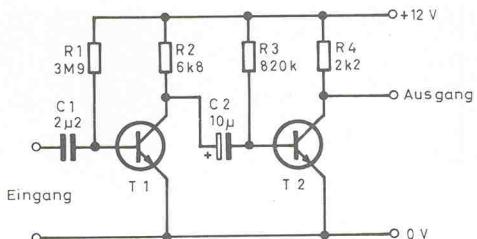
Bild 1 zeigt eine einfache und ökonomische Methode zur Erhöhung der Spannungsverstärkung. Dazu werden lediglich zwei Emitterstufen in Serie geschaltet. Da keine der Stufen einen Emitterwiderstand besitzt, kann die Gesamtverstärkung (das Produkt der Stufenverstärkungen) sehr groß werden. In diesem Fall liegt sie bei einem Wert von ca. 5000. Bei solch hohen Verstärkungen ist

es wichtig, mit einer sehr gut gesiebten Stromversorgung zu arbeiten. In den meisten Fällen werden Schaltungen entsprechend Bild 1 über einen kleinen Serienwiderstand mit Abblockkondensator an die Versorgung gelegt. Weiterhin ist zu beachten, daß der Arbeitspunkt jedes Transistors von seiner Gleichstromverstärkung  $h_{FE}$  abhängig ist, so daß es notwendig werden kann, R1 und R3 in Abhängigkeit von den verwendeten Transistorexemplaren individuell zu verändern. In der angegebenen Schaltung können übliche NPN-Universaltransistoren verwendet werden. R1 und R3 müssen jedoch an jeden einzelnen Transistor angepaßt wer-

den. Das ist nicht der einzige Nachteil dieser Schaltung; sie kann auch hohe Verzerrungen aufweisen und keine großen Signalpegel verarbeiten. Ihr einziger Vorteil ist die Einfachheit, aber das reicht häufig eben nicht aus.

Mit einigen wenigen zusätzlichen Bauteilen kann eine qualitativ erheblich verbesserte Schaltung entsprechend Bild 2 aufgebaut werden. Sie findet als universeller Verstärkerblock häufig Einsatz in Audiogeräten und wird hier als Eingangsstufe qualitativ hochwertiger Verstärker und als Basis für Entzerrerstufen verwendet. In ihr wird die sehr hohe Spannungs-

## Grundlagen



V (AC) = 5000  
V (DC) = unstabil  
Ausgang invertiert  
Z (EIN) = Mittel  
Z (AUS) = Mittel

Bild 1. Hochverstärkend, aber leider instabil.

verstärkung einer Zweittransistororschaltung genutzt, um eine wirksame Gegenkopplung zu realisieren (über R6). Dadurch wird zwar die Verstärkung beträchtlich reduziert, aber die Schaltung ist sehr viel weniger empfindlich für Verzerrungen und Exemplarstreuungen der Transistoren als der in Bild 1 dargestellte Verstärker.

Der Arbeitspunkt von T2 wird durch seinen Emitterwiderstand R5 festgelegt. Ohne Gegenkopplung würde R4 die Ausgangsimpedanz der Schaltung bestimmen. Die Gleichspannungsrückkopplung erfolgt getrennt von der Wechselspannungsrückkopplung über R3. Dieser Widerstand versorgt die Basis von T1 mit der richtigen Vorspannung und gibt der Schaltung eine sehr gute Gleichspannungsstabilität. R1 besitzt einen relativ hohen Wert, um das Schaltungsräuschen klein zu halten. Es liegt unter dem der meisten Operationsverstärker. Die Rückkopplungswiderstände R6 und R2 legen die Schaltungsverstärkung  $(R_6 + R_2)/R_2$  auf einen Wert von theoretisch 46,45

fest. Die Gegenkopplung über R6 bestimmt auch die Ein- und Ausgangsimpedanz der Schaltung. Sinkt der Wert von R6, dann nimmt die Gegenkopplung zu und die Ausgangsimpedanz ab. Gleichzeitig wächst die Eingangsimpedanz der Schaltung. Besonders in Audioschaltungen sind häufig hohe Eingangsimpedanzen sehr erwünscht. Wird R6 durch ein geeignetes RC-Netzwerk ersetzt, erhält die Schaltung eine frequenzabhängige Verstärkung und kann beispielsweise als RIAA-Entzerrer für magnetische Tonabnehmer eingesetzt werden.

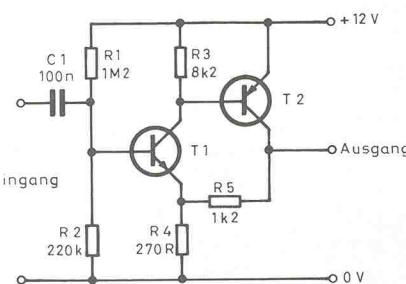
### Gegenkopplung

Auf die Wirkung von Gegenkopplungsmaßnahmen wird in der Beschreibung der nächsten beiden Schaltungen näher eingegangen. Der in Bild 3 dargestellte Verstärker ist so stark gegengekoppelt, daß seine Spannungsverstärkung sehr klein wird, dafür aber äußerst geringe Verzerrungen auftreten. Diese Schaltung wird häufig in qualitativ hochwertigen

Vorverstärkern eingesetzt. Aufgrund der vorliegenden Gleichspannungskopplung muß die Verstärkung klein gehalten werden, um ein Driften der Arbeitspunkte zu vermeiden.

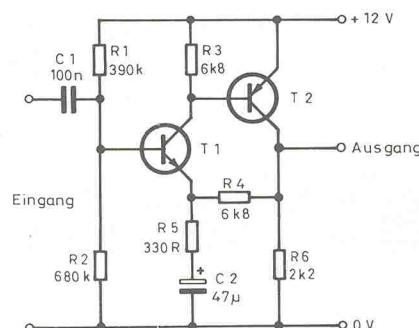
R4 und R5 bestimmen die Schaltungsverstärkung zu  $(R_5 + R_4)/R_4$ . Soll die Verstärkung durch Veränderung von R4 und R5 auf einen anderen Wert festgelegt werden, dann kann das Ausgangsrupotential der Schaltung nur durch zusätzliche Veränderung auch von R1 und R2 auf ca. halber

llich höhere Verstärkung. Damit verbunden ist allerdings eine Verschlechterung der Rausch- und Verzerrungseigenschaften. Insgesamt gesehen, ist die Schaltung der in Bild 3 sehr ähnlich, besitzt aber getrennte Gegenkopplungszweige für Gleich- und Wechselspannung. Die Gleichspannungsverstärkung beträgt 1 und die Wechselspannungsverstärkung (festgelegt durch die Rückkopplungswiderstände R4 und R5) liegt bei 20. Die Wechselspannungsverstärkung  $(R_4 + R_5)/R_5$  kann in einem



V (AC) = 4,5  
V (DC) = 4,5  
Ausgang nicht invertiert  
Z (EIN) = Hoch  
Z (AUS) = Sehr niedrig

Bild 3. Diese Schaltung hat eine Ausgangsimpedanz von einigen 10 R.



V (AC) = 20  
V (DC) = 1  
Ausgang nicht invertiert  
Z (EIN) = Hoch  
Z (AUS) = Sehr niedrig

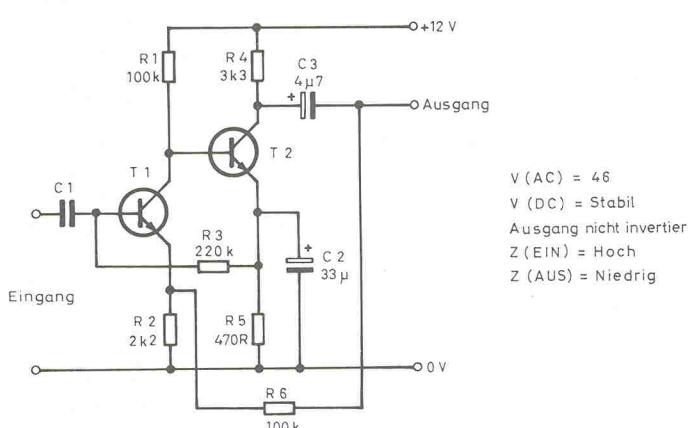
Bild 4. Hier ist zusätzlich die Verstärkung sehr viel höher.

Versorgungsspannung gehalten werden. Wie die vorhergehende Schaltung besitzt auch diese aufgrund der Gegenkopplung an T1 eine hohe Eingangs- und eine niedrige Ausgangsimpedanz. Die Ausgangsimpedanz der Schaltung nach Bild 3 beträgt lediglich einige 10 R. Auch hier können Universaltransistoren verwendet werden. Achten Sie darauf, daß T2 ein PNP-Transistor ist und beide Transistoren die für Audiozwecke üblichen geringen Rauschzahlen aufweisen sollten.

Die nächste in Bild 4 dargestellte Schaltung besitzt eine deut-

weiten Bereich ohne wesentliche Beeinflussung der Arbeitspunkte verändert werden.

Die Verzerrungen nehmen mit steigender Verstärkung etwas zu, können aber durch Verwendung von Komplementärtransistoren niedrig gehalten werden. Wie bei der in Bild 2 dargestellten Schaltung kann auch der Frequenzgang dieses Verstärkers durch frequenzabhängige Rückkopplungsnetzwerke den Anforderungen entsprechend 'eingestellt' werden. Wird die Verstärkung bei hohen Frequenzen zu stark vermindert, dann kann die Schaltungsstabilität leiden. HF-Schwingungen



V (AC) = 46  
V (DC) = Stabil  
Ausgang nicht invertiert  
Z (EIN) = Hoch  
Z (AUS) = Niedrig

Bild 2. Mit R6 kann die Wechselspannungsverstärkung eingestellt werden.

## Durch Verwendung von zwei Transistoren lassen sich viele Probleme der Ein-Transistor-Schaltungen schon beim Entwurf lösen.

kleiner Amplitude überlagern sich dann dem NF-Signal. Die beiden Schaltungen nach Bild 3 und 4 sind stark gegengekoppelt und neigen zum Schwingen, wenn ihr Ausgang mit einer großen kapazitiven Last verbunden wird. Es ist daher empfehlenswert, die Last über einen Serienwiderstand von ca. 100 R mit dem Ausgang zu verbinden. Das gilt ganz besonders dann, wenn abgeschirmte Kabel an ihm angeschlossen werden sollen.

### Erweiterung des Frequenzbereiches

Die Verstärkung von Signalen mit Frequenzen über 100 kHz erfordert - wie schon bei der Beschreibung der Basisschaltung angesprochen - eine andere Schaltungstechnik. Videosignale z.B. können einen Frequenzumfang von Null bis ca. 10 MHz aufweisen, so daß Maßnahmen ergriffen werden müssen, die innerhalb dieses großen Frequenzbereiches einer Veränderung von Schaltungseigenschaften entgegenwirken.

Die in Bild 5 angegebene Schaltung wurde unter Berücksichtigung aller wesentlichen Anforderungen an einen Breitband-

verstärker entworfen. Der Kollektorstrom ist so gewählt, daß sich ein maximales Stromverstärkungs/Bandbreitenprodukt ergibt. Ein Ansteigen des Emitterstromes (und damit auch des Kollektorstroms) vermindert, von der Basis aus gesehen, den dynamischen Widerstand der Basis-Emittersperrschicht eines Transistors.

Es gibt einen optimalen Kollektorstrom, bei dem das zunehmende  $C_{be}$  das abnehmende  $h_{fe}$  trifft. Üblicherweise liegt dieser Strom zwischen 5 und 50 mA und ist der Wert, bei dem die Transitfrequenz des Transistors maximal wird.

Außerdem wurde in der Schaltung nach Bild 5 ein Lastwiderstand  $R_3$  für kleine Signalpegel vorgesehen. Er legt den Kollektorstrom von T2 auf seinen optimalen Wert fest und minimiert gleichzeitig die Zeitkonstante der Ausgangsstufe.

Die in Bild 5 dargestellte Schaltung erreicht eine Bandbreite von mehr als 40 MHz, verbraucht aber - wie die meisten Videoschaltungen - einen hohen Strom. Der Verstärker besitzt eine niedrige Eingangsimpedanz. Transistor T2 wird in Basisschaltung betrieben, damit bis zur Transitfrequenz eine ausreichende Spannungsverstärkung erhalten bleibt. Angesteuert wird T2 von T1, der lediglich als 'Stromverstärker' arbeitet und sich daher nicht negativ auf die Bandbreite der Schaltung auswirkt. T1 arbeitet als Emitterfolger und sorgt mit seiner niedrigen Ausgangsimpedanz für eine gute Anpassung an die folgende Stufe. Der Lastwiderstand  $R_3$  von T2 ist niederohmig. Die Schaltung

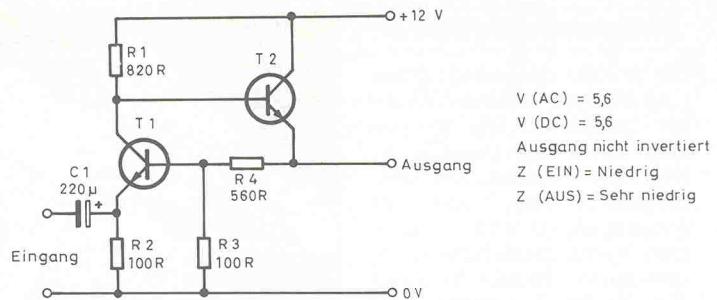


Bild 6. In die Verstärkungsrechnung dieser Schaltung geht der  $R_1$  der Quelle mit ein.

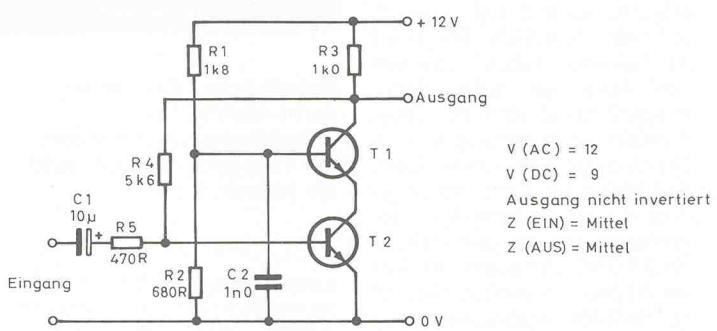


Bild 7. Der klassische Kaskodenverstärker.

ähnelt dem altbekannten Kaskodenverstärker, hat aber bessere Eigenschaften. Es muß darauf hingewiesen werden, daß der Schaltungsentwurf und die Entkopplung der Versorgungsspannung großen Einfluß auf die Qualität eines HF-Verstärkers besitzen.

Bild 6 zeigt eine Schaltung mit zwei NPN-Transistoren, die in Basisschaltung und als Emitterfolger mit Parallelrückkopplung betrieben werden. Die Rückkopplung erfolgt über  $R_3$  und  $R_4$ . Die Schaltung hat eine sehr niedrige Ausgangsimpedanz, weist aber im höherfrequenten Bereich einen schlechteren Frequenzgang auf als der Verstärker nach Bild 5. Die Verstärkung des offenen Kreises ergibt sich zu  $R_1/(R_2//R_S)$ . Darin ist  $R_S$  der Quellenwiderstand. Die Verstärkung des geschlossenen Kreises (Schaltungsverstärkung) beträgt  $(R_4+R_3)/R_3$ .

Bild 7 zeigt einen mehr oder weniger konventionellen Kaskodenverstärker mit T1 in Basisschaltung und T2 in Emitterschaltung. Die Emitterstufe erzeugt eine Stromverstärkung und steuert die spannungsver-

stärkende Basisstufe an. Diese Schaltungsanordnung besitzt eine hohe Leistungsverstärkung. Da die Basis von T1 auf konstantem Potential gehalten wird, ist auch die Kollektor-Emitterspannung  $U_{CE}$  von T2 konstant. So werden der Millereffekt und die damit verbundene Verschlechterung des Frequenzganges von Emitterstufen vermieden.

Diese Schaltung arbeitet bis weit in den HF-Bereich hinein mit extrem guter Linearität. Daher ist sie auch für den Einsatz in qualitativ hochwertigen Audiosystemen geeignet und häufiger in Verstärkerschaltungen anzutreffen.

Die Schaltungsverstärkung wird durch Parallelrückkopplung mit  $R_4$  festgelegt. Sie verringert die Ausgangsimpedanz des offenen Kreises und stabilisiert die Schaltung. Ein besserer Frequenzgang läßt sich durch Entfernen von  $R_4$ , Kurzschließen von  $R_5$  und Hinzufügen eines Emitterwiderstandes für T2 (er erzeugt eine Seriengegenkopplung) erreichen. Dadurch steigen sowohl die Ein- als auch die Ausgangsimpedanz.

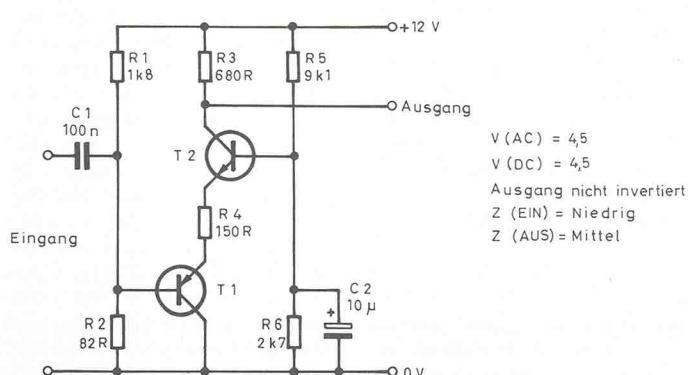
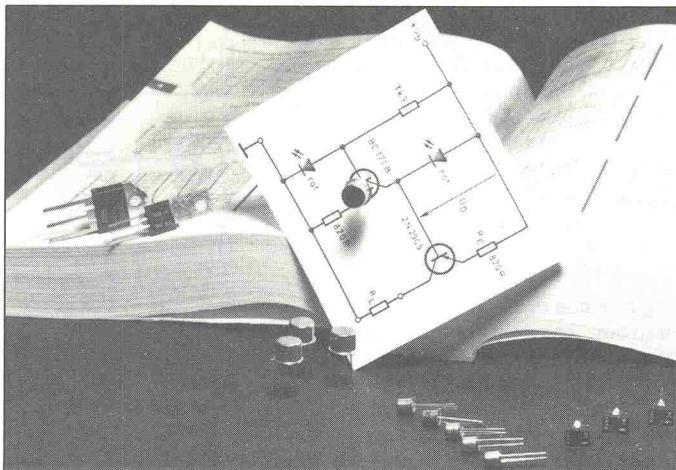


Bild 5. Ein guter Breitbandverstärker bis 40 MHz.

## Differenzverstärker

Die in Bild 8 dargestellte Schaltung wird als Differenzverstärker bezeichnet. Die Einspeisung des Eingangssignals erfolgt hier zwischen zwei Eingangsanschlüssen, und das Ausgangssignal wird zwischen zwei Ausgangsanschlüssen abgenommen. Besteht zwischen den beiden Eingängen kein Spannungsunterschied (beide müssen positiv werden, damit die Transistoren leiten) und sind die Transistoren und Kollektorwiderstände gleich, dann arbeiten beide Schaltungshälften völlig identisch. Die Folge ist, daß auch zwischen den beiden Ausgängen keine Spannungsdifferenz auftritt. Diese Schaltungsansteuerung wird als Gleichtaktbetrieb bezeichnet. Auf Masse bezogen, tritt an jedem Ausgangsanschluß ein invertiertes und um das Verhältnis  $R_3/2R_2$  spannungsverstärktes Abbild (in diesem Beispiel ca. eins) der Eingangsspannung auf. Nehmen wir nun an, daß der Eingang 1 geringfügig positiver ist als Eingang 2. Das kann entweder durch Erhöhung einer angelegten Gleichspannung oder durch Einspeisung einer Wechselspannung geschehen. In diesem Fall fließt ein größerer Strom durch die Emitter-Kollektorstrecke von T1, so daß die an R1 abfallende Spannung ansteigt. Auf Masse bezogen, sinkt das Kollektorpotential von T1 gegen das von T2 ab. Dieser Unterschied ist der Spannungsdifferenz zwischen den Eingängen proportional und dazu invertiert. Entsprechendes passiert, wenn die Spannung an Eingang 2 verändert wird. Wieder ist die Aus-



**Datenbücher sind zwar recht wichtig für Schaltungsentwicklungen, ein zwingendes 'Muß' sind sie jedoch nicht.**

gangsspannungsdifferenz ein invertiertes und ggf. verstärktes Abbild der Eingangsspannungsdifferenz.

Nehmen wir weiterhin an, daß der gemeinsame Emitterwiderstand groß genug ist (sehr viel größer als der dynamische Emitterwiderstand  $r_e$  der Transistoren), dann kann die Spannungsdifferenz zwischen den Eingängen durch den Emitterstrom und den Wert  $2r_e$  ausgedrückt werden. Auf diese Weise wird deutlich, daß auch die zwischen einem Ausgangsanschluß und Masse abgenommene Spannung proportional zur Eingangsspannungsdifferenz ist. Diese Schaltungseigenschaft erklärt sich aus der Funktion des gemeinsamen Emitterwiderstandes  $R_2$  als

Konstantstromquelle.  $R_2$  muß nur ausreichend groß sein. Unter dieser Annahme ist der Spannungsabfall über dem Emitterwiderstand konstant und damit auch der in ihm fließende Strom. Solange  $R_2$  als Konstantstromquelle angesehen werden kann, verursacht jede Änderung des Emitter- und Kollektorstromes in einem Transistor eine exakt gegensinnige Veränderung im anderen. Der konstante Strom teilt sich — dem Aussteuerungszustand der beiden Transistoren entsprechend — auf deren Emitter-Kollektorstrecken auf. Wird das an einem der Schaltungsausgänge auftretende Signal auf Masse bezogen, dann ist der eine Eingang nichtinvertierend und der andere invertierend. In der Tat erzeugen Spannungsdifferenzen zwischen den Eingängen keine Veränderung des Spannungsabfalls an  $R_2$  und daher auch keine Änderung des durch ihn fließenden Stromes. Gleichtaktsignale verursachen jedoch einen zusätzlichen Spannungsabfall, der aber gegenkoppelnd wirkt und eine Abnahme der Verstärkung zur Folge hat.

Die Differenzverstärkung der Schaltung ist sehr groß und kann näherungsweise aus  $10 \cdot I_t \cdot R_1$  bestimmt werden. Darin ist  $I_t$  der durch  $R_2$  fließende Strom und  $R_1$  einer der Kollektorwiderstände. In unserer Schaltung (Bild 8) wird ein Kompromiß zwischen den Forderungen nach hohem Strom durch  $R_2$  und einem großen Wert dieses Widerstandes geschlossen. In vielen Differenzverstärkern wird  $R_2$  daher durch eine ideale Stromquelle

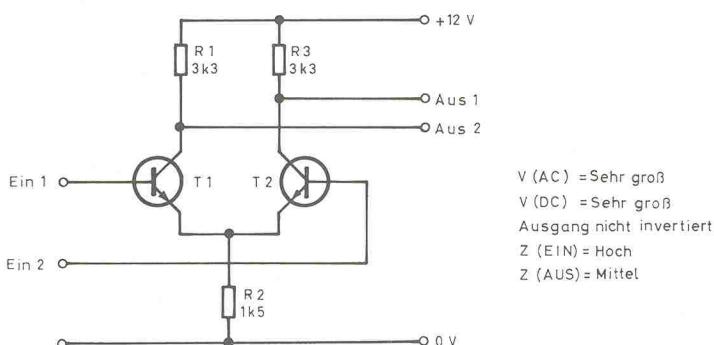
(üblicherweise eine stabilisierte Transistorschaltung mit genügend großem Kollektorstrom) ersetzt.

Die wichtigste Eigenschaft eines Differenzverstärkers ist seine Gleichtaktunterdrückung, die sicherstellt, daß thermisches Rauschen, Driftvorgänge und andere Störungen, die auf beide Transistoren gleichermaßen einwirken, nicht auf den Schaltungsausgang gelangen. Die Qualität eines Differenzverstärkers wird durch die Gleichtaktunterdrückung beschrieben ( $CMRR = \text{Common mode rejection ratio}$ ) und ist das üblicherweise in dB angegebene Verhältnis von Differenzverstärkung zu Gleichtaktverstärkung. Die Schaltung in Bild 8 besitzt ein  $CMRR$ , das zwischen 20 und 40 dB liegt. Das sagt so nicht viel aus, ist aber im Vergleich zum  $CMRR$  moderner Operationsverstärker mit Werten um 100 dB recht gering. Die einfachste Methode zur Anhebung des  $CMRR$ s liegt darin, den Widerstandswert von  $R_2$  zu erhöhen. Dann müssen aber auch die Versorgungsspannungen angehoben oder sogar  $\pm$ -Versorgungen verwendet werden, um einen ausreichend großen Strom durch  $R_2$  zu gewährleisten.

## Schlußbemerkungen

Die Schaltungsbeschreibungen dieses Artikels sollten zeigen, daß es sich lohnen kann, mit diskreten Bauelementen 'maßgeschneiderte' Transistorstufen aufzubauen. Man muß sich jedoch vorher klar machen, welche Anforderungen die Schaltung erfüllen soll.

Hat man danach eine Schaltung ausgewählt, dann lassen sich ihre Bauteilewerte mit wenig mehr als dem Ohmschen Gesetz bestimmen. Wichtig ist, daß man 'Gefühl' für Schaltungen entwickeln, einige Faustformeln beherrschen und klar vor Augen haben sollte, was man will. Sie werden feststellen, daß die berechneten oder abgeschätzten Bauteilewerte ab und zu noch geringfügig verändert werden müssen. Doch mit ein wenig Beobachtung und Messung können Sie mit einiger Sicherheit auf Anhieb funktionstüchtige Schaltungen entwerfen.



**Bild 8. Differenzverstärker für symmetrische Ein- und Ausgänge.**

Gesellschaft zur Herstellung und Vertrieb von elektrischen Geräten und Microcomputern mbH

Heerstraße 96  
5014 Kerpen-Türnich  
West-Germany

Telefon: 0 22 37/81 71 u. 17 09  
Telex: 889103 wer d

## SATELLITEN- EMPFANGS- ANLAGEN:



PARABOLSPIEGEL 180 cm, BSQ-180E, mit Feedhorn,  
Elevation-Azimut Halterung und Mast ..... 2200,— DM  
FEEDHORN mit Polarisationsumschalter PS-75ET ..... 598,— DM  
LOW-NOISE-BLOCK-DOWN CONVERTER SCE-770-2.5 ..... 948,— DM  
SATELLITEN-Empfänger SRE-80R m. Fernbedienung ..... 1298,— DM  
KOMPLETTANLAGE aus zuvor genannten Einzelgeräten  
mit Kabel und Anschlußstecker, betriebsbereit,  
alle Geräte mit FTZ-Nummer ..... 4498,— DM

PARABOLSPIEGEL 180 cm, mit Halterung u. Mast ..... 1198,— DM  
FEEDHORN mit Polarisationsumschalter ..... 248,— DM  
LOW-NOISE-BLOCK-DOWN CONVERTER ..... 648,— DM  
SATELLITEN-Empfänger, manuelle Abstimmung ..... 498,— DM  
KOMPLETTANLAGE aus zuvor genannten Einzelgeräten  
mit Kabel und Stecker, betriebsbereit ..... 2498,— DM

Ausführliche Informationen und Preise gegen  
DIN-A5-Freiumschlag mit 1,30 DM Rückporto.  
Endpreise zzgl. Porto und Verpackung.  
Technische Änderungen vorbehalten.

IBM PC/XT und AT kompatible Microcomputer.  
ATLAS 16 IBM PC/XT kompatibel ab 1299,— DM  
ATLAS AT IBM AT kompatibel ab 2999,— DM

Fordern Sie Informationsmaterial an.

# HARD

**Test**  
**stereoplay**  
**Spitzenklasse!**

**AUDAX**  
**SIARE**

**HiFi-Lautsprecher**  
**Auto-Lautsprecher**  
**Lautsprecher-**  
**Bausätze**

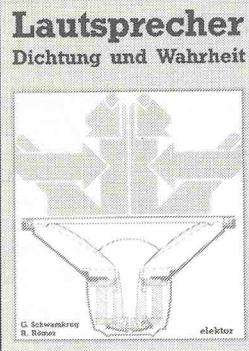
**proraum**

- Super in Sound, Styling
- und Preis — das kann man
- schon laut sprechen!

Unterlagen gegen DM 5  
in Schein oder Briefmarken.  
Lieferung sofort ab Lager.

Vertrieb für die BRD:  
**Proraum Vertriebs GmbH**  
Postfach 101003  
4970 Bad Oeynhausen 1  
Telefon 05221/3061  
Telex 9724842 kro d  
24-Std-Telefon-Service!

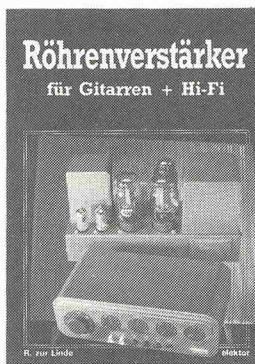
## Was Sie schon immer über Musikelektronik wissen wollten!



229 Seiten  
17 x 23,5 cm  
DM 39,—  
305 öS  
ISBN  
3-921608-45-7



208 Seiten  
14 x 21 cm  
DM 39,—  
305 öS  
ISBN  
3-921608-44-9



176 Seiten  
17 x 23,5 cm  
DM 39,50  
310 öS  
ISBN  
3-921608-41-4

### Aus dem Inhalt:

Lautsprecher im (Wohn)Raum  
Bewertung von Lautsprecherboxen  
Theorie von dynamischen  
Lautsprecherchassis und  
Frequenzweichen  
Gehäusebauformen  
Baßreflexboxen  
Messungen an Lautsprecherchassis und Lautsprecherboxen

### Elektor Verlag GmbH

Süsterfeldstr. 25  
5100 Aachen, 0241/81077

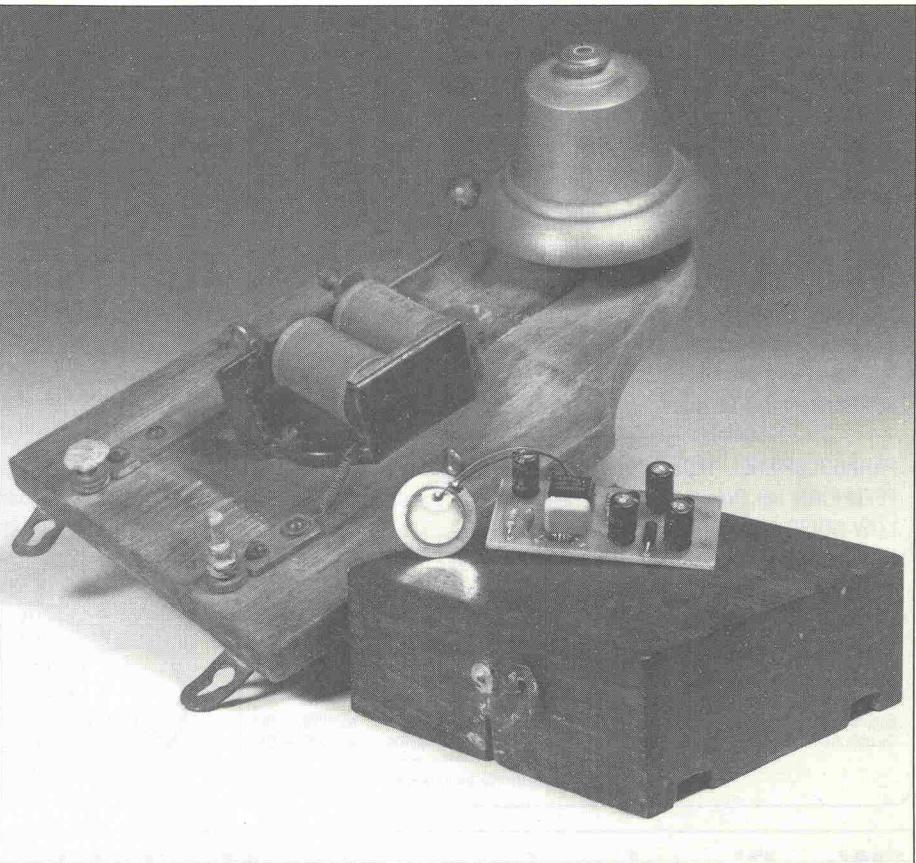
### Aus dem Inhalt:

Sound-Sampling  
Digitale Synthese  
Fourier-Synthese  
FM-Synthese  
Waveshaping-Synthese  
Bauanleitung Sound-Sampler  
Programmierung computerberechneter Sounds  
Erweiterung und Sampler-Software  
geeignet für C64 und andere Computer

Die Bücher sind erhältlich im Fach- und Buchhandel oder direkt beim Elektor Verlag.

### Aus dem Inhalt:

Professionelle  
Instrumentalverstärker  
Allgemeine Grundlagen der  
Elektronenröhre  
Daten der am häufigsten  
verwendeten Röhren  
Praktische Reparaturtechnik  
Verbesserungsmöglichkeiten an  
bestehenden Röhrenverstärkern  
Drei Selbstbauprojekte  
Röhrengrundschaltungen  
Röhrenkennlinien  
Schaltbilder von industriellen  
Röhrenverstärkern



# *... mit dem besonderen Pfiff*

## **Haustürklingel mit Telefonsound**

**Hat's eben an der Tür geklingelt — oder nicht? Diese Frage stellt man sich oft, wenn man sich gerade mal nicht in Klingel- oder Gongnähe befindet. Nützlich wäre in diesem Fall eine kleine portable Zusatzeinrichtung, die einfach nur parallel an die bereits bestehende Klingelanlage angeschlossen zu werden braucht.**

Solch ein mobiles Läutwerk ist die hier vorgestellte Klingelschaltung. Ins Ohr fallendes Merkmal ist, daß der Klingelton über einen Piezowandler an die Umwelt abgegeben wird. Die Stromaufnahme der Steuerelektronik ist so gering, daß sie ohne weiteres einfach parallel zu einer Hauptklingel angeschlossen wird.

Voraussetzung ist allerdings, daß die Klingelleitung zu dem Raum hin verlängert werden muß, in dem die Zusatzklingel installiert werden soll. Denkbar ist zum Beispiel die Verlegung der Klingelleitung durch alle in Frage kommenden Räume in

Form einer Ringleitung, wobei alle möglichen Anschlußpunkte als kleine zweipolige Einbaubuchsen ausgeführt werden. Wenn die Zweitklingel in ein separates (mobiles) Gehäuse eingebaut und über eine zweipolige, relativ kurze Leitung mit einem entsprechenden Stecker verbunden wird, verfügt man über ein Mobilklingelsystem, bei dem die Zusatzklingel stets an die Buchse desjenigen Raums angeschlossen wird, in dem man sich gerade aufhält.

Hauptbestandteil der Schaltung ist ein integrierter Schaltkreis, der vornehmlich in neu-

zeitliche Telefonapparate eingebaut wird — die mit dem markanten Zwitscher-Rufton.

Bei der Tonerzeugung werden dabei zwei relativ hohe Frequenzen niederfrequent umgeschaltet. Der Baustein MC 34017-2 benötigt als Steuersignal lediglich eine Gleich- oder Wechselspannung zwischen den Pins 1 und 8. Eine interne Diodenbrücke richtet die anliegende Spannung gleich, bevor sie über eine Stabilisierschaltung den im IC enthaltenen Baugruppen zugeführt wird. Einziges Handicap ist die relativ hohe Ansprechspannung des ICs, die bei gut

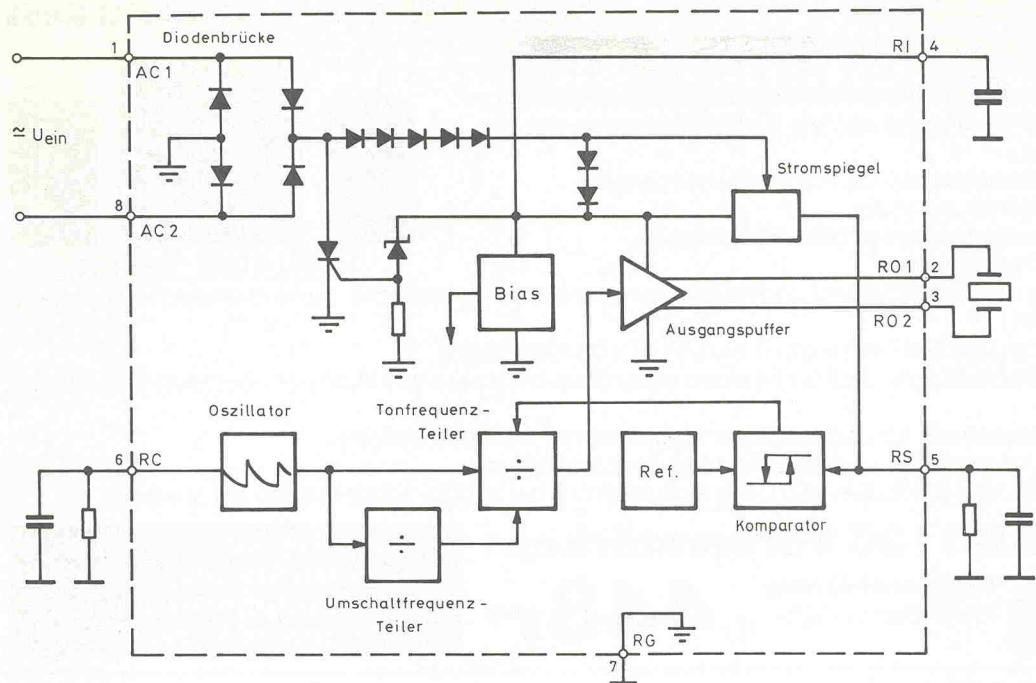
30 V liegt — kein Problem bei Telefonleitungen, wohl aber bei Klingelanlagen. Diese werden zumeist mit einer Wechselspannung von 8 V betrieben. Problemlösung: eine Spannungs-Verdreifacherstufe. Die Dioden D1...3 sowie die Elkos C1...3 erzeugen die zum Betrieb des ICs erforderliche 'Hochspannung' im Bereich zwischen 35 und 40 V.

Durch die an Pin 6 des ICs liegende RC-Kombination wird die Grundfrequenz  $f_0$  des internen Oszillators festgelegt, und zwar nach der Gleichung

$$f_0 = \frac{1}{1,45 \text{ RC} + 10\mu\text{s}}$$

Der Widerstand der RC-Kombination darf im Bereich zwischen 150k und 300k liegen, der Kondensator zwischen 400p und 3000p. Wir wählten die Bauelement-Werte 180k und 470p. Nach der obenstehenden Gleichung beträgt die Grundfrequenz unserer Schaltung 7537 Hz.

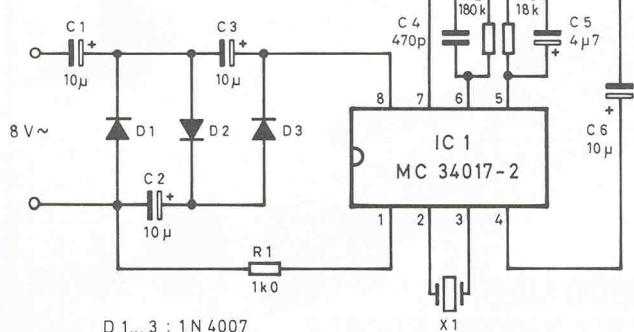
Die Grundfrequenz  $f_0$  wird in IC1 durch drei verschiedene Faktoren geteilt, und zwar durch 4, durch 5 und durch



**Bild 1.** So sieht's im Innern des Klingel-ICs aus.

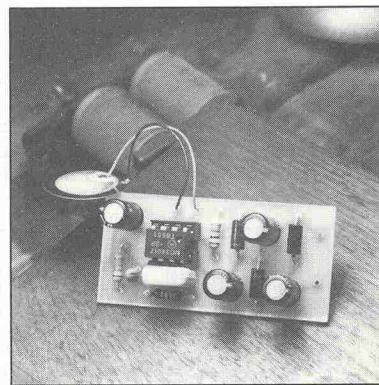
640. Die durch 4 und durch 5 geteilten Signalfrequenzen werden abwechselnd der piezokeramischen Summerscheibe zugeführt, zwischen diesen beiden Frequenzen wird mit der durch 640 geteilten Grundfrequenz umgetastet. Bei der angegebenen R2C4-Dimensionierung werden Nf-Signale mit den Frequenzen 1884 Hz und 1507 Hz über die Summerscheibe abgestrahlt, die mit 11,8 Hz umgetastet werden.

**Bild 2.** Da das IC eine relativ hohe Betriebsspannung benötigt, wird die vom Klingeltrafo gelieferte Spannung zunächst einer Verdreifacherstufe zugeführt.



Soviel zur Schaltung. Der praktische Aufbau ist relativ einfach durchzuführen, insbesondere dann, wenn das vorgeschlagene Platinenlayout verwendet wird. Am besten wird die komplette Schaltung in ein kleines Kunststoffgehäuse eingebaut. Die piezokeramische Summerscheibe wird an eine der Innenflächen des Gehäuses (als Resonanzkörper) geklebt.

Die Impedanz der Zweitklingel liegt im Bereich zwischen 10k und 20k — folglich können, falls erforderlich, Dutzende dieser Läutwerke an eine Klingelleitung parallelgeschaltet werden, ohne daß der Klingeltrafo spürbar belastet wird. □



**Bild 3.** Die Summerscheibe X1 wird zweckmäßigerweise an eine der Gehäuse-Innenflächen geklebt.

Durch Ändern der Dimensionierung der beiden grundfrequenzbestimmenden Bauteile (innerhalb der oben erwähnten Grenzen) läßt sich bei Bedarf auch ein anderer Signalton erzeugen. Diese Modifizierung ist zum Beispiel dann geboten, wenn man über ein Telefon verfügt, das einen ähnlichen Ruf-ton abgibt. Um hier nicht von ständigen Zweifeln geplagt zu sein — war's nun das Telefon oder die Türklingel? —, sollte man diese Änderungsmöglichkeit nutzen, um eine eindeutige Signalzuordnung zu erreichen.

Die übrigen Bauelemente rund um das Klingel-IC haben in unserem Anwendungsfall nur eine untergeordnete Bedeutung (siehe hierzu auch die IC-Innenschaltung Bild 1). Der Kondensator C6 glättet die IC-interne Betriebsspannung, der Wider-

### Stückliste

Widerstände	
R1	1k0
R2	180k
R3	18k
Kondensatoren	
C1...3,6	10µ/40V Elko
C4	470p Folie RM7,5
C5	4µ7/16V Tantal
Halbleiter	
IC1	MC 34017-2 (Motorola)
D1...3	1 N 4007
Sonstiges	
X1	Piezokeramische Summerscheibe
	1 IC-Fassung DIL 8
	1 Platine 24×52
	1 Gehäuse

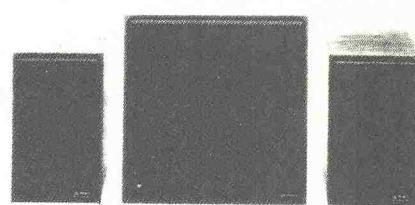
# 1498 DM statt 3500 DM

Preis für den Bausatz

Preis für die Fertigboxen

## Für 1498,- bekommen Sie:

- **Einen aktiven Subwoofer und zwei aktive Satellitensysteme,** sie sorgen für brillanten Klang.
- **Einen kompletten Holzbausatz,** zeitlos schöne Gehäuse aus Esche natur (in allen Holzfarbtönen zu beizen)
- **Eine komplett vormontierte und geprüfte Elektronik,** also kein Basteln, kein Experimentieren.
- **Eine Superbeschichtung** der Tiefmitteltöner und Baßlautsprecher aus Polyvinyl, d. h. keine Partialschwingungen, extrem transparentes Klangbild.
- **Drei Endstufen,** mit 240 Watt Gesamt-Verstärker-Leistung (3 x 80 Watt Sinus).
- **Einen konkurrenzlosen Bausatz,** der sich durch einen satten Baß, transparente Mitten und überzeugende Höhen auszeichnet.
- **Einen einfachen Zusammenbau,** für den selbst der Ungeübte nur 1 Stunde benötigt.
- **Ein System,** das an jeden Vorverstärker und Vollverstärker anschließbar ist.
- **Einen Kit,** der ein Angebot ist, das Maßstäbe setzt, das sich nicht nur gut anhört, sondern auch gut aussieht.



Trinity Trisat-System

### Dazu paßt der NAD 1130 Vorverstärker.



Klassenreferenz  
in Stereoplay 4/86

für 448,-

Greifen Sie nach den Sternen, holen Sie sich die Satelliten, vorführbereit in unserem Studio im Hörvergleich.

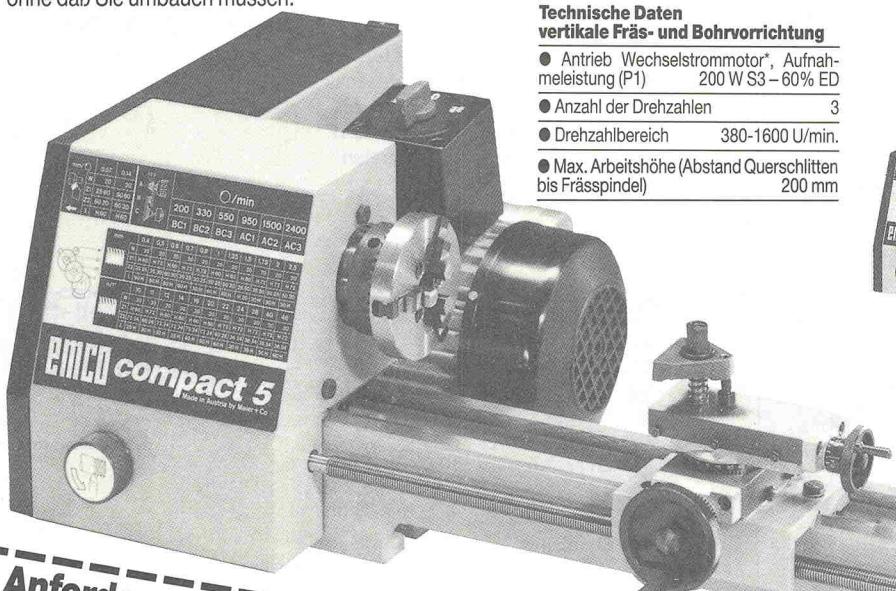
## HIGH-TECH Lautsprecher Factory

Bremer Straße 28–30 · 4600 Dortmund 1

### EMCO Compact 5

Werkzeugmaschine für höchste Ansprüche für Metall, Holz, Kunststoff

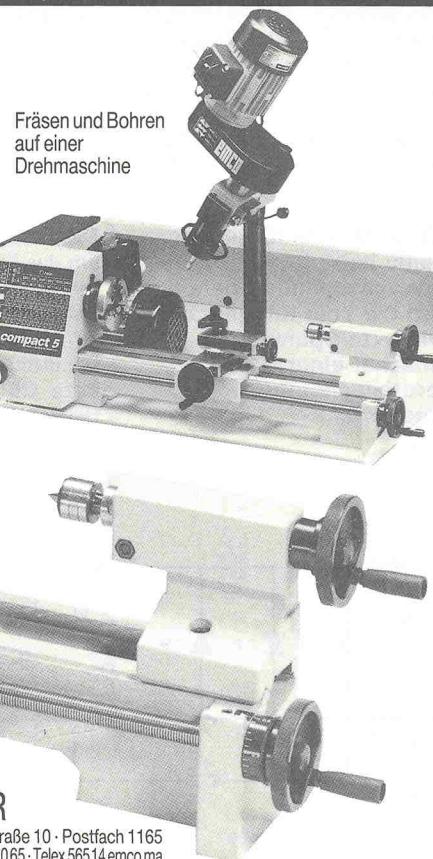
Mit der vertikalen Frä- und Bohrvorrichtung können Sie außer Drehen noch Fräsen und Bohren – Zahnradfräsen im Teilverfahren, Schlitzten, Koordinatenbohren, Ausdrehen und Plandrehen, Langlochbohren – ohne daß Sie umbauen müssen.



#### Technische Daten vertikale Frä- und Bohvorrichtung

- Antrieb Wechselstrommotor\*, Aufnahmleistung (P1) 200 W S3 – 60% ED
- Anzahl der Drehzahlen 3
- Drehzahlbereich 380-1600 U/min.
- Max. Arbeitshöhe (Abstand Querschlitten bis Frässpindel) 200 mm

## Überzeugende Technik zum attraktiven Preis



Fräsen und Bohren  
auf einer  
Drehmaschine

#### Anforderungscoupon:

EMCO Maier · D-8227 Siegsdorf · Sudetenstr. 10 · Tel. 08662/7065  
Bitte schicken Sie uns kostenlos Informationsmaterial über

Ausfüllen und schicken an:

5/187

- Ges. Herstellungsprogramm  
 Holzbearbeitungsmaschinen  
 Compact 5



EMCO MAIER

GmbH & Co. KG · Sudetenstraße 10 · Postfach 1165  
D-8227 Siegsdorf · Tel. (08662) 7065 · Telex 56514 emco ma

Absender

# Die Nf ist im RAM — RAM —

## Zwischenspeicher für Analogsignale

Im vorliegenden letzten Teil der Bauanleitung wird der Sampler in Betrieb genommen. Die Funktionen der Bedienelemente werden ausführlich besprochen.

Nachdem der Digital-Sampler nun zusammengebaut ist, kann er nun ausprobiert werden. Deshalb beschäftigen wir uns im folgenden mit dem Test des Samplers und seinem richtigen Einsatz. Benötigt werden dazu ein Mikrofon sowie ein beliebiger Verstärker mit angeschlossenem Lautsprecher. Dank des verstärkungsvariablen Eingangsverstärkers können die meisten Mikrofone problemlos angeschlossen werden. Im allgemeinen gilt aber auch hier die Beethovensche Regel: Je Mikro, desto Sound.

Die Ausgangsspannung des Samplers liegt bei ca. 140 mV<sub>eff</sub>; der Lautsprecherverstärker sollte mit dieser Eingangsspannung etwas anfangen können. Wahlweise kann die Heim-Stereoanlage oder, noch besser, ein robuster Instrumentenverstärker angeschlossen werden.

Bevor der Sampler erstmalig eingeschaltet wird, sollte nochmals kontrolliert werden, ob die Dioden richtig gepolt sind, die Elkos und Tantal-Kondensatoren polrichtig eingebaut sind, die ICs richtig herum eingesetzt wurden, die Verkabelung korrekt durchgeführt wurde und daß selbstverständlich keine Lötbrücken auf der Platine existieren.

Wenn alles soweit O.K. ist, kann die 9-V-Stromversorgung zugeschaltet werden. Keine Rauchzeichen? Dann können der Verstärker und das Mikro-



fon angeschlossen werden. Der FREQUENZ-Steller sollte etwa in der Mitte des Drehbereichs stehen, VERZÖGERUNG, INTERN und AUFNAHME sollten eingestellt sein. MIC sollte ebenfalls etwa in der Mitte stehen, RÜCKKOPPLUNG auf Null. Die Einstellung der VERSTÄRKUNG muß experimentell ermittelt werden. Sprechen (oder husten) Sie einen kurzen Ton ins Mikrofon. Wenn der Sampler korrekt arbeitet, sollte das Original zu hören sein, kurz darauf der verzögerte Ton. Das Verstärkungspoti sollte kurz vor die Stelle gesetzt werden, bei der Verzerrungen hörbar werden. Wenn dieser Anfangstest zufriedenstellend verlaufen ist, darf man annehmen, daß der Sampler korrekt funktioniert, und Sie können das folgende Kapitel 'Fehlersuche' überspringen und gleich bei der 'Gebrauchsanleitung' weiterlesen.

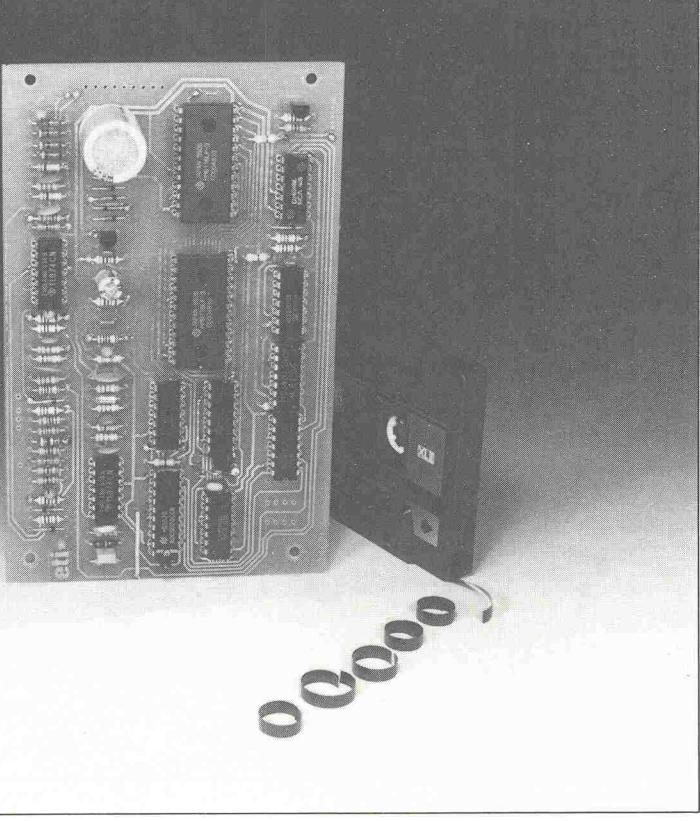
Falls der Sampler den ersten Test wider Erwarten nicht bestanden hat, sollte man zunächst alle Betriebsspannungen nachmessen. Mit einem Vielfachmeßinstrument, Bereich Gleichspannung, wird die Versorgungsspannung kontrolliert. Wenn die Spannung über 15 V oder unter 8 V liegt, ist die Stromversorgung nicht in Ordnung.

Gegen die analoge Masse gemessen (z.B. Pin 3 oder Pin 5 von IC1) sollte

U<sub>+</sub> (an Pin 4 von IC1) einen Wert im Bereich zwischen +4 V und +7,5 V aufweisen, U<sub>-</sub> (an Pin 11 von IC1) sollte dementsprechend zwischen -4 V und -7,5 V liegen. Sollten sich diese beiden Analog-Versorgungsspannungen in ihrer absoluten Höhe um mehr als 2 Volt unterscheiden, ist die Stromaufnahme von IC1 und/oder IC2 zu groß; dann sollte dieser Bereich näher untersucht werden. Kontrollieren Sie, ob R38 und R39 die angegebenen Werte (10k) aufweisen.

Legen Sie nun die Bezugs-Meßleitung an die digitale Masse (z.B. Pin 12 von IC6), und messen Sie die Spannung an Pin 24 von IC6. Sie sollte ziemlich genau 5 V betragen — wenn nicht, ist vermutlich IC13 defekt.

Sind die Versorgungsspannungen korrekt, aber immer noch kein Ton zu hören, sollten die Verdrahtung des FREQUENZ-Potis kontrolliert und die korrekte Funktion des Taktgenerators überprüft werden. Falls kein Oszilloskop zur Verfügung steht, kann ersatzweise das Taktsignal mit dem Multimeter (Gleichspannungs-Meßbereich) an Pin 3 von IC11 gemessen werden; etwa 2...3 V sollten angezeigt werden, da das Taktsignal eine Rechteck-Spannung mit gleicher Impuls- und Pausenlänge ist. Wenn die Anzeige bei 0 V



oder + 5 V (bezogen auf Digital-Masse) stehenbleibt, arbeitet der Taktgenerator nicht korrekt. Alle zugehörigen Bauteile (R44, R45, C22 und RV5) sind zu überprüfen; als letzte Möglichkeit wird IC11 ausgetauscht.

Steht eine Gleichspannung größer als 20 mV (gegen Analog-Masse) am Ausgang des Samplers an, ist vermutlich IC1 der Sündenbock. Vor dem Austausch sollte aber der Anschluß des Verstärkungspotis inspiziert werden. Sind vielleicht kalte Lötstellen vorhanden?

Wenn Auslöseprobleme durch die Triggerlogik auftreten sollten, ist zunächst das Poti für die Triggerschwelle zu überprüfen. Anschließend ist mit einem Multimeter (2-V-Meßbereich) die Spannung an Pin 13 von IC1 zu messen. Sie sollte durch Betätigen des Potis RV4 im Bereich zwischen -10 mV und +1 V einstellbar sein — wenn nicht, werden die Widerstände R33...35 kontrolliert. An Pin 12 von IC1 sollte im Ruhezustand des Samplers eine Spannung von etwa -20 mV anstehen. Bei einem anliegenden Eingangssignal muß die Gleichspannung in den positiven Bereich ansteigen. Falls dieser Spannungsanstieg nicht eintritt, ist zu testen, ob ein von der

Besprechung des Mikrofons abhängiges Tonfrequenzsignal an Pin 1 von IC1 anliegt. Ist dem nicht so, sind alle Bauteile rund um IC1a...c zu überprüfen. Steht jedoch ein Nf-Signal an, muß die Gleichrichterschaltung rund um IC4d kontrolliert werden.

Ist immer noch keine Triggerung möglich, kann eventuell die Diode D8 falsch gepolt sein. Ebenso kann die nicht korrekte Verdrahtung eines Schalters eine Triggerung verhindern. Wenn bisher kein Fehler entdeckt wurde, hier ein letzter Tip: Die Eingangs- und Ausgangspegel von IC10b...d und IC9a...d werden gemessen. Für ein NOR-Gatter gilt, daß der Ausgang auf 'L' liegt, wenn zumindest an einem der beiden Eingänge logisch 'H' ansteht. Beim NAND-Gatter muß der Ausgang 'H'-Pegel führen, wenn mindestens einer der Eingänge auf logisch 'L' liegt. Wenn sich ein Gatter nicht (mehr) an diese Regeln hält, muß das betreffende IC ersetzt werden.

Schwierigkeiten könnten auch dadurch entstehen, daß die beiden Transistoren T1 und T2 falsch in die Platine eingelötet wurden. Das kann verhindern, daß das Chipwahlsignal (CS) korrekt zu den Speicher-ICs durchgeschaltet wird. Zudem kann dies die Fehlerursa-

**Obwohl Samplingzeiten im Bereich zwischen 88 ms und 3,4 s wählbar sind, sollte beim ersten Testlauf eine nicht zu lange Zeit eingestellt werden. Eine zu kleine Taktfrequenz hat zur Folge, daß die Taktsignale hörbar werden und das Ausgangssignal durch Spiegelfrequenzen verzerrt wird. Im Zweifelsfall sollte also eine kurze Samplingzeit eingestellt werden.**

che für einen zu hohen Ruhestrom sein, wenn die Hauptstromversorgung abgeschaltet wird.

Abschließend sollen noch einige Probleme erörtert werden, die möglicherweise auftreten können, wenn der Sampler zwar arbeitet, aber nicht umwerfend gut klingt. Falls der Frequenzsteller auf Null steht, ist zwar eine Verzögerung von etwa 3,4 s erreichbar, jedoch sollte bedacht werden, daß das Gerät nur für eine Nennzeit von einer halben Sekunde dimensioniert wurde. Eine kleinere Taktfrequenz hat darum zur Folge, daß die Taktfrequenz hörbar wird und das Ausgangssignal durch Spiegelfrequenzen verzerrt wird. Aus diesem Grund sollte der Frequenzsteller beim Funktionstest auf ca. 60% des Bereichsendwerts (oder mehr) eingestellt werden.

Wenn der Sampler dennoch wie ein Papagei krächzen sollte, arbeitet das Spiegelsignalfilter nicht so, wie es sein muß. Alle Bauteile rund um IC1b und IC1a müssen in diesem Fall überprüft werden, insbesondere die Kondensatoren.

Ist die Taktfrequenz im Ausgangssignal zu hören, ist das Ausgangsfilter fehlerhaft. Hier müssen dann die Bauteile um IC4a...c kontrolliert werden.

Das war's! Obwohl den möglichen Fehlerursachen und deren Beseitigung hier relativ viel Raum gewidmet wurde, sollte man sich davon nicht abschrecken lassen. Nur für den Fall des Falles wollten wir einen 'Fahrplan' zur Ermittlung des Fehlers als kleine Hilfe mitgeben.

Nach dem Probelauf haben Sie sicher schon ein bißchen mit dem Sampler gespielt. Hier sollen jetzt alle Möglichkeiten ausführlich beschrieben werden, die mit dem Digital-Sampler realisierbar sind.

Beginnen wir mit der Aufnahme. Die Schalter stehen auf INTERN und AUFNAHME, die VERZÖGERUNG ist ausgeschaltet. Mit dieser Voreinstellung wird eine Aufnahme durchgeführt, sobald der AUSLÖSER-Knopf betätigt wird. Der RÜCKKOPPLUNGS-Steller sollte auf Null stehen, die VERSTÄRKUNG etwa im mittleren Bereich. Die genaue Verstärkungseinstellung hängt von dem verwendeten Mikrofon ab. Nachdem der MIX-Steller im Uhrzeigersinn an den Anschlag gedreht wurde, ist nur der gesampelte Ton zu hören.

Der Sampler wurde für eine Aufzeichnungszeit von etwa 0,5 s berechnet, die zugehörige Samplingfrequenz beträgt 8 kHz. Die Änderung der Taktfrequenz im Wiedergabe-Modus bewirkt eine Tonhöhen-Änderung des NF-Signals. Doch darüber später mehr — zunächst sollte der FREQUENZ-Steller in einer mittleren Stellung belassen werden.

Betätigen Sie nun den Handauslöser und sprechen Sie unmittelbar danach etwas ins Mikrofon. Das Nf-Signal sollte gleichzeitig über den angeschlossenen Lautsprecher-Verstärker zu hören sein, da der D/A-Wandler alles umsetzt, was auf dem Datenbus liegt. Wenn anschließend auf WIEDERGABE geschaltet wird und der Auslösenknopf gedrückt wird, wird das aufgezeichnete Schallereignis wiedergegeben.

Am Ende einer jeden Wiedergabe kann ein Knacken zu hören sein, doch das wird später noch erklärt. Jetzt kann im Wiedergabe-Modus mit dem FREQUENZ-Steller gespielt werden — dabei muß beachtet werden, daß die Taktfrequenz bei einer Wiedergabezeit größer als 0,5 s hörbar wird.

Eine Aufnahme mit INTERN-Auslösung ist immer dann sinnvoll, wenn der aufzuzeichnende Ton gleichmäßig ist. In diesem Fall ist eine manuelle Steuerung der Aufnahmedauer notwendig. Falls die Aufnahme übersteuert klingen sollte, muß bei den weiteren Aufnahmen die Verstärkung zurückgedreht werden.

#### Aufnahmen mit EXTERN-Auslösung

bestechen durch ein besseres Timing der Aufnahme: Damit eine Aufnahme durch den aufzunehmenden Ton selbst ausgelöst wird, wurde im Sampler eine Schaltung vorgesehen, die nach ihrem 'Scharfmachen' bewirkt, daß der nächste die Triggerschwelle überschreitende Ton die Aufnahme auslöst. Nur wenn Sie über ultraschnelle Reflexe verfügen, brauchen Sie die EXTERN-Auslösung nicht in Anspruch zu nehmen...

Der Sampler wird für eine EXTERN-Aufnahme vorbereitet, indem der Schalter auf EXTERN umgelegt und danach der TRIGGER-Taster betätigt wird. Die richtige Einstellung der TRIGGERSCHWELLE hängt von der Lautstärke des erwarteten Klangereignisses ab; etwas Fingerspitzengefühl schadet aber auch hier nicht, um den Ton in voller Länge abzuspeichern.

Bei einer Wiedergabe mit externer Auslösung wird ähnlich verfahren. Der EXTERN-Schalter braucht aber nicht betätigt zu werden, da er nur im Aufnahme-Modus aktiviert ist. Wenn das TRIGGERSCHWELLE-Poti auf linken Anschlag eingestellt wird, wird eine Wiedergabe-Initialisierung durch bloßen Kurzschluß des EXTERN-Eingangs hervorgerufen. Die Wiedergabe kann zum Beispiel über einen angeschlossenen Fußschalter ausgelöst werden.

Durch Rechtsdrehen des TRIGGERSCHWELLE-Potis wird die Vorspannung geändert, so daß zum Auslösen ein positiver Spannungsimpuls erwartet wird. Jedes Gerät, das einen positiven Spannungsimpuls abgeben kann, kann an die EXTERN-Buchse angeschlossen werden — allerdings sollte die Spannung nicht wesentlich größer als 5 V sein.

Eine Wiedergabe kann auch über den niedrigepegeligen Eingang ausgelöst werden. Hier führt der Auslöseweg über einen aktiven Gleichrichter, der als Hüllkurvendetektor arbeitet.

Damit sind die wesentlichen Bedienelemente des Samplers besprochen. Im fortgeschrittenen Stadium können auch Aufnahmen unter Einbeziehung des Stellers RÜCKKOPPLUNG durchgeführt werden. Durch ihn wird derjenige Signalanteil bestimmt, der vom Ausgang zum Eingang zurückgeführt wird. Dazu wird die RÜCKKOPPLUNG zunächst 'rausgedreht' und ein Tonereignis aufgenommen. Nun wird

**Durch Betätigen des Potis zum Einstellen der Triggerschwelle kann die interne Vorspannung vom positiven in den negativen Bereich gefahren werden. Zum Triggern sind somit negative als auch positive Impulsflanken geeignet.**

das Rückkopplungs-Poti in etwa Mitteinstellung gebracht und ein anderes Geräusch aufgenommen. Die resultierende Gesamtaufnahme enthält beide Geräuschanteile. Auf diese Weise lassen sich ganz individuelle Klangkompositionen realisieren. Allerdings sollte beachtet werden, daß bei zu stark eingestellter Rückkopplung die Verzerrungen des Signals durch wiederholte Verstärkung sehr schnell zunehmen.

Interessante Klänge können auch dadurch hergestellt werden, indem eine akustische Rückkopplung zwischen Mikrofon und Lautsprecher erzeugt wird, die den Sampler auslöst. Es ist sehr schwer, das Ergebnis zu beschreiben. Halten Sie einmal das Mikrofon vor den Lautsprecher, und lösen Sie über EXTERN aus. Der Ton wird an einem bestimmten Punkt ständig neu ausgelesen, und zwar in Abhängigkeit von der Entfernung zwischen Mikrofon und Lautsprecher.

Statt eines Mikrofons zum Auslösen des Samplers lassen sich auch hervorragend Drum-Pads an das Gerät anschließen. Profi-Ausführungen sind gut und teuer — selbstgebaute Pads oder auch preiswerte Übungs-Pads erfüllen hier den gleichen Zweck. An die Unterseite einer Kunststoffscheibe oder eines Übungs-Pads wird ein kleiner 08/15-Lautsprecher geklebt, über eine Phono-Leitung wird er an den Mikrofon-Eingang des Samplers angeschlossen. Der Kleinlautsprecher arbeitet in diesem Fall als Mikrofon, die TRIGGERSCHWELLE wird deshalb wie beim Mikrofonbetrieb eingestellt. Was man dann noch braucht, sind die Sticks und ein paar interessante Sounds. Selbst alltägliche Geräusche können bei musikalischer Verwendung Begeisterung auslösen. Es lohnt sich jedenfalls, mit dem Sampler auch normale Umweltgeräusche aufzuzeichnen

und mehr oder weniger rhythmisch wiederzugeben.

Im allgemeinen wird heutzutage auf die Möglichkeit einer Zusammenschaltung verschiedener elektronischer Musikinstrumente Wert gelegt — die bekannteste Methode dürfte dabei das MIDI-System sein. Aber auch einfachere Synthesizer, Sequencer und Rhythmusgeräte haben zumeist einen Trigger-Ausgang, der mit dem Sampler verbunden werden kann. Abhängig von den abgegebenen Trigger-Impulsen muß man entweder den hoch- oder niederpegeligen Eingang wählen. Ein Korg-Rhythmusgerät gab zum Beispiel 6-V-Impulse ab, die wir auf den niederpeligen Sampler-Eingang gaben. Die gemessene Impulsdauer betrug 15 ms. Dieser Impuls wird durch den Gleichrichter 'umgedreht', so daß intern ein positives Ansteuersignal zur Verfügung stand. Die Verstärkung wurde auf den minimalen Wert (1-fach) eingestellt.

Bleibt jetzt nur noch die Betriebsart VERZÖGERUNG (DELAY) zu besprechen. Trotz der begrenzten Zeitspanne des Samplers (0,5 s) ist das Delay für die meisten Praxisanwendungen einsetzbar. Die Voreinstellung der Schalter lautet AUFNAHME, EXTERN und DELAY. Durch den FREQUENZ-Steller kann nun eine Verzögerungszeit im Bereich zwischen 88 ms und 3,4 s gewählt werden. Das MIX-Poti wird so eingestellt, daß das Originalsignal lauter als das verzögerte Signal zu hören ist. Mit RÜCKKOPPLUNG in Nullstellung sollte dann ein Echo zu hören sein. Zunehmende RÜCKKOPPLUNG erhöht die Anzahl der Wiederholungen bis zur Unendlichkeit, schließlich bis zur Unkenntlichkeit. Ein 'echter' Hall ist die Mischung von Signalkomponenten mit vielen verschiedenen Verzögerungszeiten. Obwohl der Sampler nur eine einzige vorwählbare Verzögerungszeit bietet, ist der erzeugte Klang dem erwünschten 'Pseudo-Hall' sehr ähnlich.

Weiter oben wurde bereits erwähnt, daß manchmal am Wiedergabeende bestimmter Aufnahmen ein Knacken zu hören ist. Dieser Effekt tritt nicht jedesmal auf, nur bei einigen Samples. Im Fachjargon bezeichnet man die Ursache für das Knacken als einen Glitch. In Bild 15 (siehe Heft 4/87) wird dieser Zusammenhang verdeutlicht. Bei gleichartigem Eingangssignal stellt die Aufnahme 1 den 'worst-case'-Fall dar,

der Spannungssprung am Ende der Aufnahme verursacht ein deutlich hörbares Knacken. Der beste Fall hingegen ist mit der Aufnahme 2 gegeben, bei Aufzeichnungsende ist die Signalamplitude gleich Null. Ergebnis: kein Knacken.

Die besser ausgestatteten Sampling-Geräten verfügen über eine Einrichtung, die den Start- und Endpunkt einer Wiedergabe festlegt. Der Glitch kann durch Vorverlegen des Wiedergabe-Endpunkts an eine Nullstelle des Signals eliminiert werden. Leider verfügt unser Sampler nicht über dieses Feature. Wir können uns aber helfen, indem eine Aufnahme so oft wiederholt wird, bis der Glitch nicht mehr hörbar ist. Normalerweise stellt diese Vorgehensweise kein großes Problem dar, es sei denn, sie möchten den Klang einer zerberstenden chinesischen Vase aus der Han-Dynastie aufnehmen...

### **Sampler-Aufnahmen können auf einfache Weise verfremdet werden. Hierzu wird bei der Wiedergabe des gesampelten Signals die Taktfrequenz geändert. Der Effekt ist vergleichbar mit dem langsameren bzw. schnelleren Abspielen einer Magnetband-Aufzeichnung.**

Eine besonders interessante Technik ist die Verfremdung einer Aufnahme. Sie wird in diesem Fall mit einer Frequenzeinstellung zwischen 0% und 50% des Einstellbereichs durchgeführt. Das Wiedergabeergebnis ist bei gleicher Frequenzeinstellung ein stark verfremdetes Abbild des Originals. Diese eigenartigen, synthetisch klingenden Schallereignisse können manchmal auch erwünscht sein, insbesondere dann, wenn bei der Wiedergabe die Taktfrequenz erhöht wird — erlaubt ist, was gefällt.

Manchmal sind die Aufnahmen, gerade bei den ersten Versuchen, sehr verrauscht oder verzerrt. Das liegt entweder an einer zu niedrigen Verstärkungseinstellung, so daß nicht der ge-

samte Dynamikbereich des A/D-Wandlers ausgenutzt wird, oder an einer zu hohen Verstärkung, bei der das zu verarbeitende Signal in den Übersteuerungsbereich gerät. In beiden Fällen sollte man ein wenig mit der Verstärkungseinstellung 'spielen', bis die richtige gefunden ist. Zumeist braucht sie dann nicht mehr verändert zu werden, solange man keinen anderen Schallwandler, sprich Mikrofon, anschließt, und solange die Lautstärke der aufzunehmenden Klangereignisse in etwa gleich bleibt.

'Abgeschnittene' Samples können dadurch produziert werden, indem verschiedene Triggerschwellen eingestellt werden. Wenn zum Beispiel das gesprochene Wort 'Hallo' aufgenommen werden soll, wird bei externer Auslösung mit niedriger Triggerschwelle 'Hallo' aufgezeichnet. Mit einer höher eingestellten Triggerschwelle wird dann nur noch 'allo' aufgenommen. Mit interner Auslösung erhält man zum Beispiel 'Hallo' oder 'Hall'. Am besten ist's, Sie probieren's aus.

Bei der Wiedergabe kann es zu ungewollten Wiederholungen kommen, wenn z.B. ein Mikrofon am Eingang des Samplers angeschlossen ist und die Samplings über Lautsprecher wiedergegeben werden. Durch die akustische Rückkopplung wird dann der Sampler über das Mikrofon immer wieder neu getriggert. Abhilfe: Zurückdrehen des Verstärkungspotis oder Einstellen einer höheren Triggerschwelle. Das Signal kann sich auch dann immer wieder selbst triggern, wenn die Rückkopplung nicht auf Null steht. Unter Umständen kann dieser Effekt wünschenswert sein — falls nicht, kann er auch Kopfschmerzen verursachen...

Der Digital-Sampler kann in unzähligen praktischen Anwendungen eingesetzt werden. Alles, was über die Technik und über die Theorie ausgesagt wurde, hat in der Digitaltechnik Allgemeingültigkeit und ist dabei keineswegs auf die digitale Tontechnik beschränkt. Da sich Audio-Sampling in der modernen Aufnahmetechnik mehr und mehr durchsetzt, ist es wichtig und nützlich, die Grundlagen zu verstehen. Mit fallenden Speicherpreisen und evtl. mit Einsatz eines Mikrocomputers werden in Zukunft die Anwendungen zunehmen, so daß in allen nur denkbaren und (bisher) undenkbar Einsatzzgebieten 'lebensechte' Klänge zu hören sein werden. □

# Leistungs-MOSFETs

## Technologische Grundlagen, Vorteile gegenüber bipolaren Leistungstransistoren

Jeder Entwickler elektronischer Schaltungen ist bestrebt, seinen Entwürfen möglichst optimale Eigenschaften zu verleihen. Typische Beispiele sind: Verbesserte Eigenschaften von Hifi-Vergätern, erhöhte thermische Stabilität usw. Die Aufgabe der Optimierung stellt sich natürlich auch für einfache Entwürfe. Früher oder später kommt jeder an den Punkt, an dem er zähneknirschend die von den bipolaren Leistungstransistoren vorgegebenen Beschränkungen zur Kenntnis nehmen muß. Der Nachteil der bipolaren Leistungstransistoren liegt vor allem in ihrem Bedarf an Basisstrom, der den hohen Kollektor/Emitter-Strom steuert. Das Verhältnis von Kollektor- zu Basisstrom, das in den Emitter- und Kollektorschaltungen zum Tragen kommt, nennt man die 'Stromverstärkung' des Transistors (Beta oder  $h_f$ ).

Typische Werte für Beta liegen bei etwa 10...30 für Hochleistungstransistoren oder 100...500 für Kleinsignaltypen. Es gibt natürlich auch Transistoren, deren Stromverstärkung mehr als 1000 beträgt, wie beispielsweise bei Super-Beta-Transistoren, deren Basischicht sehr dünn ist oder bei Darlington-Transistoren, die zwei Einzeltransistoren in einem Gehäuse beinhalten. Sie weisen jedoch geringe Spannungsfestigkeit und niedrige Grenzfrequenzen auf. Den Super-Beta-Transistor findet man eigentlich nur innerhalb integrierter Schaltungen, da hierbei die maximalen Betriebsspannungen festliegen. Er ist als Einzelbauteil kaum erhältlich.

Der große Ärger bei bipolaren Leistungstransistoren fängt beim Basisstrom an. Die Stromverstärkung ist nämlich nicht konstant, sondern verändert sich sowohl mit dem Kollektorstrom als auch mit der Temperatur. Die Streuungen zwischen einzelnen Exemplaren des gleichen Typs sind hierbei noch gar nicht berücksichtigt. Soll ein Bipolar-Transistor als Schalter eingesetzt werden, stellt man fest, daß der Stromverstärkungsfaktor bei hohen Kollektorströmen überhaupt nicht spezifiziert ist. Der Grund ist leicht einzusehen: Die Stromverstärkung nimmt bei sehr hohen Kollektor-

strömen auf niedrige Werte ab, im Extremfall bis auf 1.

### Bipolare Elefanten: kraftvoll und langsam

Auch das Hochfrequenzverhalten der Bipolar-Transistoren ist nicht besonders gut, weil es nämlich — populär formuliert — ziemliche Schwierigkeiten bereitet, die Elektronen und Löcher schnell genug durch die komplexe Chip-Geometrie zu leiten. Als Beispiele seien die Bipolar-Transistoren BU 211 und BUY 23 angeführt, bei denen es sich um Transistoren im TO-3-Gehäuse mit einer zulässigen Kollektor/Emitter-Spannung von etwa 250 V handelt. Die Anstiegs- und Abfallzeiten bei einem Schaltstrom von 3 A sind bereits kleine Ewigkeiten von 0,6  $\mu$ s. Die Speicherzeit beträgt mit 1,6  $\mu$ s schon fast das Dreifache. Die Speicherzeit ist die Zeitdifferenz zwischen Anregung und Reaktion, d.h., bis eine geringfügige Eingangsspannungsänderung von 10% eine ebenso große Ausgangsspannungsänderung bewirkt. Anders ausgedrückt, es ist die Reaktionszeit des Transistors, um zu bemerken, daß er überhaupt etwas tun soll! Die Anstiegs- oder Abfallzeiten müssen dann zur Speicherzeit noch addiert werden.

Noch längere Speicherzeiten treten bei Darlington-Transistoren auf, da ja hier zwei Transistoren hintereinander geschaltet sind, also auch zwei Halbleiterübergänge, durch die die Ladungsträger hindurch müssen. Bei dem Leistungs-Darlington-Transistor 2 N 6576, der immerhin 15 A Kollektorstrom verarbeitet, beträgt für 10 A Schaltstrom die Anstiegszeit 1  $\mu$ s, die Speicherzeit 2  $\mu$ s und die Abfallzeit 7  $\mu$ s.

Wenn das Schalten ewig dauert, ist die Gebrauchstauglichkeit als Schaltelement natürlich erheblich eingeschränkt. Die verringerte obere Grenzfrequenz begrenzt bei höheren Frequenzen den Ausgangsspannungshub auch des besten analogen Leistungsverstärkers. Beim Einsatz in Nf-Geräten verschlechtert sich das dynamische Verhalten

und erhöht sich der Klirrfaktor des Leistungsverstärkers. Daraus läßt sich ableiten, daß ausschließlich die Leistungsendstufe das Verhalten bei den höheren Frequenzen bestimmt.

Um dem Ganzen noch die Krone aufzusetzen, ist die vom bipolaren Transistor verarbeitbare maximale Leistung geringer als die erwartete. Bei einer hohen Kollektor/Emitter-Spannung muß der Kollektorstrom unterhalb des eigentlich vom Transistor verarbeitbaren Maximalstroms bleiben. Dieser Effekt wird zweiter Durchbruch (englisch: second breakdown) genannt. Dieses Problem wird im folgenden noch ausführlicher behandelt.

Nachdem nun der bipolare Leistungs-Transistor in den düstersten Farben geschildert wurde, erscheint der Leistungs-MOSFET in einem besonders hellen Licht.

### Eine Rundreise durch den FET

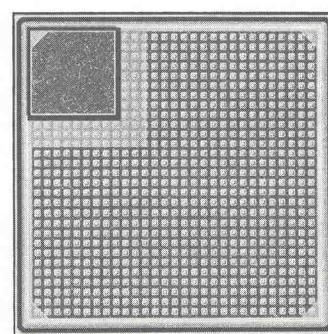
Der Leistungs-MOSFET hat mit seinem Verwandten, dem Bipolar-Transistor, wenig gemeinsam. Der MOSFET besteht hauptsächlich aus einem leitenden Siliziumkanal, an den die Source- und Drain-Anschlüsse angebracht sind. An seinem tiefsten Punkt (beim V-FET) befindet sich der Gate-Bereich, der von dem eigentlichen Kanal durch eine Silizium-Oxidschicht isoliert ist. Legt man eine Spannung an den Gate-Bereich, wird durch das von dieser Spannung hervorgerufene elektrische Feld die Leitfähigkeit des Kanals zwischen Source und Drain gesteuert.

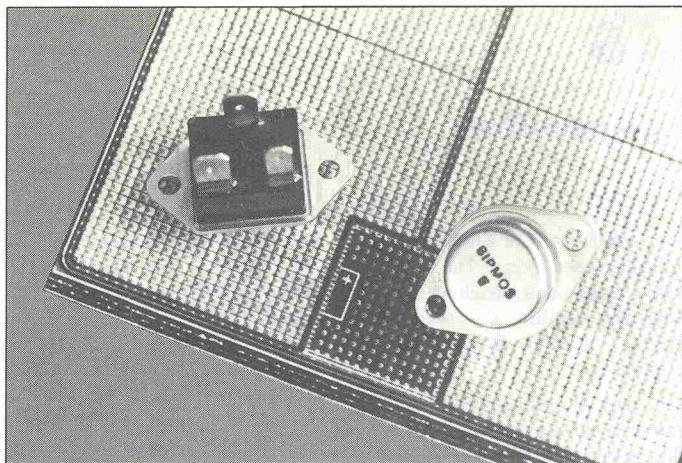
Wie den Bipolar-Transistor gibt es den MOSFET auch in 2 Polaritäten. Der N-Kanal-Typ (der, bei dem der Pfeil auf das Gate zeigt) ist das Analogon zum NPN-Transistor. Der Drain-Anschluß muß gegenüber der Source positiv sein. Eine am Gate gegenüber der Source positive Gate-Spannung erhöht die Leitfähigkeit des Kanals. Beim P-Kanal-MOSFET muß der Drain-Anschluß negativ gegenüber der Source sein, und eine gegenüber der Source negative Gate-Spannung erhöht die Leitfähigkeit. Die folgenden Beziehungen gelten für den N-Kanal-MOSFET, soweit es nicht ausdrücklich anders vermerkt ist.

Liegt das Gate gegenüber der Source auf null Volt, ist der Transistor gesperrt, d.h. die Leitfähigkeit zwischen Source und Drain ist Null. Erhöht man die Gate-Spannung von Null an langsam, erreicht man schließlich die Schwellenspannung, ab der zwischen Source und Drain der Stromfluß einsetzt. Diese Schwellen liegt zwischen etwa 1 V...4 V und hängt vom Transistortyp ab.

Jegliche weitere Erhöhung der Gate-Spannung bewirkt nun einen steigenden Drain-Strom, bis der maximal mögliche Strom erreicht ist. Die für den maximal möglichen Drain-Strom erforderliche Gate-Spannung ist vom Transistortyp abhängig. Im allgemeinen lassen sich jedoch alle MOSFETs mit etwa 10 V Gate-Spannung voll durchschalten.

Wenn die Gate-Spannung so weit ansteigt, daß die maximale Leitfähigkeit des Kanals erreicht ist, nennt man den MOSFET 'gesättigt'. Dies ist nicht mit der Sättigung eines Bipolar-Transistors vergleichbar, der sich wie ein dynamischer Widerstand verhält. Je mehr Strom durch den Bipolar-Transistor fließt, desto geringer wird der Emitter-Widerstand, so daß die Sättigungsspannung zwischen Kollektor und Emitter nahezu konstant bleibt und etwa 1 V beträgt. Der wirksame Widerstand zwischen Source und Drain  $R_{DS(on)}$  bei einem MOSFET entspricht dagegen mehr einem festen Widerstand. Der Wert von  $R_{DS(on)}$  hängt vom je-





weiligen Transistortyp ab, liegt aber in der Größenordnung  $0,03 \Omega \dots 1 \Omega$ . Bei Transistoren in den größeren Gehäusen (TO-3, TO-220) kann er auch höher als  $1 \Omega$  sein. Da zwischen dem Entstehen dieses Berichtes und seiner Veröffentlichung einige Zeit vergangen ist, dürften jetzt bereits Leistungs-MOSFETs mit geringeren RDS(on)-Werten auf dem Markt sein.

## **Das Gate**

Durch den isolierten Gate-Bereich des MOSFETs ist der Eingangstrom so gering, daß man den Transistor als spannungsgesteuertes Bauelement betrachten kann. Bei Gleichstrombetrieb tritt nur der Leckstrom in der Größenordnung weniger nA in Erscheinung. Deshalb ist es zulässig, bei Gleichstromanwendungen den Eingangswiderstand des MOSFETs als nahezu unendlich anzusehen. Anders verhält es sich allerdings mit den dynamischen Eigenschaften.

Da eine Änderung der Eingangsspannung eine Änderung des Ausgangsstromes bewirkt, läßt sich der vom Bipolar-Transistor her bekannte Stromverstärkungsfaktor Beta nicht anwenden. Der für den MOSFET gültige Parameter wird Übertragungsleitwert gfs genannt, eine Größe, die den Anwendern von Vakuumröhren bekannt sein wird. Zur Erinnerung: Das sind diese als Verstärkerelmente eingesetzten ominösen Glaszyliner, die innen glühen und sehr heiß werden!

Der Übertragungsleitwert ist definiert als Drain-Strom-Änderung pro 1 V Gate-Spannungsänderung. Die Einheit hierfür ist 'Siemens', Formelbuchstabe 'S'. Typische Werte für den Übertragungsleitwert liegen zwischen etwa 2

und 12. Eine Änderung der Gate-Spannung von 1 V bewirkt demnach Drain-Strom-Änderungen in der Größenordnung 2 A...12 A, abhängig vom Typ.

Ideal wäre es, wenn zwischen der Steuerspannung und dem Ausgangsstrom ein linearer Zusammenhang bestünde. Der Übertragungsleitwert eines MOSFETs ändert sich jedoch leider mit dem Drain-Strom, genau wie sich bei einem Bipolar-Transistor Beta mit dem Kollektorstrom ändert. Bei dem Hochleistungs-MOSFET IRF 540, der immerhin 27 A Drain-Strom vertragen kann, beträgt der Übertragungsleitwert bei geringen Drain-Stromen weniger als 3, erreicht bei 5 A etwa 6 und bei 25 A Drain-Strom den Wert 8. Daraus ersieht man, daß der Zusammenhang zwischen Ausgangsstrom und Eingangsspannung für Linearanwendungen nicht so ganz ideal ist. Durch Gegenkopplungen läßt sich der MOSFET jedoch linearisieren.

Der große Vorteil des MOSFETs besteht darin, daß der Übertragungsleitwert nicht bei steigendem Drain-Strom abnimmt, selbst dann nicht, wenn der maximale Drain-Strom überschritten wird. Bei Schalteranwendungen darf man deshalb Änderungen des Übertragungsleitwertes vernachlässigen. Dieser Effekt steht in krassem Gegensatz zum Bipolar-Transistor, bei dem die Stromverstärkung Beta stark abnimmt, wenn man ihn bis zu sehr hohen Kollektorströmen aussteuert. Beim MOSFET bleibt die Spannungssteuerungs-Charakteristik auch bei Übersteuerung erhalten. Außerdem ändert sich der Übertragungsleitwert nur sehr geringfügig über den vollen Betriebs temperaturbereich.

Wie zu erwarten, bildet das isolierte Gate mit dem Siliziumblock einen kleinen Kondensator, dessen Kapazität zwischen etwa 200 pF und 1200 pF liegt. Wie bei jedem ordinären Kondensator gibt es natürlich auch hier eine maximal zulässige Spannung, oberhalb derer die Isolation zerstört wird. Diese Spannung beträgt im allgemeinen plus oder minus 20 V. Will man den Transistor voll durchschalten, d.h. bis in die Sättigung steuern, sollte die Gate-Spannung auf einen Wert begrenzt werden, der für die volle Durchsteuerung des Transistors ausreicht. Normalerweise benötigt man nicht mehr als 10 V. Sollte das Gate in die Sperrrichtung gefahren werden, gilt das gleiche.

## **Dynamische Eigenschaften des Gates**

Die Gate-Kapazität und auch die anderen Streukapazitäten bringen

nun doch einige Wermutstropfen. Der spannungsgesteuerte MOSFET, der bis jetzt als der ideale Transistor hingestellt wurde, beginnt nämlich bei höheren Frequenzen, Gate-Strom zu ziehen. In Gleichstrom-Anwendungen, wie beispielsweise beim Schalten einer Glühlampe oder eines Relais, ist der Eingangswiderstand des Gates nahezu unendlich. Bei Wechselstromverstärkern, (z.B. beim NF-Leistungsverstärker) machen sich diese Kapazitäten bei den höheren Frequenzen bereits unangenehm bemerkbar. Das gleiche gilt beim Einsatz des Leistungs-MOSFETs in Schaltregleranwendungen. Die Gate-Kapazität muß nämlich jetzt jedesmal von der Steuerquelle geladen und entladen werden.

Die beiden wichtigsten Kapazitäten sind CGS, die Gate-Source-Kapazität, und CGD, die Gate-Drain-Kapazität. CGS ist zwar in geringem Maße von der Steuerspannung UGS abhängig, kann aber im allgemeinen als fester Wert angesehen werden. CGD ändert sich dagegen merklich mit der Gate-Source-Spannung. Um das Maß nun voll zu machen, bewirkt CGD eine kapazitive Rückkopplung vom Drain auf die Source. Dies ist analog zum Miller-Effekt bei Vakuumröhren.

Angenommen, der Leistungs-MOSFET befindet sich in einer Schaltung, in der 5 V Gate-Spannung 100 V Drain-Spannung schalten sollen. Während des Schaltvorganges gelangt über die Gate-Drain-Kapazität plötzlich ein 100-V-Impuls auf das Gate, der 20 mal so hoch ist wie das Eingangssignal. Dieser Effekt bewirkt,

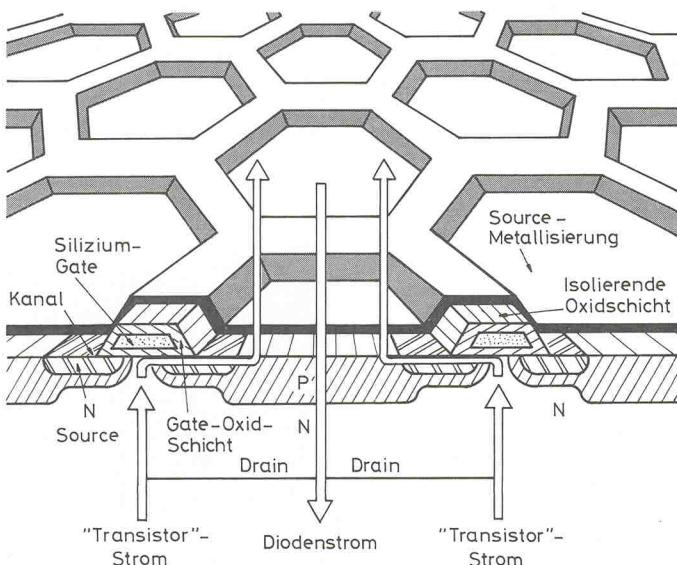


Bild 1. Geometrie eines HEXFET-Leistungs-MOSFETs.

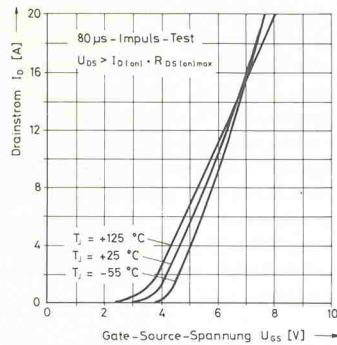


Bild 2. Eingangskennlinienfeld eines MOSFETs.

dass die Gate-Drain-Kapazität wesentlich größer als die tatsächlich vorhandene erscheint. Freundlicherweise verringert sich nun auch noch die Gate-Drain-Kapazität bei steigender Spannung, um die Sache noch etwas zu komplizieren.

Der kurze Impuls vom Drain zum Gate kann durchaus Ärger verursachen. Ist er positiv, wird der Transistor eingeschaltet, wobei allerdings ein Selbstbegrenzungseffekt auftritt, weil durch den Einschaltvorgang die Drain-Spannung zurückgeht. Ein negativer Impuls schaltet den Transistor ab. In diesem Fall tritt keine Selbstbegrenzung auf. Der negative Impuls kann durchaus die maximal zulässige Gate-Spannung von 20 V überschreiten. Sollten diese unerwünschten Rückwirkungen Probleme bereiten, bringt eine Zenerdiode zwischen Gate und Source Abhilfe. Sie begrenzt positive Impulse auf die Zenerspannung und negative Impulse auf die Durchlaßspannung einer Siliziumdiode, also etwa 0,7 V.

Jegliche weitere Erhöhung der Gate-Source-Spannung  $U_{GS}$  hat keinen weiteren Anstieg des Drain-Stromes  $I_D$  zur Folge.

Leistungs-MOSFETs kennen diese beiden Probleme nicht. Wie bereits ausgeführt, verringert sich der Übertragungsleitwert bei steigendem Drain-Strom nicht. Er erreicht einen Maximalwert, der dann konstant bleibt. Dadurch kann der Leistungs-MOSFET IRF 330 z.B. beträgt der Drain-Source-Widerstand etwa  $0,9 \Omega$  bei einer Temperatur des Halbleiterüberganges von  $25^\circ\text{C}$  und  $1 \text{ A}$  Drain-Strom.  $R_{DS(on)}$  steigt auf nur  $1 \Omega$  bei  $5,5 \text{ A}$  Drain-Strom. Der zulässige Drain-Strom wird ausschließlich von der Verlustleistung des Transistors begrenzt. Arbeitet der Transistor im Impulsbetrieb, darf der Impulstrom wesentlich höher als der Dauerstrom sein. Bei  $15 \text{ A}$  Drain-Strom beträgt der Drain-Source-Widerstand beim IRF 330 etwa  $1,5 \Omega$ .

$R_{DS(on)}$  nimmt auch mit der Temperatur zu. Beim IRF 330 ist nach dem Datenblatt  $R_{DS(on)}$  bei  $125^\circ\text{C}$  doppelt so hoch wie bei  $25^\circ\text{C}$ . Durch dieses Betriebsverhalten kann man  $R_{DS(on)}$  praktisch als ohmschen Wert behandeln. Man muß jedoch den Drain-Strom und die Temperatur des Halbleiterüberganges mit in Betracht ziehen. Die Kurvenscharen in den Datenblättern liefern im allgemeinen eine gute Übersicht über den Temperaturgang von  $R_{DS(on)}$ .

Aus dem eben Gesagten lässt sich ein weiterer Vorteil des Leistungs-MOSFETs gegenüber dem Bipolar-Transistor ableiten: der negative Temperaturkoeffizient. Er verhindert thermische Selbstzerstörung, wie es bei den Bipolar-Transistoren ohne Temperaturkompensation durchaus vorkommen kann. Diese Eigenschaft ist sehr wichtig und auch sehr wertvoll in Linearanwendungen, wie beispielsweise bei NF-Leistungsverstärkern.

Beim Bipolar-Leistungstransistor bewirkt die Erwärmung durch die Verlustleistung eine Verringerung des Innenwiderstandes des Transistors, so daß er mehr Strom zieht und sich dadurch noch weiter aufheizt. Wenn in einer Schaltung keine Vorsorge gegen thermische Überlastung getroffen wurde, wird sich diese Stufe durch Überhitzung innerhalb weniger Sekunden selbst zerstören. Der MOSFET kennt dieses Problem nicht. Wenn durch höhere Strom eine weitere Aufheizung erfolgt, nimmt  $R_{DS(on)}$  zu, wirkt wie eine Art Gegenkopplung

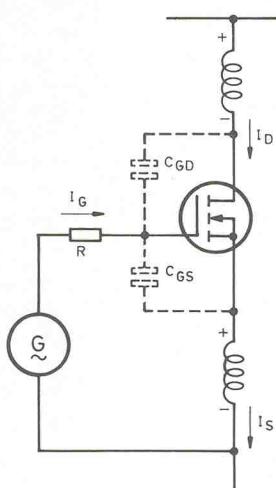


Bild 3. Die Kapazitäten  $C_{GS}$  und  $C_{GD}$  bewirken im hochfrequenten Betrieb einen Eingangsstrom. Die Drain- und Source-Induktivitäten führen von den internen Zuleitungen her. Die Beträge der Kapazitäten und Induktivitäten sind im allgemeinen in den Datenblättern angegeben.

Der Spannungsabfall über der oberen Induktivität bedeutet, daß die Drain-Spannung abnimmt. Dadurch entlädt sich der Gate-Drain-Kondensator, und es fließt mehr Strom durch den Widerstand R.

Die in die untere Induktivität induzierte Spannung subtrahiert sich von der Steuerspannung und bewirkt, daß diese langsamer ansteigt, was sich gleichermaßen auch auf  $I_S$  auswirkt.

## Sicherer Arbeitsbereich (SOA) und Strom

Der MOSFET bietet gegenüber dem bipolaren Leistungstransistor erhebliche Vorteile, wenn es um den sicheren Arbeitsbereich (SOA, Safe Operating Area) und die Strombelastung geht. Die mit Bipolar-Transistoren erzielbare maximale Leistung wird sowohl durch die Stromverstärkung als auch durch den zweiten Durchbruch begrenzt. Das Problem des abnehmenden Stromverstärkungsfaktors bei steigenden Kollektorströmen wurde bereits behandelt.

Der zweite Durchbruch ist durch die Chipgeometrie des Bipolar-Transistors begründet. Unter 'zweitem Durchbruch' versteht man die Abnahme der Spannung an einem PN-Übergang auf kleine Werte bei einem bestimmten Strom in Rückwärtsrichtung im Gebiet des Lawinendurchbruchs. Wenn nämlich die Kollektor/Emitter-Spannung bei höheren Strömen ansteigt, bewirkt das elektrische Feld in der Emitter/Basis-Region lokale Stromverdichtungen. Die lawinenartige Zunahme der Stromdichte in kleinen Bereichen führt zu lokaler Aufheizung. Da Bipolar-Transistoren ja einen positiven Temperaturkoeffizienten aufweisen, verringert sich der Widerstand bei steigender Temperatur, so daß die schon kritische Situation noch weiter verschärft wird.

Ein Blick auf das Kennlinienfeld des sicheren Arbeitsbereiches für Bipolar-Leistungstransistoren zeigt, daß bei hohen Kollektor/Emitter-Spannungen und ho-

hen Verlustleistung eine Verringerung des Innenwiderstandes des Transistors, so daß er mehr Strom zieht und sich dadurch noch weiter aufheizt. Wenn in einer Schaltung keine Vorsorge gegen thermische Überlastung getroffen wurde, wird sich diese Stufe durch Überhitzung innerhalb weniger Sekunden selbst zerstören. Der MOSFET kennt dieses Problem nicht. Wenn durch höhere Strom eine weitere Aufheizung erfolgt, nimmt  $R_{DS(on)}$  zu, wirkt wie eine Art Gegenkopplung

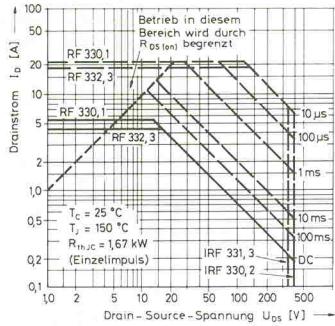


Bild 4. Der sichere Arbeitsbereich für den 75-W-Leistungs-MOSFET IRF 330. Er errechnet sich einfach aus Strom mal Spannung, wobei das Produkt der zulässigen Verlustleistung entspricht, im Gegensatz zum Bipolar-Transistor, bei dem der zweite Durchbruch zum Tragen kommt (siehe Text). Um Vergleiche mit anderen Datenblättern zu ermöglichen, wurden die Originalbezeichnungen beibehalten.

und bringt den Transistor thermisch wieder ins Gleichgewicht.

Dies ist auch der Grund dafür, daß man Leistungs-MOSFETs problemlos parallelschalten kann und keine Vorsorge für gleichmäßige Stromaufteilung auf die einzelnen Leistungstransistoren treffen muß. Der von den Bipolar-Transistoren her bekannte Emitterwiderstand ist überflüssig. Sollte einer der Einzeltransistoren mehr Strom ziehen als die anderen, bewirkt der erhöhte Drain-Strom eine Zunahme von  $R_{DS(on)}$ , so daß der Transistor wieder ins thermische Gleichgewicht kommt.

Die Wärmeableitung bei MOSFET-Leistungstransistoren ist mit der von Bipolar-Transistoren im Prinzip identisch. Die Datenblattangaben gelten für den thermischen Widerstand zwischen dem Halbleiterübergang zum Gehäuse. Man muß nur einen geeigneten Kühlkörper aussuchen, damit die Temperatur des Halbleiterüberganges den maximal zulässigen bzw. den vorgegebenen Wert nicht überschreitet.

Betreibt man den Leistungs-MOSFET als Schalter, ist die Berechnung der Verlustleistung ein bißchen schwieriger. Dies trifft speziell für kleine Tastverhältnisse zu, wenn also die Schaltung so ausgelegt ist, daß der Transistor nur für kurze Zeit Strom zieht und dann eine längere Abkühlphase folgt.

## Anwendungsbeispiele

Die vielen Vorteile der Leistungs-MOSFETs gegenüber den Bipolar-Leistungstransistoren finden ihren Niederschlag in einer großen Zahl von Anwendungen, die jede für sich die besonderen herausragenden Vorteile der MOSFETs verwerten. Angenommen, man benötigt einen Leistungstreiber, der 5 A an einen Lastwiderstand abgeben muß, darf davor aber nur einen verhältnismäßig 'schwachen' Vorverstärker mit einem 47-kΩ-Kollektorwiderstand. Selbst ein Darlington-Leistungsverstärker ist hiermit nicht zufrieden, denn bei 5 A Kollektorstrom braucht er mit Sicherheit 1 mA Basisstrom, der über den 47-kΩ-Widerstand kaum zu erreichen ist. Der MOSFET ist zwar teurer, ist aber in der Handhabung wesentlich einfacher.

Möchte man einen Leistungs-MOSFET als Treiber in logischen Schaltungen verwenden, muß man bedenken, daß die Spannung log. '1' von TTL-Schaltkreisen nur etwa 3,5 V beträgt, also nicht hoch genug ist, um den MOSFET in den Sättigungsbereich zu treiben und effizientes Schalten zu gewährleisten. Verwendet man einen TTL-Treiber mit offenem Kollektor, kann man natürlich diesen Treiber über den Pull-up-Widerstand auf 12 V abstützen. Dadurch wird zwar der MOSFET in die Sättigung getrieben, die Schaltzeit wird allerdings durch die RC-Zeitkonstante (Pull-up-Widerstand und Eingangskapazität des MOSFETs bei positivem Steuerimpuls) verringert. Günstiger ist hier ein Pegelkonverter, der als Interface zwischen dem TTL-Gatter und dem Leistungs-MOSFET eingebaut wird. Sehr gut eignet sich hier der μA 9643 von Fairchild. Als Treiber läßt sich natürlich auch eine Bipolar-Stufe einsetzen, die mit einer höheren Speisespannung arbeitet. In jedem Fall ist besonderer Wert auf die Treiberstufe zu legen, um kurze Schaltzeiten des MOSFETs zu erreichen.

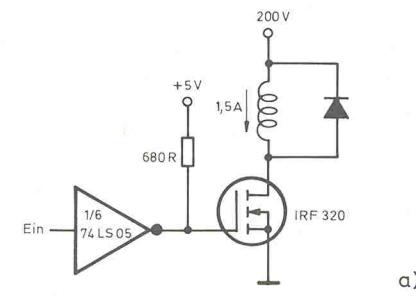
Benötigt man Hochfrequenzschalter bei hohen Speisespannungen, ist der MOSFET einsame Spitze. Maximale Drain-Source-Spannungen von 500 V oder mehr sind kein Problem. Durch die Parallelschaltung von MOSFETs lassen sich auch hohe Ströme bei hohen Spannungen sicher verarbeiten. Die dramatische Reduzierung des Eingangsstromes gegenüber Bipolar-Leistungstransistoren vereinfacht die

Schaltung beträchtlich. Die ausgezeichneten Schalteigenschaften erlauben es, Schaltnetzteile mit Schaltfrequenzen bis etwa 100 kHz zu bauen, die dadurch geringe Induktivitäts- und Kapazitätswerte benötigen und gegenüber den Bipolar-Schaltnetzteilen, die etwa bei 20 kHz...40 kHz arbeiten, eine Verringerung der Gesamtabmessung und des Gewichtes mit sich bringen.

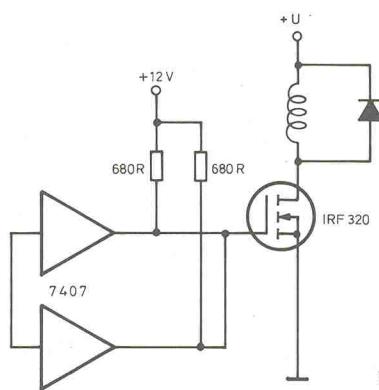
Bei Nf-Leistungsverstärkern bietet der Leistungs-MOSFET den Vorteil, daß die Treiberstufen drastisch vereinfacht werden können. Der Vorverstärker kann als Spannungsverstärker arbeiten und direkt die Leistungsendstufe steuern. Die Belastbarkeit des Vorverstärkers, d.h. der lieferbare Strom, muß nur groß genug sein, um die Eingangskapazitäten der MOSFETs zu laden und zu entladen. Dank der hohen Schaltgeschwindigkeit der MOSFETs erreicht man eine bemerkens-

werte Erhöhung der Leistungsbandbreite und der Anstiegs geschwindigkeit der Ausgangsspannung. Dadurch wird das gesamte dynamische Verhalten eines Nf-Leistungsverstärkers erheblich verbessert. Die thermische Stabilität wird durch den MOSFET sowieso gewährleistet. Eine Leistungserhöhung läßt sich sehr leicht durch Parallelschalten mehrerer MOSFETs erreichen.

Zusammenfassend kann man sagen, daß der Leistungs-MOSFET der einzige Lichtblick ist, wenn man hohe Schaltgeschwindigkeit, geringe Eingangsstrom und problemlose thermische Bedingungen erreichen will. Die Nachteile sind derzeit die höheren Kosten und der höhere Drain-Source-Widerstand. Da die Entwicklung aber sehr schnell voranschreitet, dürfte gerade der letzte Punkt in Kürze auch der Vergangenheit angehören.



a)



b)

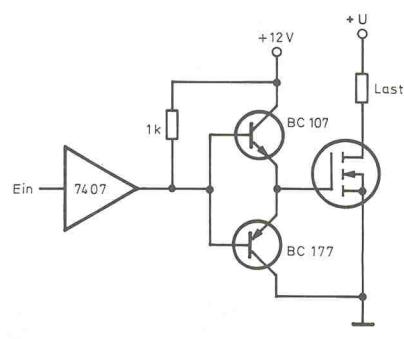


Bild 5. Steuerung eines Leistungs-MOSFETs mit TTL-Gattern. Der Ausgang eines 74LS05 läßt sich mit Hilfe eines 680-Ω-Pull-up-Widerstandes auf 5 V ziehen. Besser ist ein Gatter mit offenem Kollektor (z.B. 7407), dessen Pull-up-Widerstand an 12 V hängt. Beide Schaltungen weisen durch die Pull-up-Widerstände eine schlechtere Anstiegszeit des Steuersignals auf. Der Komplementär-Bipolar-Transistortreiber liefert die kürzesten Anstiegs- und Abfallzeiten.

**Verlag Heinz HEISE GmbH**  
Bissendorfer Straße 8  
3000 Hannover 61



Der Operationsverstärker ist eines der wichtigsten elektronischen Bauelemente. In diesem Buch werden erprobte Schaltungen aus einem weiten Anwendungsspektrum vorgestellt. Alle Schaltungen sind bewußt einfach gehalten und bereiten auch dem Anfänger kaum Nachbauprobleme. Ein Buch für die Praxis.  
Best. Nr. 0504-9  
DM 16,80



Boxen-Selbstbau – ein faszinierendes Hobby. Von einem erfahrenen Fachmann werden hier sowohl theoretische Grundlagen als auch praktische Tips für den Selbstbau von Lautsprecher-Boxen vermittelt. Neben zahlreichen Tabellen sind auch ausgereifte Konstruktionsvorschläge für unterschiedliche Boxentypen enthalten.  
Best. Nr. 0530-8  
DM 29,80



Funktionsgeneratoren – bestückt mit Transistoren, Operationsverstärkern, Digital-ICs und speziellen Funktionsgenerator-ICs. Alle Schaltungen wurden sorgfältig dimensioniert, aufgebaut und getestet.  
Best. Nr. 0503-0  
DM 16,80

Sollten unsere Bücher nicht bei Ihrem Buchhändler erhältlich sein, bitte direkt anfordern und Verrechnungsscheck zzgl. DM 3,50 Versandkostenpauschale beifügen.

**SOAR®**

## Die neue Multimeter-Dimension SERIE 4000

5 Geräte zur Wahl  
.... zum Beispiel Modell 4020



ar 2055

### DIGITAL + ANALOG

- Anzeigeumfang bis 4000 und 41 Segmente Analogbalkenanzeige
- Bereichswahl automatisch + manuell
- Grundgenauigkeit 0,3% Volt, Strom bis 10 A, Diodentest, Durchgangstest, Adapterfunktion
- Meßwert + Anzeigespeicher
- Batterie-Lebensdauer über 1500 Stunden
- Sicherheitseingangsbuchsen; Aufstelländer
- DM 302,10 (DM 265,- ohne MwSt.) inkl. Meßkabel

**SOAR® Europa GmbH**

Otto-Hahn-Str. 28-30, 8012 Ottobrunn  
Tel.: (0 89) 609 70 94, Telex: 5 214 287

## Bausätze und Fertigeräte

Bausatzprogramm zum Perfekt-Selbermachen

hochwertige Bauteile – professionelles Design

z.B. PAL-Bildmuster-Generator

10 Bildmuster  
Grautreppe  
Gitter  
vert. Linien  
Punkte  
100% weiß

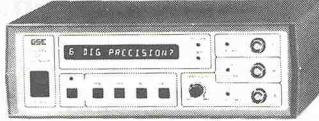
Farbtreppen  
100% Rot  
100% Grün  
100% Blau

VHF Ausgang var.  
Video Ausgang var.  
1 kHz Tonmodulation

x Bausatz kompl. DM 298,-  
Fertigerät DM 429,-



Universalzähler mit Mikroprozessor  
nach Elektor



### DAS SUPERDING

\* Komplettbausatz DM 548,-  
Fertigerät .... DM 748,-

\* Bausatz komplett im beibl. Gehäuse sowie beibl. u. bedruckter Frontplatte



### SATELLITEN-EMPFANGSANLAGE

DM 3 300,-  
Kompl. m. Parabol-Antenne 1,5 m Ø  
und FTZ-Nr. !



ING. GERMAN STRAUB ELECTRONIC  
Falbenhennenstraße 11, 7000 Stuttgart 1  
Nur montags tel. Fragestunde von  
9–17.00 Uhr unter 0711/64 61 81

Versand per  
Nachnahme  
Infos gegen  
DM 1,30 Bfm.

Vorführung und Vertrieb:  
RADIO-DRÄGER, DRÄGER GMBH  
Sophienstraße 21 · 7000 Stuttgart 1  
Tel.: 0711/64 31 92 · Telex: 721806  
Fachinformation: H. Berger / H. Braun

# das original



Eagle SKYLINE  
Lautsprecherkabel  
— perfekter Hörgenuß  
durch innere Werte

Musik lebt  
durch Originale!

**KRAKUSTIK**  
Siedlungsweg 5 · 4971 Hüllhorst  
Telefon: 057 44/1086  
Telex: 972159  
Telefax 108

# Identifizierung von Halbleitern

## Klassifizierungssysteme von ICs und Transistoren im Überblick

Der Entwurf komplexer elektronischer Schaltungen mit diskreten Halbleitern ist heute kaum noch vorstellbar. Der Einsatz von ICs vereinfacht die Schaltungen und führt auch wesentlich schneller zum Ziel.

Doch was verbirgt sich hinter der Typenbezeichnung eines ICs? Diese Frage zu beantworten, fällt selbst Profis oft recht schwer. Hier wird das Bezeichnungsgesetz ein wenig entwirrt.

### Klassifizierungssysteme von ICs

Bei der Schaltungsentwicklung sind zwei Fragen zu klären:

1. Welches ist das für meine Schaltung optimale IC?
2. Welche Version soll ich nehmen?

Angenommen, in einer Schaltung sei ein 741 angegeben. Laut Katalog reicht die Latte vom MC 1741 SCG bis zum LM 1741 CJ-14! Was ist nun was? Und damit ist das Problem noch lange nicht gelöst, denn die gleichen Fragen treten auch bei digitalen ICs auf.

Die ersten beiden Buchstaben einer IC-Bezeichnung geben einen Hin-

weis auf den Hersteller. MC z.B. steht für Motorola,  $\mu$ A für Fairchild usw. Die Buchstaben am Ende der Typenbezeichnung liefern Hinweise auf die Gehäuseform, den Arbeitstemperaturbereich oder die Zuverlässigkeitssicherung.

Bei digitalen ICs, sofern es sich nicht um Standard-TTL- oder CMOS-Typen handelt, ist die Typenbezeichnung in der Mitte der Kennzeichnungsziffer versteckt. So bedeutet 'LS' beim 74 LS 68, daß es sich um ein Low-Power-Schottky-TTL-IC handelt, während das 'HC' beim 74 HC 160 auf ein High-Speed-CMOS-IC hindeutet.

Die Pro Electron-Bezeichnungen bei ICs (z.B. TBA 520) sind hauptsächlich in Europa verbreitet. Dabei gibt es bei Einzelschaltungen der erste Buchstabe den Verwendungszweck an. Der zweite Buchstabe hat keine besondere Bedeutung, mit Ausnahme des Buchstabens H, der eine Hybridschaltung bezeichnet.

Gehören ICs zu einer Familie, dann kennzeichnen die ersten zwei Buchstaben die Familie, der dritte den Temperaturbereich. Die Seriennummer ist entweder eine vierstellige Zahl (von Pro Electron vorgegeben) oder eine Seriennummer (Ziffern und eventuelle Buchstaben) ei-

ner bestehenden Firmennummer. Falls die Firmennummer aus weniger als vier Ziffern besteht, wird sie oft vorn mit Nullen aufgefüllt.

Ein Versionsbuchstabe kann zur Kennzeichnung einer Variante des Grundtyps angehängt sein, zum Beispiel zur Beschreibung der Gehäusevariante. Tabelle V zeigt eine Kurzübersicht.

Vor 1973 galt ein anderes Bezeichnungsschema, das vorzugsweise von Siemens verwendet wurde, siehe Tabelle VI.

### Klassifizierungen von Transistoren

Bei den Bezeichnungen der Transistoren sieht es etwas freundlicher aus. Die ersten Buchstaben der Typenbezeichnung geben im allgemeinen keinen Hinweis auf den Hersteller, während nachgestellte Buchstaben normalerweise nicht einen Temperaturbereich oder eine Gehäuseform spezifizieren. Die Gehäusebezeichnung ist meistens Bestandteil der Typenbezeichnung. Bis auf Feld-, Wald- und Wiesentypen wie 2 N 2219, 2 N 2905 oder 2 N 3055 sind Transistoren oft nur von einem oder zwei Herstellern erhältlich.

Die USA-Jedec-Tabelle mit den 1 N-, 2 N- und 3 N-Typen stammt noch aus der Zeit, als das entsprechende Halbleiterbauelement bei den US-Militärbehörden registriert war. So ist beispielsweise ein 2 N 5068 ein wesentlich modernerer Transistor als ein 2 N 697. Teilweise lassen die Jedec-Bezeichnungen auch Rückschlüsse auf die Funktion zu: 1 N- bezeichnet Dioden, 2 N- bezeichnet bipolare Transistoren oder Sperrschi-FETs und

3 N- bedeutet MOSFET. Die europäischen Typenbezeichnungen liefern dagegen einen Hinweis auf das Einsatzgebiet.

Der Buchstabe am Ende der Typenbezeichnung gibt bei Kleinsignaltransistoren den Stromverstärkungsbereich oder die Anschlußbeladung an. In Tabelle VII ist das Klassifizierungssystem angegeben.

In den USA hergestellte Transisto-

Kennzeichen	Hersteller
AD	Analog Devices
AM	Advanced Micro Devices
CA	RCA
DS, LM, LF, LH	National Semiconductor
DG	Siliconix
H, HA, HI	Harris
HA	Hitachi
ICL, ICM	Intersil
,IR	International Rectifier
MC	Motorola
OP, MP	Precision Monolithics
N, NE, SE	Signetics (Mullard)
RC, RM	Raytheon
SG	Silicon General
SL, SP	Plessey
SN, TL	Texas Instruments
$\mu$ A	Fairchild
UCN, UDN, ULN	Sprague
XR	Exar
Z, ZD	Ferranti

Tabelle I. Der Buchstaben-Code des Herstellers steht in der Typenbezeichnung des ICs an erster Stelle vor der Ziffernfolge.

Kennzeichen	Temperatur-Bereich
I (nur Harris)	-55...+200°C
M (2 für Harris, 54 für TTL)	-55...+125°C
I	-25...+85°C
C (5 für Harris, 74 für TTL)	0...70°C

Tabelle II. Erlaubter Temperaturbereich. Der Kennbuchstabe oder die Kennziffer steht unmittelbar hinter der Kennziffer des ICs.

Hersteller	Metallgehäuse	Kunststoff-DIL			Keramik-DIL			Kunststoffgehäuse für Leistungstransistoren	
Advanced Micro Devices	TO-99 TO-100 8-pin 10-pin	8-pin	14-pin	16-pin	8-pin	14-pin	16-pin	TO-92	TO-220
Analog Devices	J	P	P	P	D	D	D	W	U
Fairchild	H	T	P	P	R	D	D		
Intersil	K								
ITT									
Harris (H, HA, HI)	2*	N	N	N	D,J	D,J	D,J		
Motorola	H,G	P	P	P	V	L	L	P	T
National Semiconductor	H,G	N	N	N	J	J	J	Z	T
Precision Monolithics	J	P	P	P	Z	Y	Q		
Raytheon	H	DN	DB	MP	DE	DC	DD	S	U
Signetics	H	N,V,N,E	F,A,N,H	B,N,J	FE	FH	FJ		
Siliconix	A	J	J	J	K	K	K		
Sprague	H	M	A	A	H	H	H	Y	Z
RCA	T							LP	KC
Texas Instruments	H	P	N	N	JG	J	J		
	hauptsächlich Linear-ICs				hauptsächlich kommerzielle oder Industrietypen			Transistoren	
					hauptsächlich militärische oder Industrietypen				

Tabelle III. Kennzeichnung der IC-Gehäuse. Einer oder auch mehrere Buchstaben können hinter dem Kennbuchstaben für den Temperaturbereich stehen. Bei Harris-ICs stehen Ziffern (mit \* gekennzeichnet) vor der Typen-Nummer.

Typ der Familie	Beschreibung	Verzögerungszeit (je Gatter)	Mittlere Verlustleistung (je Gatter)
74 ALS..	Advanced Low-power Schottky	3...4 ns	1...2 mW
74 LS..	Low-power Schottky	10 ns	2 mW
74 ..	Standard TTL	10 ns	10 mW
74 S..	Schottky TTL	3 ns	20 mW
74 L..	Low-power TTL	33 ns	1 mW
74 C oder CD	CMOS	50 ns	<1 µW

Tabelle IV. Kennbuchstaben in der Mitte der TTL-IC-Typen 7400.

Die ersten zwei Buchstaben: Familienzugehörigkeit oder Einzeltyp	Dritter Buchstabe: Temperaturbereich	Seriennummer oder Firmen- nummer	Versions- buchstabe oder Gehäuse- kennzeichnung
S: Einzelne digitale Schaltung T: Analoge Schaltung U: Gemischte Analog/Digital-Schaltung	A: kein bestimmter Temperaturbereich B: 0...+70 °C C: -55...+125 °C D: -25...+70 °C E: -25...+85 °C F: -40...+85 °C	3...4 Ziffern	C: Zylinderförmiges Gehäuse D: Dual-In-Line-Gehäuse F: Flaches Gehäuse Q: Vierfach-In-Line Z: Innere Verbindungen nach Kundenwunsch

Tabelle V. Das Pro Electron-Bezeichnungsschema für ICs.

ren und ICs gibt es meistens auch als 'Second Source'-Produkt, d.h. der Transistor bzw. das IC wird von mindestens zwei Herstellern angeboten. In Europa gefertigte Transistoren sind oft nur von einem Hersteller erhältlich. Für einen Schaltungsentwickler ist das manchmal recht ärgerlich, wenn er einen speziellen Typ einsetzen möchte, dieser aber von den gängigen Distributoren nicht lagermäßig geführt wird und so der Distributor oft auch nicht in der Lage ist, einen Vergleichstyp anzubieten.

Allgemein kann man davon ausgehen, daß Kunststoffgehäuse preiswerter als die runden Metallgehäuse oder Keramik-Dual-In-Line-Gehäuse sind. Weiterhin sind Bauelemente für den industriellen Temperaturbereich billiger als die für den militärischen. Es ist inzwischen ziemlich egal, ob man Transistoren aus westeuropäischer, japanischer oder amerikanischer Fertigung einsetzt (einschließlich der nach Fernost ausgelagerten Fabriken etwa in Indonesien, Malaysia oder Taiwan). Sie sind in der Qualität und in der Gehäuseform absolut gleichwertig.

## Nachbemerkungen

Einige Transistortypen unterscheiden sich nur im Detail bei einer vorgegebenen Spannung, Leistung oder einem spezifizierten Strom von anderen Typen. Ein NPN-Kleinsignaltransistor scheint wie

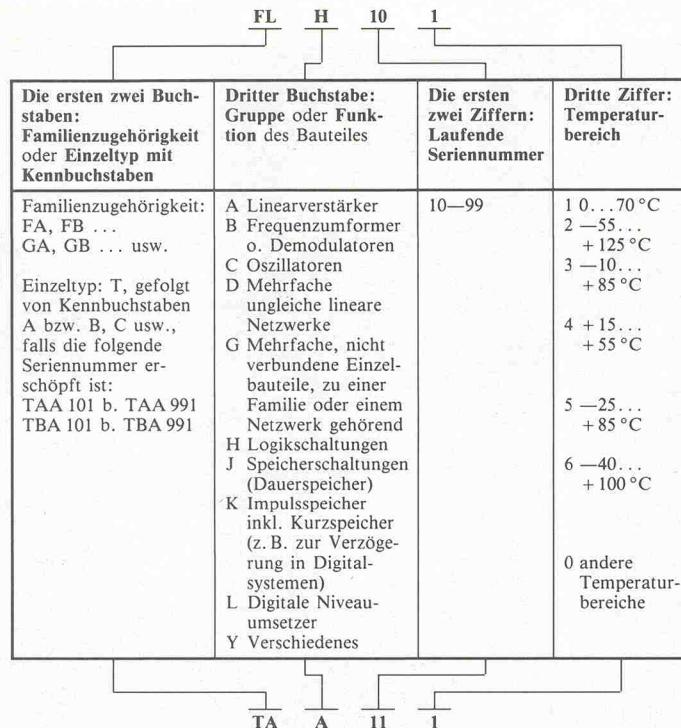


Tabelle VI. Das Pro Electron-Bezeichnungsschema für ICs vor 1973.

der andere zu sein. Aber häufig macht's eben doch der kleine Unterschied, weshalb ein Transistor in einer Schaltung geht und der andere nicht!

Wenn in einem Industriegerät, das in großer Stückzahl gefertigt wird, ein spezieller Transistortyp angegeben ist, wird meistens ein Grund dafür vorliegen. Oft drängt sich jedoch der Verdacht auf, daß ein gerade vorhandener, exotischer Typ

kurzerhand für die Schaltungsentwicklung verwendet und anschließend leichtfertig zwingend vorgeschrieben wurde. Ein gesundes Mißtrauen gegenüber solchen Exoten kann viel Geld sparen helfen.

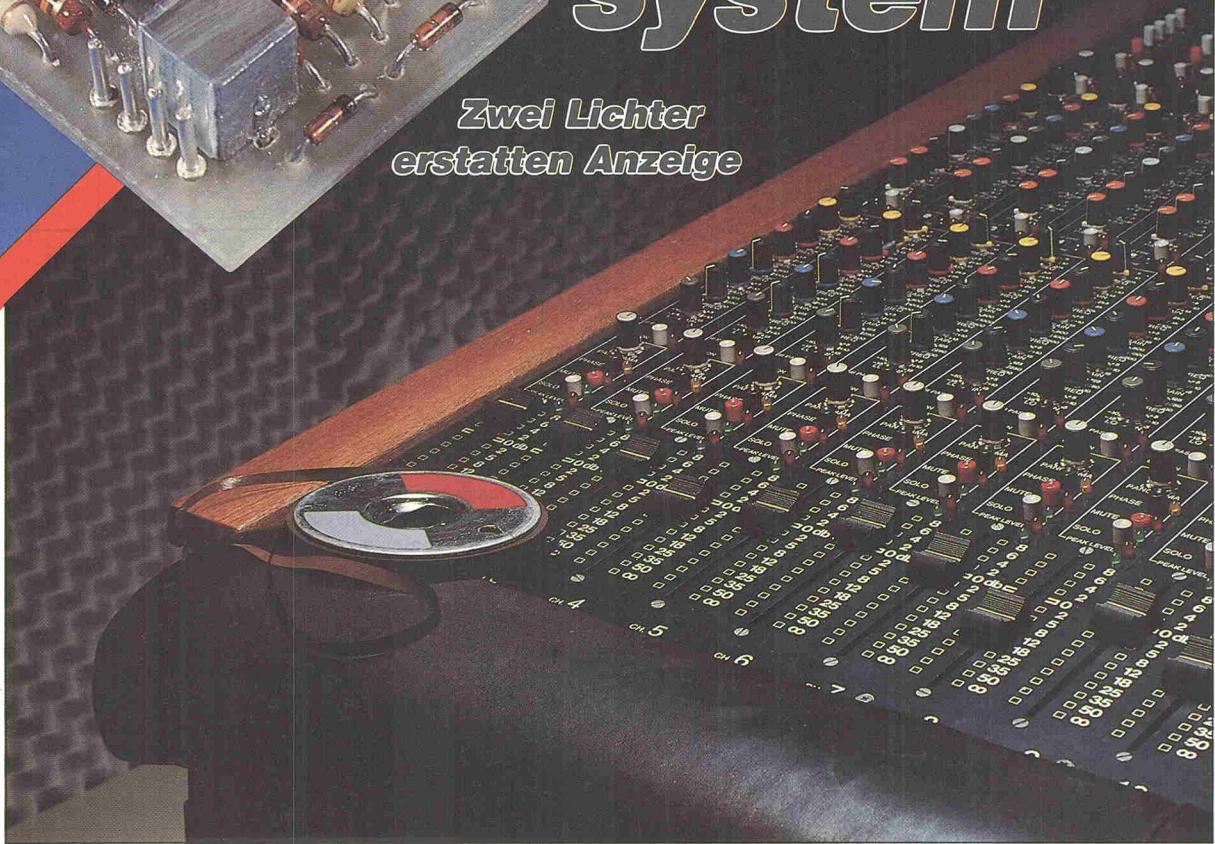
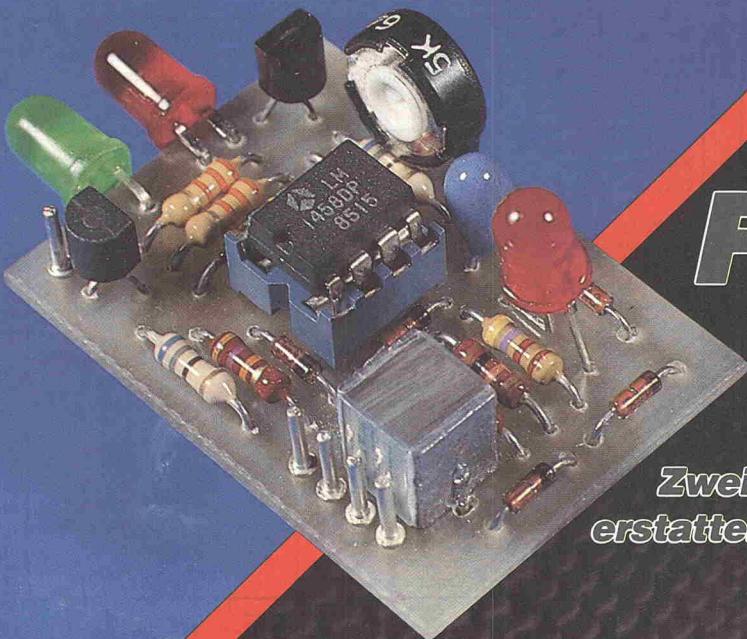
Die vorliegenden Tabellen beziehen sich vorwiegend auf ausländische Hersteller, da Unterlagen von deutschen oder europäischen Lieferanten leichter zu beschaffen sind.

Erster Buchstabe	Zweiter Buchstabe	Dritter Buchstabe (falls vorhanden)	Ziffern	Letzter Buchstabe
A: Germanium B: Silizium C: Gallium-Arsenid	A: Kleinsignaldiode B: Varicap oder Gleichrichterdiode C: Kleinsignaltransistor D: Leistungstransistor E: Punktkontaktdiode F: Hochfrequenztransistor G: Hochfrequenztransistor L: Hochfrequenztransistor R: Spezielle Anwendung S: Schaltdiode oder Schaltransistor T: Thyristor oder Triac U: Hochspannungstransistor X: Siehe B Y: Leistungsdiode Z: Zenerdiode	normalerweise ohne Bedeutung	Seriennummer des Herstellers	Anschlußbelegung (auf die Anschlüsse gesehen)  mit Kennbuchstabe: B: ○ C: ○ E: ○  ohne Kennbuchstabe: E: ○ B: ○ C: ○  Stromverstärkung bei 1 mA Kollektorstrom: A: 40...120 B: 150...460 C: 270...800

Tabelle VII. Das europäische Pro Electron-Kennzeichnungssystem für Transistoren.

# Frühwarn-system

Zwei Lichter  
ersetzen Anzeige



## Albert Gottschlich

Häufig findet man in Geräten der Musikelektronik Übersteuerungsanzeigen in Form einer einzigen LED. Zwar leuchten diese bei Übersteuerung auch zuverlässig auf, lassen einen aber über den sonstigen Zustand des zu überwachenden Nf-Signals im wahrsten Sinne des Wortes im Dunkeln.

In der Praxis erweisen sich solche einäugigen LED-Anzeigen, die vermehrt in Effektgeräten und Mischpulten auftauchen, tatsächlich oft als unzulänglich. So lässt sich mit ihrer Hilfe zum Beispiel kaum feststellen, ob überhaupt ein Nf-Signal am Eingang der überwachten Schaltung anliegt. Man müsste schon den entsprechenden Regler so weit aufdrehen, bis das Signal begrenzt wird, um von der dann aufleuchtenden Anzeige-LED auf die Existenz des Signals zu schließen. Dies ist aber erstens ein umständliches und zweitens in mancher Situation oben-

drein akustisch sehr fragwürdiges Verfahren.

Natürlich lässt sich dieses Problem mit einschlägigen Spezial-ICs, etwa dem U 267 oder dem UAA 170 nebst zugehöriger LED-Batterie, erschlagen, jedoch erscheint diese Lösung zu aufwendig, da zwei LEDs genügen, um ein Signal brauchbar auszuregeln: Eine LED für ausreichend bis guten Signalpegel, die andere für den Übersteuerungseinsatz. Die vorliegende Bauanleitung zeigt, daß der Aufwand zur Realisierung einer entsprechenden Schaltung relativ gering ist. Diese ist

klein, handlich und verursacht auch dann noch keinen starken Spannungsabfall in der Geldbörse, wenn sie zwecks Einbau in ein Mischpult gleich als Kleinserie aufgelegt wird.

Minimalisten werden nach einem kurzen kritischen Blick auf das Schaltbild kopfschüttelnd feststellen, daß sich die ohnehin schon kompakte Schaltung noch weiter vereinfachen läßt, indem man die Treiberstufen mit den Transistoren T1 und T2 ersatzlos streicht und die LEDs direkt vom OpAmp steuern läßt. Dazu werden die LEDs von Pin 7

## Der Autor



Albert Gottschlich, Jahrgang 22, eigenen Angaben zufolge mehr ein musischer Mensch, studierte nach seinem Abitur 1940 zunächst an der technischen Hochschule in Prag. Kurz darauf wurde er jedoch von der deutschen Wehrmacht eingezogen. Nach dem Krieg und einjähriger Gefangenschaft mußte er 1946 als Deutscher die CSSR verlassen. Im gleichen Jahr nahm er sein Studium in Mün-

chen wieder auf und finanzierte es, indem er als Pianist bei einem Theater arbeitete.

Beruflich war Albert Gottschlich als Konstrukteur, Labortechniker und später als Laborleiter vor allen Dingen auf dem Gebiet der Nf-Technik tätig. Nachdem die Firma, bei der er zuletzt arbeitete, infolge der 'Ölkrisen' Konkurs anmelden mußte, machte er sein Hobby kurzentschlossen zum Hauptberuf und wurde Musiker. Versteht sich, daß seine elektronische Ausrüstung als Alleinunterhalter in Eigenarbeit entstand.

des OpAmps über einen gemeinsamen  $680\ \Omega$ -Widerstand antiparallel nach Masse geschaltet. Durch die zusätzlichen Treiberstufen wird die Schaltung jedoch wesentlich flexibler, da diese auch Lämpchen und Relais treiben können. Damit ist der Einsatz der Schaltung als einfaches Noisegate ohne weiteres möglich.

Der erste Teil eines Zweifach-OpAmps wird dazu genutzt, das Eingangssignal mit Hilfe der Dioden D1 und D2 rückwirkungsfrei gleichzurichten. Von dort gelangt die so gewonnene Gleichspannung über D3 zum invertierenden Eingang und über R4, D5, D6 und RV1 zum nichtinvertierenden Eingang des zweiten OpAmps.

Nun lassen in Durchlaßrichtung geschaltete Dioden bekanntlich erst dann einen Strom fließen, wenn an ihren Anschlüssen eine bestimmte Spannung, die Durchlaßspannung  $U_F$ , überschritten wird. Diese Eigenschaft verhindert hier, daß sich ein Spannungsanstieg am Gleichrichterausgang unmittelbar auf die Spannungsverhältnisse am invertierenden Eingang des zweiten OpAmps auswirkt. Solange also die Spannung an der Anode von D3 niedriger als deren Durchlaßspannung ist, können wir diesen Teil der Schaltung getrost vergessen und uns der Beschaltung des nichtinvertierenden Eingangs zuwenden.

Hier verlegen zwar auch zwei Halbleiterübergänge in Form der Dioden D5 und D6 den freien Zutritt, doch liegt deren Durchlaßspannung niedriger als  $U_F$  von D3. Sie dienen dem Zweck, die Ansprechschwelle der Schaltung um einige hundert Millivolt anzuheben. Hat die Spannung am Gleichrichterausgang diese Schwelle überschritten, fließt ein Strom durch RV1 und bewirkt dort einen Spannungsabfall, der ausreicht, den Ausgang des als Komparator geschalteten zweiten OpAmps annähernd das Potential der positiven Speisespannung annehmen zu lassen. In der Folge steuert T1 durch und läßt LED1 leuchten.

Steigt die Spannung am Gleichrichterausgang weiter, so wird irgendwann mal der Punkt erreicht, an dem D3 zu leiten beginnt und ein Anwachsen der Spannung am invertierenden Eingang des Komparators ermöglicht. Damit nun der Komparator zur gegebenen Zeit umkippen kann, muß dafür gesorgt werden, daß die Spannung am in-

vertierenden Eingang die des nichtinvertierenden Eingangs übersteigen kann. Da aber beide Eingänge aus der gleichen Spannungsquelle, nämlich dem Gleichrichter, versorgt werden, muß die Spannung am nichtinvertierenden Eingang ab einer bestimmten Höhe festgehalten werden. Dieses Ausbremsen übernimmt hier D4.

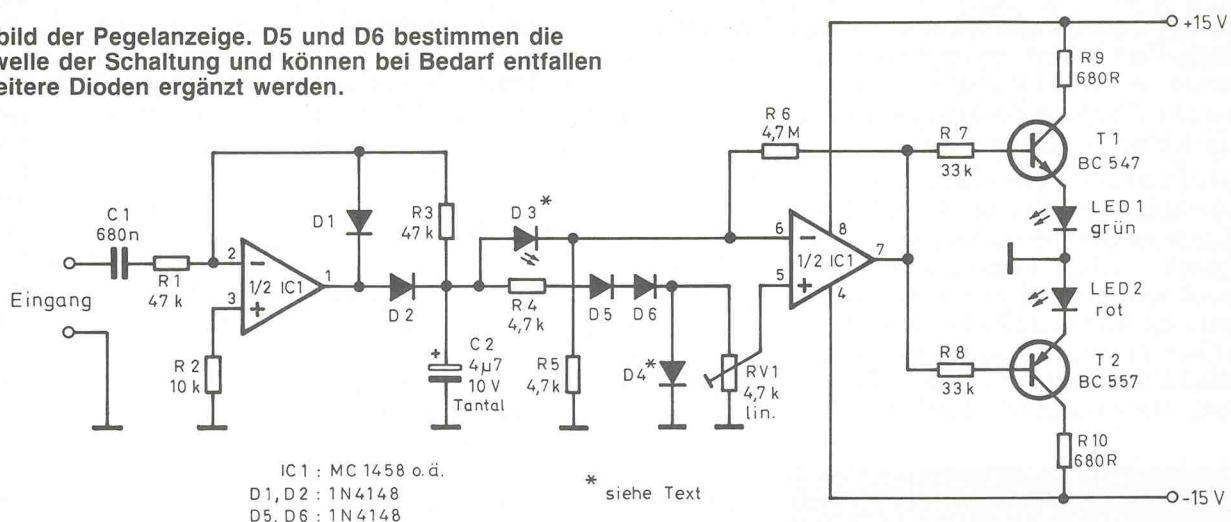
Es zeigt sich also, daß der Kippunkt der Schaltung im wesentlichen durch die Summe der Durchlaßspannungen von D3 und D4 bestimmt wird, während D5 und D6 die Ansprechschwelle festlegen. Mit RV1 kann übrigens die Spannung über D4 bis auf null Volt heruntergeregelt werden, so daß die tatsächliche Kippschwelle innerhalb der durch D3 und D4 vorgegebenen Eckwerte eingestellt werden kann.

**Der Kippunkt der Schaltung wird im wesentlichen durch die Summe der Durchlaßspannungen von D3 und D4 bestimmt, während D5 und D6 die Ansprechschwelle festlegen.**

Hält man sich an die angegebene Dimensionierung, so liegt die untere Ansprechschwelle (grüne LED leuchtet auf) bei ca. 400 mV, während der Übergang von der grünen zur roten LED mit RV1 im Bereich  $\approx 1\text{ V} \dots 1,6\text{ V}$  einstellbar ist. Variiert man die Dioden D3 bis D6, läßt sich die ganze Chose in weiten Grenzen den individuellen Bedürfnissen anpassen. Das Spektrum der hierzu geeigneten Halbleiter reicht von Germanium- und Siliziumdioden über rote, grüne und gelbe LEDs bis hin zu Zenerdioden. Letztere empfehlen sich besonders dort, wo man die Schaltschwellen sehr exakt vorbestimmen und einhalten will, da die übrigen Dioden doch gerade im unteren Bereich ihrer Kennlinie, also bei sehr schwachen Strömen, erhebliche Toleranzen aufweisen. Ein Nachteil dieser Lösung besteht darin, daß gebräuchliche Zenerdioden erst ab Werten über 2 V zu erhalten sind. Man kann allerdings die Verstärkung des ersten OpAmps durch Erhöhen des

## Pegel- und Übersteuerungsanzeige

Bild 1. Schaltbild der Pegelanzeige. D5 und D6 bestimmen die Ansprechschwelle der Schaltung und können bei Bedarf entfallen oder durch weitere Dioden ergänzt werden.



### Stückliste

Widerstände (alle 1/4 W, 5 %)

R1,3	47k
R2	10k
R4,5	4k7
R6	4M7
R7,8	33k
R9,10	680R
RV1	Trimmer 4k7, stehend

Kondensatoren

C1	680n
C2	10µ

Halbleiter

D1,2,5,6	1 N 4148
D3	LED, rot (siehe Text)
D4	1 N 4148 (siehe Text)
LED1	LED 5 mm, grün
LED2	LED 5 mm, rot
T1	BC 547
T2	BC 557
IC1	MC 1458

Rückkopplungswiderstandes R3 erhöhen und damit die ursprüngliche Empfindlichkeit trotz des Einsatzes von Zenerdiode beibehalten. Damit dabei die Zeitkonstante des Gleichrichters nicht verändert wird, sollte gleichzeitig der Wert von C2 um den gleichen Faktor erniedrigt werden, um den R3 erhöht wird.

Beim Aufbau der kleinen Schaltung dürften keine Probleme auftauchen. Für den Zweifach-OpAmp kann man jeden zum MC 1458 pinkompatiblen Typ einsetzen. Falls also in irgendeiner Schublade noch ein TL 082 o.ä. sein Dasein fristet, steht dessen Einbau nichts im Wege.

Die Eingänge liegen auf der Platine etwas eng beieinander, so daß der Einsatz von Lötnägeln eventuell Schwierigkeiten bereiten könnte. Auf jeden Fall sollten hier Nägel mit maximal 1 mmØ benutzt werden.

In den meisten Fällen kann die symmetrische Betriebsspannung dem Gerät entnommen werden, in das die Schaltung eingebaut werden soll. Lediglich bei massenweisem Einbau z.B. in Mischpulsen wird der Stromverbrauch vor allen Dingen durch die LEDs möglicherweise bedenkliche Größenordnungen annehmen.

Woher die Schaltung ihr Nf-Signal bezieht, hängt naturgemäß ganz von der jeweiligen Anwendung ab. Im übrigen ist die Wahl der 'Anzapfstelle' unproblematisch, da der Eingangswiderstand der Schaltung relativ hoch ist und die Quelle kaum belastet. □

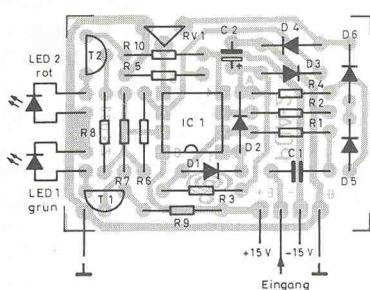


Bild 2. Der Bestückungsplan der Schaltung. Die kompakte Platine dürfte auch in kleinen Gehäusen Platz finden.

# MONATSSPECIAL bei

Lautsprechersysteme

## Focal Kit 200

Supertest in Stereo 986

Komplettbausatz mit Gehäuse in schwarzem Klavierlackfinish

**Angebote :** Wir führen Bausätze aller Markenhersteller, ständig ca. 30! Kombinationen in zwei Studios vorführbereit.

**Versand :** ab 200.- DM frei, In- und Ausland, 24 Std Schnellservice

klein  
aber  
fein

448,- DM

klein aber fein  
TONHALLENSTR 49 4100 DUISBURG 1 TEL. 0203 / 29898

Hifi nur in Hamburg

# open Air P.A.

Inh.: Peter Brager

AKTUELLES auf 100 m VERKAUFSFLÄCHE vorführbereit

PSL 320/400 mit Beschichtung nur DM 389,00

Dolomit II Pyramide kompl. Bausatz incl. Gehäuse 42 cm hoch, DM 235,- Bass 17 cm Ø und Audax HD100

BEWÄHRTE LAUTSPRECHERSYSTEME in 2000 Hamburg 13 · Rentzestr. 34 Tel.: 040/44 58 10

Bitte Katalog anfordern DM 5,- Sofortversand auch ins Ausland. Garantie auf alle Artikel.

Breite Str. 23  
4800 Bielefeld 1  
Tel. (0521) 64 64 60

**klangbau**

Lautsprecher bauen wir!

*** AUS DIESEM HEFT ***	
BAUSÄTZE	
(1) = enthalten Originalbaut., Verschiedenes und Platine.	
(2) = Komplettbausatz, best. aus (1), zusätzlich mit Gehäuse, Knöpfen, Kleinteilen.	
<b>HausTürklingel</b>	im Telefonsound ..... (1) DM 18,75 (2) 24,45
<b>HF-Baukasten</b>	Netzteil mit Trafo ..... (1) DM 48,65 (2) 69,90 NF-Verstärker ..... (1) DM 9,70 (2) 14,50
<b>Midi-to-Drum</b>	komplett mit CPU, Eeprom, Anz. usw. .... (1) DM 88,95
<b>UKW-Freq.-Anzeige</b>	kompl. Bauteiles, incl. Montagemat. u. Frontrahmen ..... (2) 79,00
	<b>Platinen</b>
Zweiklingel ..... DM 2,00	Midi-to-Drum (Satz) ..... DM 25,20
Hf-Baukasten:	UKW-Anzeige (Satz) ..... DM 15,60
Netz..... DM 4,50 NF DM 4,50	
	<b>Spezial</b>
MC 34017-2 ..... DM 7,90	Eeprom 2716 programm. .... DM 24,00
SP 8660 ..... DM 8,30	Ringkehr. 30 V/0,8 A .... DM 45,50
Z80 CPU ..... DM 4,10	HG 1133 G (Ersatztyp) .... DM 2,90
Z80 DART ..... DM 9,95	Quarz 2 MHz (HC 18/U) .... DM 6,35
CNY 17 ..... DM 1,80	Quarz 3,2768 MHz ..... DM 3,65
	Versand per NN ohne Mindestbestellwert: Platinen (z. Zt. keine Original-eigene Platinen)
	STIPPLER-Elektronik Inh. Georg Stippler Postfach 1133 · 8851 Bissingen · Tel. 0 90 05/4 63 (ab 13.00 Uhr)
	*****

**pro audio**  
HiFi-BAUSÄTZE

LAUTSPRECHER-BAUSÄTZE ALLER SPITZEN-HERSTELLER

GROSSES VORFÜHRSTUDIO

PREISGÜNSTIGE MDF-GEHÄUSE

BERECHNUNGEN PER COMPUTER

AB 200,- DM VERSAND FREI

proaudio GmbH  
AM WALL 45  
2800 BREMEN 1  
TEL. (0421) 14874

INFOS GEGEN 3 DM IN BM

**Harbeth Monitor 1**  
Englischer Klangadel zum günstigen Einsteigerpreis

Technische Daten:  
Lautsprecher: 1 Harbeth Polypropylene-Tiefmitteltöner LF 8 MK III, 1 Audax HD 12 x 9 D 25 HR, Fertig-Frequenzweiche, 100 W. Maße: 28 x 88 x 30 cm.  
Bausatz incl. Zubehör und ausführlicher Bauanleitung, Stck. 298,- Gehäuse, MDF, roh, Stck. 259,- Gehäuse lackiert nach Wunsch, Stck. 348,-

**hifisound**  
**lautsprecher**  
**vertrieb**

44 Münster · Jüdefelderstr. 35 · Tel. 0251/47828

# TESTSIEGER

DIREKT  
VOM HERSTELLER





K. Schlenzig / K.-H. Bläsing

### **Elektronik für Einsteiger**

Stuttgart 1986  
Franckh/Kosmos  
Verlagsgruppe  
195 Seiten  
DM 28,—  
ISBN 3-440-05696-1

„Den Lightpen mit dem Lötzgriffel vertauschen“ sollen die Computer-Kids, die zwar Basic können, nicht aber die Basics kennen, die Grundlagen der Elektronik. Die Autoren von ‘Elektronik für Einsteiger’ sehen die Gefahr, daß die jungen Leute von heute mit ihren flotten Spielgefährten — von Atari bis ZX — kein Grundwissen erarbeiten oder es verlieren. „E.T. wird dann niemanden mehr finden, der ihm helfen kann, das Telefon zum Nachhauselefon-



nieren zu bauen“ heißt es im Vorwort.

Um die Kids zum Elektronik-Praktikum zu bewegen, haben sich die Autoren einiges einfallen lassen: sanfter Einstieg in die Grundlagen; leichte, gut lesbare Schreibe; ausführliche Erklärung der Schaltungen und Funktionsgruppen; vollständige Darstellung der Bauanleitungen mit Platinenlayout, Be-

stückungsplan, Foto, Stückliste und Bezugsquellenverzeichnis. Besonders zu erwähnen sind die flotten, herausfordernden Kapitelüberschriften. Und konsequent sind die Autoren ebenfalls: Im Kapitel ‘Mathematik für Faule’ wird der zeitbestimmende Kondensator eines Zeitschalters mit einem Basic-Programm berechnet. Zu dem Programm selbst gibts kaum Erläuterungen: Basic — das kann doch jeder!

fb

### **Schaltungspraxis**

Oszillatoren, Generatoren, Rechen- und Filterschaltungen

Sonderheft Nr. 233  
Franzis-Verlag  
München 1986  
114 Seiten  
DM 19,50  
ISSN 0170-0898

Die in dem Sonderheft vorgestellten Schaltungen sind von großer Anwendungsbreite; sie sind so allgemein gehalten, daß auch Teile komplexerer Strukturen für sich verwendbar sind. Bei allen Schaltungen hat die Industrieerfahrung Pate gestanden. Das Heft ist daher auch eine Fundgrube für den Profi. Die Schaltungen sind klar gegliedert und ausführlich dokumentiert.

Es werden auch spezielle Lösungen angeboten, die nicht zum Schaltungsalltag gehören. Beispiele sind: Exponential-Funktionsgenerator, Phasenschieber mit linearer Kennlinie, ‘sprungfähiges’ Tiefpaßfilter und Frequenzmultiplikation bei konstanter Phasenbeziehung.

Insgesamt gesehen eine gelungene Mischung und sehr empfehlenswert.

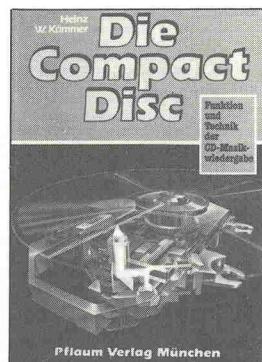
at

### **Die Compact Disc**

München 1987  
Pflaum Verlag  
95 Seiten  
DM 24,50  
ISBN 3-7905-0491-2

Seitdem die CD-Player fast für'n Appel und 'n Ei angeboten werden, besitzen immer mehr Musikliebhaber dieses HiFi-Wiedergabegerät mit den zugehörigen Silberscheiben. Qualität setzt sich halt durch. Man muß zwar nicht über eine technische Vorbildung verfügen, um diese modernen Plattenspieler bedienen zu können — trotzdem ist es doch interessant, einmal einen Blick hinter die Kulissen der CD-Technik zu werfen.

Das vorliegende Buch beschäftigt sich in einer allgemeinverständlichen



Sprache mit der hinter der CD-Scheibe stehenden Technik. Pit für Pit wird der Leser an die CD herangeführt; die beim bloßen Gebrauch der Compact Disc mehr im Hintergrund verbleibende Theorie — Stichworte Sampling, Digitalisierung, Quantisierung, Codierung und Auflösung — wird behutsam erläutert und so auch dem nichttechnischen Leser die der CD-Tech-

nik zugrundeliegende Basis nahegebracht. Den Abschluß des Buches bildet eine ausführliche zahlenmäßige Zusammenfassung CD-spezifischer technischer Daten.

Alles in allem ein sehr empfehlenswertes Buch für alle diejenigen CD-User, die sich nicht nur für die auf der CD abgespeicherten Informationen interessieren, sondern auch etwas über das Wie und Warum der laserabgetasteten Silberscheiben erfahren möchten.

jkb



Telefunken electronic

### **IR-Empfänger- und Senderbauelemente, Laser-Bauelemente**

Heilbronn 1986  
Telefunken electronic  
Datenbuch  
398 Seiten

In diesem Datenbuch hat Telefunken electronic ein umfangreiches Programm an IR-Bauelementen zusammengestellt:

- Foto-PIN-Dioden für Fernbedienung, zur Ankopplung an Glasfasern, für schnelle Detektoren
- Foto-Lawinendioden
- Foto-Dioden für Licht- und Strahlungsmeßtechnik
- Foto-Transistoren für Steuerungen und Treiber
- ICs: Foto-Schmitt-Trigger, Foto-Impulsverstärker
- GaAs-IR-Dioden für allgemeine Anwendungen, Impulsbetrieb (Fernbedienung)
- GaAlAs-IR-Dioden für Impulsbetrieb
- CW-Laser-Dioden
- Laser-Dioden mit kollimierender Optik

Vorangestellt ist ein allgemeines Kapitel, das sich unter anderem mit der Physik der Bauelemente und mit der spezifischen Meßtechnik befaßt.

fb

# 19"-Gehäuse



Stabile Stahlblechausführung, Farbton schwarz, Frontplatte 4 mm Alu Natur, Deckel + Boden abnehmbar. Auf Wunsch mit Chassis oder Lüftungsdeckel.

1 HE/44 mm	Tiefe 250 mm	Typ ST012	49,- DM
2 HE/88 mm	Tiefe 250 mm	Typ ST022	57,- DM
2 HE/88 mm	Tiefe 350 mm	Typ ST023	69,- DM
3 HE/132 mm	Tiefe 250 mm	Typ ST032	69,- DM
3 HE/132 mm	Tiefe 350 mm	Typ ST033	82,- DM
4 HE/176 mm	Tiefe 250 mm	Typ ST042	77,- DM
4 HE/176 mm	Tiefe 350 mm	Typ ST043	89,- DM
5 HE/220 mm	Tiefe 250 mm	Typ ST052	89,- DM
6 HE/264 mm	Tiefe 250 mm	Typ ST062	96,- DM
Chassisblech	Tiefe 250 mm	Typ CA025	12,- DM
Chassisblech	Tiefe 350 mm	Typ CA035	15,- DM

Weiteres Zubehör lieferbar. Kostenloses 19" Info anfordern.

SyMOS + PAM-10  
die Testsieger in  
Stereoplay 9/86  
„Spitzenklasse“

# albs

Die Hi-End-Alternative  
mit dem hörbar besseren Klang  
als bei vielen Geräten, die Sie nicht  
bezahlen können.

Wir fordern auf zum Hörvergleich – testen Sie uns!

Hi-End Module für den Selbstbau Ihrer individuellen HiFi-Anlage.

- Symmetrischer Lineavorverstärker mit 1-Watt-Class-A-Kabelftreiber
- 3stufiger RIAA-Entzerrervorverstärker
- MOS-Fet-Leistungsendstufen von 100 bis fast 1000 Watt Sinus
- Stahlblech- und Acrylglasgehäuse mit allem Zubehör
- Netzteile von 10000 µF bis mehrere 100000 µF
- Ringkerntransformatoren von 150 VA bis 1200 VA
- Aktive Frequenzweichen mit 6 dB bis 24 dB in 2-/3-Weg
- Reichhaltiges Zubehör wie vergoldete Buchsen + Stecker, Kabel, ALPS-Potentiometer, Drehschalter u.v.a.m.

Aufst. Infos EL6 gegen DM 5,- (Rückerkstattung bei Bestellung mit unserer Bestellkarte). Änderungen sind vorbehalten. Nur gegen Nachnahme oder Vorkasse.

**albs-Alltronic**

B. Schmidt · Max-Eyth-Straße 1 (Industriegebiet)  
7136 Otisheim · Tel. 07041/2747 · Tx. 7263 738 als

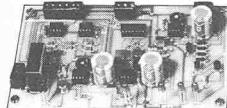
**„SICHERHEIT“  
im Selbstbau!**

Sirene 12 Volt  
wetterfest  
DM 57,-

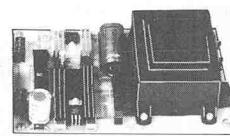


Blitz-Signalleuchte  
mit Xenon-Röhre  
12 Volt DM 134,85

Alarmanlage (überwacht Alarmkontakte aller Art) Bausatz: DM 59,-  
Fertigbaustein: DM 84,-



Netzteil mit Ladeerhaltungsschaltung  
dazu passend [schaltet automatisch  
auf Notstromversorgung durch]  
Akku um] Bausatz: DM 79,-  
Fertigbaustein: DM 99,-



Akku 12 Volt / 1,9 AH (sichert den Be-  
trieb ca. 24 Std.) DM 59,95

Als Zubehör bieten wir an:	
Radar-Bewegungsmelder	DM 211,60
Infrarot-Lichtschranke	
Bausatz:	DM 89,90
Fertigbaustein:	DM 114,-
HF-Glasbruchmelder	DM 62,50
Tür+ Fensterkontakte Paar	DM 5,90
Rüttelkontakt	DM 8,80
Schlüsselschalter (1x Um)	DM 19,90
Olusive Sirenen	ab DM 28,-
Rundkabel 2adrig p.mtr.	DM 0,85

Einsatz: Hausalarmanlage, Campingmobil, Gartenlaube, komfortable Auto-Alarmanlage (Betrieb mit 12 Volt)

Einfachste Montage! durch Anschluß über Lüsterklemmen.

Bitte Listen anfordern - Versand per Nachnahme - ab DM 150,- Porto- und verpackungsfrei!

**Pöschmann**  
Elektronische Bauelemente

Friesenplatz 13 S Köln 1  
Telefon (0221) 231873

**GEHÄUSE FÜR ELRAD MODULAR VORVERSTÄRKER**, komplett mit allen Ausbrüchen, Material Stahlblech mit Alu-Front 99,- DM

**GEHÄUSE FÜR NDFL VERSTÄRKER**, komplett bedruckt und gebohrt

79,- DM

**19"-Gehäuse für Parametrischen EQ**

(Heft 12), bedruckt + gebohrt

79,- DM

Alle Frontplatten auch einzeln lieferbar.

Gehäuse- und Frontplattenfertigung nach Kundenwunsch sind unsere Spezialität. Wir garantieren schnellste Bearbeitung zum interessanten Preis. Warenversand per NN, Händleranfragen erwünscht.

**A/S-Beschallungstechnik, 5840 Schwerte**

**Siegel + Heinings GbR**

**Gewerbegebiet Schwerte Ost, Hasencleverweg 15**

Ruf: 02304/44373, Tlx 8227629 as d

## elrad-Einzelheft-Bestellung

Ältere elrad-Ausgaben können Sie direkt beim Verlag nachbestellen.

Preis je Heft: Jahrgang '83 DM 4,50; Jahrg. '84/85 DM 5,-; Jahrg. '86 DM 5,50; Jahrg. '87 DM 6,-.

Gebühr für Porto und Verpackung: 1 Heft DM 1,50 (ergibt für: Jahrgang '82 = DM 5,50; Jahrg. '83 = DM 6,-; Jahrg. '84/85 = DM 6,50; Jahrg. '86 = DM 7,00); 2 Hefte DM 2,-; 3 bis 6 Hefte DM 3,-; ab 7 Hefte DM 5,-.

Folgende elrad-Ausgaben sind vergriffen: 11/77, 1-12/78, 1-12/79, 1-12/80, 1-12/81, 1-12/82, 1/83, 5/83, 12/83, 1-3/84, 8-10/84, 3-5/85, 11/85, 1/86, elrad-Special 1, 2, 3 und 4, elrad-Extra 1 und 2.

**Bestellungen sind nur gegen Vorauszahlung möglich.**

Bitte überweisen Sie den entsprechenden Betrag auf eines unserer Konten, oder fügen Sie Ihrer Bestellung einen Verrechnungsscheck bei.

Kt.-Nr.: 9305-308, Postgiroamt Hannover

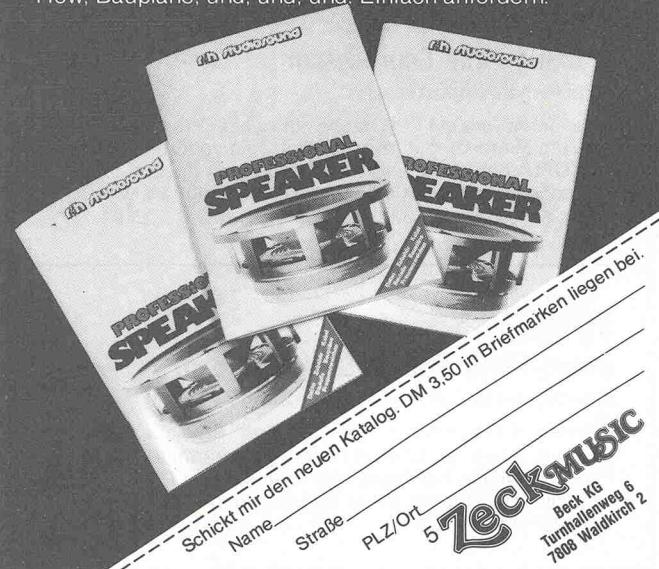
Kt.-Nr.: 000-019968, Kreissparkasse Hannover (BLZ 250 502 99)

elrad-Versand, Verlag Heinz Heise GmbH, Postfach 610407, 3000 Hannover 61

**HEISE**

## Professionelle Boxen und Cases selbstbauen

Wer sich seine Boxen oder Cases selbst baut, kann eine Menge Geld sparen. Hochwertige Bauteile und Sorgfalt bei Planung und Bau garantieren ein ausgezeichnetes Ergebnis. Der neue Katalog 'Professional Speaker' enthält alles, was man zum Bau von guten Boxen und Cases braucht von der kleinsten Ecke bis zum 18" Speaker. Und dazu auf über 80 Seiten eine Menge Information, Know-How, Baupläne, und, und, und. Einfach anfordern.





## APPC

### Advanced Program-to-program Communication

(Fortschrittliche Kommunikation zwischen Programmen)

Von der IBM wurden zur Erweiterung des Großrechner-Netzes SNA (s. dort) Systemteile entwickelt, mit deren Hilfe PCs und Großrechner miteinander kommunizieren können. APPC stellt die Protokolle für die Kommunikation zwischen gleichen Systemen zur Verfügung, die das Fundament für SNADS darstellen. Zugehörige Teile: DCA, DIA, SNADS.

## CSPDN

### Circuit-Switching PDN

(Leitungsvermitteltes Öffentliches Datennetz)

Öffentliche Datennetze (PDNs, s. dort) arbeiten entweder 'paketvermittelt' (s. PSPDN) oder 'leitungsvermittelt'. Für den letzten Fall wird die Abkürzung CSPDN verwendet.

## DCA

### Document Contents Architecture

(Architektur für Schriftstück-Inhalte)

Von der IBM wurden zur Erweiterung des Großrechner-Netzes SNA (s. dort) Systemteile entwickelt, mit deren Hilfe PCs und Großrechner miteinander kommunizieren können. DCA legt fest, wie ein Schriftstück aus einem Rechner zu interpretieren ist (z.B. Seite, Absatz, Kopf-, Fußzeile, Schriftart). Zugehörige Teile: DIA, SNADS, APPC.

## DIA

### Document Interchange Architecture

(Architektur für den Schriftstück-Austausch)

Von der IBM wurden zur Erweiterung des Großrechner-Netzes SNA (s. dort) Systemteile entwickelt, mit deren Hilfe PCs und Großrechner miteinander kommunizieren können. DIA enthält Regeln für Bibliotheks- und Verteilungsdienste, definiert mithin, wie Schriftstücke abgelegt, gesucht, aufgerufen und verteilt werden. Zugehörige Teile: DCA, SNADS, APPC.

## FPC

### Floating-Point-Coprocessor

(Fließkomma-Koprozessor)

Bezeichnet wird mit FPC häufig ein zweiter Prozessor, der in den meisten Mikrocomputern zusätzlich zum zentralen Mikroprozessor (CPU) betrieben werden kann und mit dessen Hilfe mathematische Operationen erheblich beschleunigt werden. Typische Beispiele: 8087, 80287, 80387, 68881, 32081, 72191.

## IPSS

### International Packet Switch Stream

(Internationaler paketvermittelter Strom)

Öffentliche Datennetze (PDNs, s. dort) arbeiten entweder 'leitungsvermittelt' (s. CSPDN) oder 'paketvermittelt' (s. PSPDN). Für den zweiten Fall haben die 'Dienste' der Postverwaltungen verschiedene Namen, in der Bundesrepublik Datex-P international, manchmal IPSS.

## PSPDN

### Packet-Switching PDN

(Paketvermitteltes Öffentliches Datennetz)

Öffentliche Datennetze (PDNs, s. dort) arbeiten entweder 'leitungsvermittelt' (s. CSPDN) oder 'paketvermittelt'. Für den letzten Fall wird die Abkürzung PSPDN verwendet.

## PSS

### Packet-Switch Stream

(Paketvermittelter Strom)

Öffentliche Datennetze (PDNs, s. dort) arbeiten entweder 'leitungsvermittelt' (s. CSPDN) oder 'paketvermittelt' (s. PSPDN). Für den zweiten Fall haben die 'Dienste' der Postverwaltungen verschiedene Namen, in der Bundesrepublik Datex-P, in Großbritannien PSS.

## ROS

### Robot Optical Sensor

(Optischer Roboter-Sensor)

Handhabungsautomaten oder Industrieroboter können nicht nur programmierte Bewegungsabläufe ausführen oder die Umgebung mit z. B. mechanischen, Infrarot- oder Ultraschallsensoren abtasten. Mit Hilfe optischer Sensoren können sie auch Gegenstände erkennen (aufnehmen) und mit gespeicherten Mustern vergleichen. Diese Sensoren sind i. a. Halbleiterkameras.

## SNADS

### SNA Distribution Services

(SNA-Verteilungsdienste)

Von der IBM wurden zur Erweiterung des Großrechner-Netzes SNA (s. dort) Systemteile entwickelt, mit deren Hilfe PCs und Großrechner miteinander kommunizieren können. SNADS steuert die Verteilung von Informationen zwischen Systemen im Netzwerk mit vielen Knoten. Zugehörige Teile: DCA, DIA, APPC.

## VSP

### Vector Signal Processor

(Vektor-Signalprozessor)

In vielen Fällen wird der zentrale Mikroprozessor (CPU) durch einen speziellen Koprozessor ergänzt, der mathematische Verarbeitungen beschleunigen kann. Z. B. beherrscht ein FPC (s. dort) Fließkommaoperationen. Eine hochwertige Spezialversion ist für z. B. trigonometrische und Matrixoperationen geeignet und kann Korrelationen sowie FFT (s. dort) erledigen. Dieser heißt dann auch VSP.

## ZIP

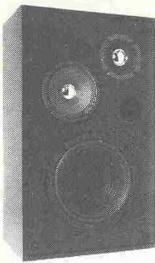
### Zig-zag In-line Package

(Zickzack-Reihenbauart)

Bezeichnung für eine Chip-Bauart, bei der die Anschlußstifte zickzackförmig an einer Längskante (Schmalseite) angeordnet sind. So können die Chips 'hochkant' montiert werden, wodurch z. B. auf einer Platine etwa die doppelte Anzahl von Speicherbausteinen untergebracht werden kann.

# SUPER-SOUND ZUM WAHNSINNSPREIS

SAKAI Spitzen Hi-Fi Lautsprecherboxen zum absoluten Superpreis



## SAKAI TS 1300, 130 Watt

85 W sinus, 25–25 000 Hz, 3 Wege, Baßreflex, 8 Ohm.  
Bestückung: CD-fest, 1 x 210 mm TT, 1 x 130 mm MT, 1 x 100 mm HT.  
Gehäuse schwarz, 520 x 300 x 210 mm, abnehmbare Frontbespannung.

### 3 Jahre Garantie!

(248,-\*) ..... 99,90



## SAKAI TS 2000, 200 Watt

120 W sinus, 20–25 000 Hz, 8 Ohm, 4 Wege, 5 Systeme, Baßreflex.  
Bestückung: CD-fest, 1 x 280 mm TT, 1 x 125 mm MT, 2 x 100 mm HT mit Alukalotte.  
Gehäuse schwarz, 550 x 310 x 240 mm, abnehmbare Frontbespannung

### 3 Jahre Garantie!

(448,-\*) ..... 199,90



## SAKAI TS 3000, 300 Watt

180 W sinus, 20–30 000 Hz, 8 Ohm, 4 Wege, 5 Systeme, Baßreflex.  
Bestückung: CD-fest, 1 x 280 mm TT, 1 x 210 mm MT, 1 x 125 mm MT, 2 x 100 mm HT mit Alukalotte.  
Gehäuse schwarz, 800 x 360 x 310 mm, abnehmbare Frontbespannung

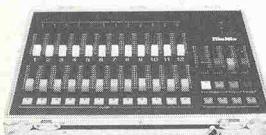
### 3 Jahre Garantie!

(648,-\*) ..... 299,90

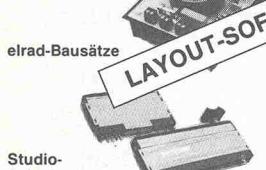
Alle Geräte originalverpackt mit voller Garantie. Unfrei per Nachnahme. Preise pro Stück. (\* unverbindliche Preisempfehlung des Importeurs)

**Hi-Fi STUDIO „K“ GmbH & Co. KG** · Rinteln — Detmold — Hameln · Bestellungen: 4970 Bad Oeynhausen, Postfach 10 06 34, Koblenzer Str. 10, Tel. 05731/8 2051

## SOUNDLIGHT



Bühnen-lichtanlagen



elrad-Bausätze



### LAYOUT-SOFTWARE BITTE ANFRAGEN

## Bühnenelektronik

### ● LICHTANLAGEN

Pulte und Leistungsdimmer komplett oder als Pultatz, alle Einzelteile lieferbar

### ● SPEZIAL

Technikmaterial  
prof. Audio-Fader  
19" Gehäuse POWERBOX  
1 HE—4 HE, auch mit Kühlprofil

Sonderliste gegen Freiumschlag  
DIN A5 (mit 1,30 DM frankiert) von:

**SOUNDLIGHT** Dipl.-Ing. E. Steffens  
Am Lindenhofe 37b  
3000 Hannover 81 · Tel. 05 11/83 24 21

## NEU

Der neue **Mini-Katalog**  
im Format A 7 mit  
**Händler-Nachweisliste**  
ist da!

Für **Endverbraucher**  
und **Händler**.

Bitte schnellstens  
anfordern (kostenlos)!



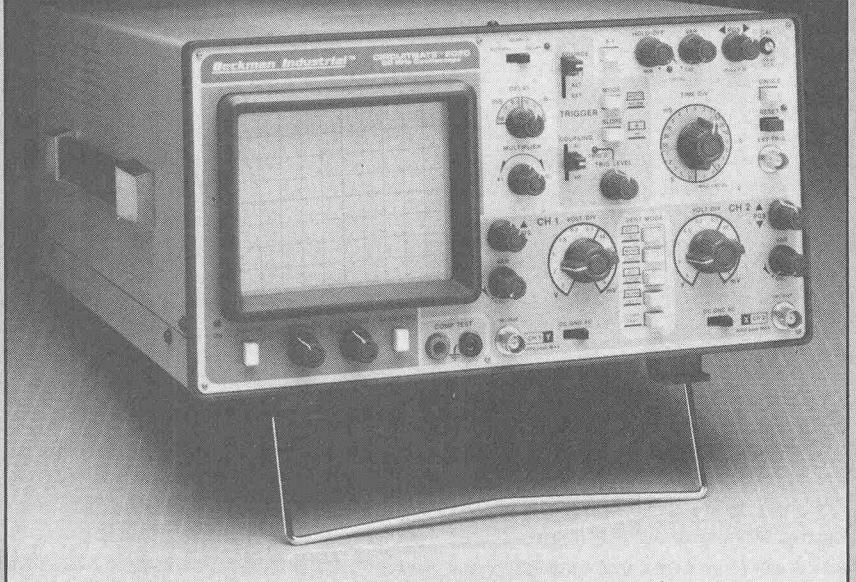
Optoelektron. Steuergeräte  
Postfach 16  
D-7929 Gerstetten  
Telefon (0 73 23) 66 24

**Beckman Industrial™** präsentiert

## Das 9020 Oszilloskop für den Service

- 20 MHz Bandbreite
- 2 Kanäle
- Zeitverzögerung
- "Hold-off"-Zeit
- Bauteiletester
- Strahlsucher
- X-Y Darstellung
- 0,1 mV/div Empfindlichkeit
- inkl. 2 Tastköpfe x1/x10
- 12 Monate Garantie

**QUALITÄT von:**



Beckman Industrial Components GmbH,  
Frankfurter Ring 115, 8 München 40, Tel.: 089-3887-208/213/239

# Hybrids — a technology far from dying

**hybrids** ['haibrɪds] Hybridschaltungen (**hybrid** sonst: Misch...)  
**far from dying** weit davon entfernt auszusterben

Hybrid circuits are somewhat of an anomaly in electronic technology. They have never become the packaging panacea predicted by some early devotees, yet they prove themselves time and time again in important electronics applications. In many ways, they are pillars of the industry, tackling problems seemingly unsolvable by other packaging or circuit technologies.

Through the years hybrid techniques have stayed several steps ahead of monolithic technology. Now even digital circuits are enjoying the packing densities of hybrids; RAM modules, for example, are squeezing megabits into small packages.

Unless one follows the field closely, one might think that hybrid technology offers little in the way of innovation or advances. However, one should put that notion to rest. Line widths have shrunk substantially, and the stability and accuracy of both thin- and thick-film resistors are on a steady climb. In addition, surface mounting is raising packing density while lowering costs. And although hybrids used to be more cost-effective than monolithics for only, say, tens of thousands of circuits, they now are competing with monolithics at larger and larger production levels.

Far from fading away, hybrid circuits seem to be more firmly entrenched than ever before. Smart board and system designers owe it to themselves to stay abreast of developments in this packaging area. For the right problems, hybrid circuits are simply too good a solution to be overlooked.

(Source: 'Electronic Design', N.J./USA)

**circuits** ['sə:kɪts] ...schaltungen, ...schaltkreise  
**somewhat of an anomaly** [ə'nəməli] irgendwie etwas Ungewöhnliches  
**packaging panacea** [pænə'si:ə] Bestückungs-Allheilmittel (**packaging** sonst auch: Unterbringung, Einbau; **package** Gehäuse)  
**predicted by some early devotees** [devou'ti:s] wie es von einigen früheren Anhängern vorausgesagt wurde  
**prove themselves time and time again** beweisen sie sich immer wieder in many ways in vieler Hinsicht  
**pillars** Stützen (sonst auch: Säulen)  
**tackling problems seemingly unsolvable** meistern scheinbar unlösbare Probleme

**through the years** über Jahre hinweg  
**have stayed several steps ahead of monolithic technology** blieben der monolithischen Technik immer einige Schritte voraus  
**are enjoying the packing densities** genießen die Packungsdichten  
**RAM (= random access memory)** Speicher mit wahlfreiem Zugriff  
**squeezing** quetschen

**follows the field closely** verfolgt das Gebiet aufmerksam  
**offers little in the way of innovation or advances** bietet wenig hinsichtlich Neuerungen oder Fortschritten  
**put that notion to rest** diese Vorstellung nicht weiter verfolgen (**notion** auch: Ansicht, Idee; **to put to rest** auch: stilllegen)  
**have shrunk substantially** sind beträchtlich geschrumpft  
**stability and accuracy** ['ækjurəsi] Stabilität und Genauigkeit  
**on a steady climb** [klaim] stetig im Steigen  
**surface mounting is raising** ... Oberflächenbefestigung steigt ...  
**although** [ɔ:l'dou] obgleich  
**used to be more cost-effective** waren gewöhnlich kostengünstiger  
**say, tens of thousands of circuits** rund Zehntausende von Schaltungen  
**competing** liegen im Wettstreit (auch: konkurrieren)  
**at larger and larger production levels** bei immer größeren Produktionsmengen (level auch: Stufe, Niveau)

**far from fading away** weit davon entfernt zu verschwinden (**to fade away** auch: verblassen)  
**more firmly entrenched** fester verwurzelt (**entrenched** sonst: festgesetzt, eingegraben; **trench** Graben)  
**owe it to themselves** sind es sich selbst schuldig  
**to stay abreast of developments** mit Entwicklungen Schritt zu halten (to be abreast sonst: auf gleicher Höhe sein)  
**too good a solution to be overlooked** eine zu gute Lösung, um übersehen zu werden

## Definitions Definitionen

**Hybrid circuit** Hybrid-Schaltkreis  
A hybrid circuit is a circuit which uses several distinct technologies (bei dem mehrere, ausgeprägte Techniken angewendet werden), for instance, valve and transistor technology (zum Beispiel Röhren- und Transistortechnik).

**Hybrid integrated circuit** Integrierter Hybrid-Schaltkreis  
A hybrid integrated circuit or hybrid microcircuit (oder Hybrid-Mikroschaltkreis) is an integrated circuit assembly (integrierte Schaltkreiszusammensetzung)

which uses several distinct technologies, especially a mixture of semiconductor device technology and film technology (im speziellen eine Mischung von Halbleiterelemente- und Schichttechnik).

**Hybrid component** Hybrides Bauelement

A hybrid component is a component which is bonded to a film circuit (das mit einer Schichtschaltung verbunden ist) in order to complete an electrical circuit (um einen elektrischen Schaltkreis zu vervollständigen); e. g., a semiconductor flip-chip bonded to a thick-film circuit (z. B. ein Halbleiter-Flip-Chip, der mit einer Dickschichtschaltung verbunden ist).

**Hybrid integration** Hybridintegration  
Hybrid integration is the use of proven techniques and available components (ist die Anwendung bewährter Verfahren und verfügbarer Bauelemente) to build subsystems with high packing densities and reliability (zur Anfertigung von Teilsystemen mit hoher Packungsdichte und von hoher Zuverlässigkeit) as, for example, monolithic integrated circuits used with thick-film passive components and added discrete components like inductors (wie beispielsweise monolithische, integrierte Schaltkreise, die zusammen mit passiven Bauelementen in Dickschichttechnik und zusätzlichen diskreten Bauelementen wie Induktoren benutzt werden).

## Extend your vocabulary

### Erweitern Sie Ihren Wortschatz

#### Text example

Hybrid circuits are something of an anomaly.

Hybrid circuits have many devotees.

Hybrid circuits will not fade away.

#### Expressions with similar meaning

They are a little unusual, extraordinary, abnormal, untypical, unconventional, peculiar.

They have many followers, supporters, defenders.

They will not disappear, cease to exist, lose their significance, sink into oblivion.

#### Ausdrücke mit ähnlicher Bedeutung

Sie sind etwas ungewöhnlich, außergewöhnlich, abnormal, untypisch, unkonventionell, absonderlich.

Sie haben viele Anhänger, Unterstützer, Verfechter.

Sie werden nicht verschwinden, aufhören zu existieren, ihre Bedeutung verlieren, in Vergessenheit geraten.



Fig. 1 — Assembling hybrid components to a thin-film circuit  
Bestückung einer Dünnschichtschaltung mit Hybrid-Bauelementen  
(a Brown Boveri photograph)

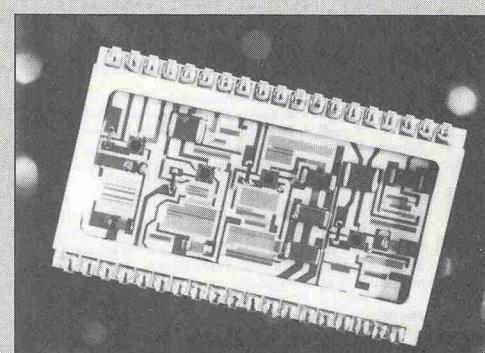


Fig. 2 — Hybrid integrated circuit  
integrierter Hybridschaltkreis  
(a Brown Boveri photograph)

## Original-elrad-Bausätze

550 PA MOS FET incl. Platine/Kühlerkörper	DM 388,10
550 PA Kontroller incl. Platine	DM 78,90
300 PA incl. Platine/Kühlerkörper	DM 165,80
150 PA MOS FET incl. Platine	DM 155,80
100 W MOS FET HIFI	DM 105,00
20 W Class A MOS FET incl. Print	DM 148,60
60 W Class A	DM 155,10
140 W Bühnenverstärker incl. Gehäuse	DM 140,00
Kompressor/Begrenzer	DM 46,80
Ak. Lautsprechersicherung	DM 28,50
Einschaltstrombegrenzer Trafo (Modul)	DM 26,50
Korrelationsgradmesser	DM 25,00
Parametrischer Equalizer 12/85 incl. Platine	DM 189,90
Modul Gehäuse Para.-Equalizer 12/85	DM 85,00
Noise Gate	DM 10,00
19" 1HE Gehäuse Noise Gate	DM 85,00
Digital Hall incl. Platine	DM 596,00
Digital Hall Erweiterungsplatine incl. Platine	DM 254,00
Digitales Schlagzeug PLANET mit Trafo	DM 178,00
Digitales Schlagzeug VOICE incl. Platine	DM 95,50
Digital-Sampler incl. Platine	DM 199,00
Midi-Routine Haupt-Platine	DM 95,75
Midi-Routine Realsynthesizer	DM 56,00
Lautsprecher-Schutzschaltung 4/87	DM 80,70

Modular-Vorverstärker / ILLU-Mix / ELMIX  
Bausatz-Teile-Listen gegen Rückporto DM 1,60

## Bauelemente

2 SK 134 hitac	DM 17,90	MJ 802	DM 10,30
2 SK 135 hitac	DM 17,90	MJ 4502	DM 10,30
2 SJ 49 hitac	DM 17,90	MJ 15003	DM 15,00
2 SJ 50 hitac	DM 17,90	MJ 15004	DM 15,80
Eiko-Becher 1000V/800V (Schraubanschluß)	DM 27,00		
SK 85/100 se 0,4W/10V Kühlerkörper	DM 32,80		
SK 53/200 al Kühlerkörper 550 PA	DM 32,50		
Sinusgenerator 0,001%	DM 139,90		
OSZI-Speichervorsatz incl. Platine	DM 130,90		
Prä-Funktionsgenerator Basis	DM 125,90		
Endstufe	DM 19,85		
Netzteil	DM 50,00		
Netzteil — 260 V/2 A Gehäuse/Meßwerke	DM 514,00		
Netzteil 0—40 V/5 A incl. Platine/Digitalmeßwerk LED	DM 240,00		
1/3 Oktav Equalizer incl. Platine	DM 258,00		
19"-Gehäuse 1/3 Oktav Equalizer	DM 150,90		
Ringkern-Transformatoren inkl. Befestigungsmaterial			
80 VA 2x12, 2x15, 2x20, 2x24, 2x30, 2x36	DM 54,00		
120 VA 2x12, 2x15, 2x20, 2x24, 2x30, 2x36	DM 58,20		
170 VA 2x12, 2x15, 2x20, 2x24, 2x30, 2x36	DM 64,80		
250 VA 2x15, 2x18, 2x24, 2x30, 2x36	DM 74,60		
340 VA 2x18, 2x24, 2x30, 2x36	DM 81,20		
VA 2x30, 2x36, 2x47, 2x50, 2x54	DM 123,00		
700 VA 2x30, 2x36, 2x47, 2x50, 2x60	DM 148,00		

## Aktuell

19"-Voll-Einschub-Gehäuse DIN 41494	
für Verstärker/Equalizer usw. Frontplatte 4 mm	
natur oder schwarz, stabile Konstruktion, ge-	
schlossene Ausführung, Belüftungsbleche gegen	
Aufpreis.	
Tiefe 255 mm, 1,3 mm Stahlblech.	
Höhe: 1 HE 44 mm	DM 52,00
Höhe: 2 HE 88 mm	DM 61,00
Höhe: 3 HE 132,5 mm	DM 74,80
Höhe: 4 HE 177 mm	DM 85,50
Höhe: 5 HE 221,5 mm	DM 94,80
Höhe: 6 HE 266 mm	DM 99,10



MIDI to DRUM mit Eprom	DM 138,40
UKW-Frequenzmesser	DM 248,00
HF-BAUKASTEN	DM 53,90
Netzteil incl. Ringkern/Platine	DM 11,95
NF-Versetzer	

Aktive Frequenzweiche mit Phasenkorrektur (ohne Platine) DM 95,40

Röhren-Kopfhörerstärker 6/84 DM 248,00

Röhren-Kopfhörerstärker 11/85 DM 282,00

MC-Röhrenverstärker DM 158,00

Röhrenverstärker 10/86 inkl. Gehäuse, Platine DM 478,00

RÖH 2 inkl. Gehäuse, Platine DM 966,00

Ausgangsübertrager Röh 2 DM 117,00

Netztrafo Röh 2 DM 79,00

Versand per NN. Bausätze lt. Stückliste plus IC-Fassung. Nicht enthalten Platine/Gehäuse/Bau-

leitung. Beachten Sie bitte auch unsere vorherigen Anzeigen. Kein Original-elrad-Platine.

## KARL-HEINZ MÜLLER - ELEKTROTECHNISCHE ANLAGEN

Oppenwehe 131 · Telefon 05773/1663 · 4995 Stemwede 3

## Aktuell '87

	Spannungsregler	L 200	2,20	LM 317 T	1,80	LM 323 K	6,20
Lineare IC's							
709 D/T	1,20	LM 3909 N	2,85	LM 309 K	4,10	LM 317 K	4,00
723 D	1,05	LM 3911 N	4,70	75 S xx	1,70	XR 4195	3,10
723 T	1,50	LM 3912 N	1,05	75 S xx	0,90	78 T xx	3,00
741 D	1,35	LM 13600/13700	3,40	C-MOS IC's			
741 MD	0,70	M 755	13,70	0,000 0,55	4020 1,25	4044 1,20	4060 1,25
CA 3046 E	1,45	MC 1458	0,85	4001 0,55	4023 0,55	4046 0,55	4121 0,55
CA 3048 E/T	2,70	MC 1459	1,25	4002 0,55	4024 0,55	4047 0,55	4158 0,55
CA 3086	1,85	MK 50240 N	3,10	4013 0,85	4028 1,05	4050 0,85	4071 0,85
CA 3130 E	2,85	MK 50395 N	39,30	4015 1,25	4029 1,25	4051 1,25	4081 0,55
CA 3130 T	3,75	MK 50399 N	33,80	4016 0,85	4030 0,85	4052 1,25	4093 0,85
CA 3140 E	2,75	MK 50420 N	31,90	4017 1,20	4040 0,85	4053 1,25	4098 1,30
CA 3160 E	2,89	MK 50422 N	26,50	4018 0,85	4031 0,85	4054 1,25	4105 0,95
CA 3160 T	3,50	MAG 232C	16,50	74 LS... Low-Power-Schottky			
CA 3161 E	3,00	NE 555	0,75	00 0,42	27 0,42	85 0,78	136 0,42
CA 3161 E	3,00	NE 558	1,25	02 0,42	28 0,52	86 0,52	134 0,42
CA 3162 E	12,40	NE 592	2,05	04 0,42	30 0,42	90 1,20	139 0,78
CA 3240 E	3,80	NE 5532 AN	4,50	05 0,42	32 0,42	93 0,20	137 0,50
ICL 7007/07	1,00	NE 5532 AN	3,50	06 0,42	32 0,42	92 0,20	136 0,30
ICL 7106 R	13,00	RC 4136	2,10	10 0,42	47 1,75	123 1,40	157 0,78
ICL 7109	37,90	RC 4151	2,55	13 0,42	51 0,42	125 0,78	158 0,78
ICL 7116/17	13,00	S 566 B	7,40	14 0,52	73 0,85	126 0,78	163 1,58
ICL 7126	14,40	SAB 0500	5,80	20 0,42	74 0,85	132 0,52	173 0,35
ICL 7135	39,80	SCH 0442 P	3,95	20 0,42	75 0,80	133 0,52	174 0,78
ICL 7650	14,00	TBA 440	1,50	120 Komplette Linie	— Liste anfordern		
ICL 7660	6,30	TCA 965	3,80	3,70	74 HC... High Speed C-MOS		
ICL 8083	13,10	TDA 2002	1,90	04 0,65	32 0,65	86 0,95	138 1,20
ICL 8094	7,00	TDA 2003	1,00	04 0,65	74 0,95	132 1,10	139 1,10
ICL 8094/112	10,50	TDA 2005	6,15	Orgele-Bauteile			
ICM 7038	10,50	TDA 2005	2,95	M 082	16,20	55,50	M 208
ICM 7045	56,50	TDA 2030	1,40	M 088	16,50	55,50	M 255
ICM 7207 A	23,30	TL 061	1,40	M 088	16,50	M 109	45,10
ICM 7218 A	11,80	TL 062	1,50	M 088	16,50	M 110	45,10
ICM 7218 B	9,50	TL 074	2,05	MC 200 Computer-Auflösung	4,15	M271645	7,80
ICM 7219 D	85,50	TL 074	2,05	ZB0A/CTC/PIO	4,75	M272345	8,70
ICM 7219 D	85,50	TL 081	1,10	ZB0A/CTC/PIO	4,75	M272445	8,70
ICM 7219 A	28,40	TL 081	1,10	ZB0A/CTC/PIO	4,75	M272545	8,70
ICM 7217 I	31,50	TL 081	1,95	ZB0A/CTC/PIO	4,75	M272825	7,90
ICM 7224 I	42,10	TMC 1000	12,90	ZB0B/CPU	6,90	M272525	12,00
ICM 7228 B	16,00	TMC 1000	1,50	ZB0B/CPU	7,50	M272622	24,00
ICM 7555	94,00	TIC 226 D	2,05	M2102A-4	5,00	M1464-15	2,85
ICM 7555	2,00	UZA 170/180	4,00	M2114-20	5,00	M1464-15	2,85
ICM 7555 I	4,50	ULN 2003/2/3	1,20	M1464-25	12,50	M1464-25	10,90
KTY 10	1,85	ULN 2003	3,35	Opto-Elektronik			
L 298	1,20	XR 200	17,00	HD 107 A/C	0,40	BC 337 A-C	0,20
L 297	11,00	XR 210	12,20	BC 108 B/C	0,40	BC 516/17	0,20
L 298	17,30	XR 2206	9,00	BC 109 B/C	0,40	BC 517/18	0,13
L 4810/1 4885	4,55	XR 2211	9,60	BC 140/141	0,60	BC 547 B/C	0,13
L 4810/2 4885	1,55	XR 2240	4,10	BC 160/161	0,65	BC 548 B/C	0,13
L 4810/3 4885	2,00	XR 2250	4,10	BC 177 A/C	0,40	BC 549 B/C	0,13
L 4810/4 4885	15,95	XR 2280	9,20	BC 237 B/C	0,15	BC 550 B/C	0,18
L 352	9,90	ZN 404	1,55	BC 238 B/C	0,15	BC 551 B/C	0,18
LM 301 AN	1,20	ZN 409/419	4,00	BC 239 B/C	0,15	BC 557 B	0,13
LM 308 N	1,30	ZN 414	2,35	BC 307 B/C	0,15	BC 558 B/C	0,13
LM 311 N	1,05	ZN 416 E	4,50	BC 308 B/C	0,15	MJ 2955	1,85
LM 326 Z	3,00	ZN 424 E	3,80	Opto-Elektronik			
LM 336 Z	2,35	ZN 424 P	2,30	HD 107 R	1,20	MAN 72	2,20
LM 339 N	1,00	ZN 425	11,75	HD 120 R	1,90	MAN 74	2,50
LM 356 N	0,90	ZN 426	7,75	HP 750	4,30	ILO 365	3,20
LM 388 N	3,20	ZN 427	23,80	HP 760	4,10	TIL 111	1,65
LM 388 N	2,60	ZN 428	19,10	IC-Fasungen (Preis 10 St.)			
LM 387 N	3,25	ZN 458	2,35	6-polig 1,14 (1,20)	18-polig 0,30 (2,80)	22-polig 0,40 (3,80)	
LM 565 CN	2,75	ZN 1040 E	27,60	6-polig 0,95 (3,30)	18-polig 0,50 (5,50)	24-polig 0,70 (6,50)	
LM 566 CN	3,95	ZN 1066 E	16,50	28-polig 0,25 (3,20)	20-polig 0,37 (3,50)	40-polig 0,70 (6,50)	
LM 567 CN	1,85	ZN 1082 E	20,10	Quarze von 0,032768-24, 576 MHz Cermi-Spindeltrimmer 19 mm			
LM 1889 N	10,30	ZNA 234 E	28,80	von R 2-R 2 M 145, Kondensatoren (ELKO's), TANTAL, MKH,			
LM 3900 N	1,75	9388 PC	9,30	Saft-Zelle! Lieferung p. N. oder Vorauscheck 4,50 DM Versand-			
				osten, sonst ab 100 DM Porto + Verp. frei. Mindestbestellwert:			
				DM 25,00. Auszug aus unserem Lieferprogramm. Bauelemente-			
				liste anfordern (kostenlos).			

## Electronic-Hobby-Versand

Postfach 535 · 4600 Dortmund 1

Telefon (02 31) 23 81 31

## Aktive Allpaß-Frequenzweiche AFW 1 m. 24 dB/Okt.

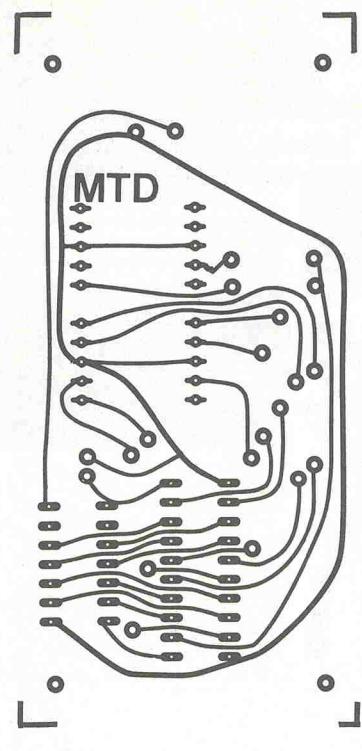
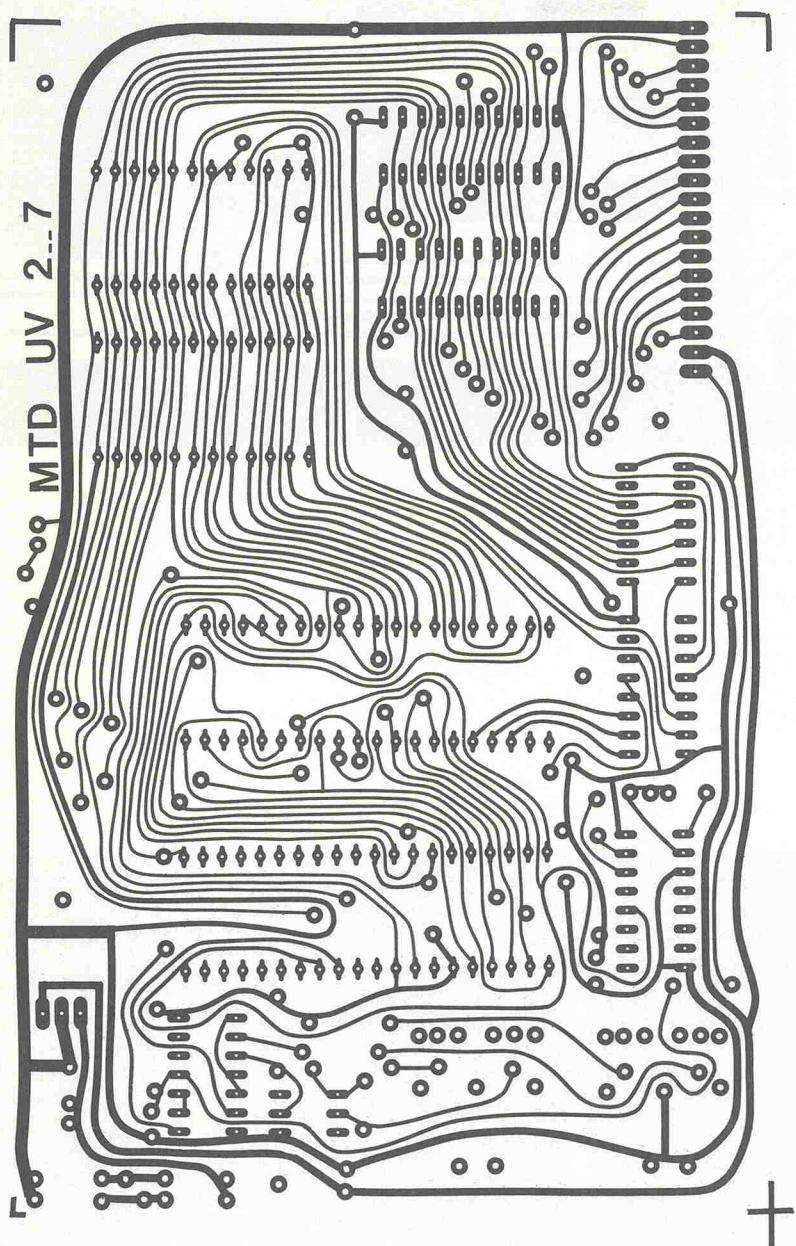
Butterworth 4. Ord. Allpaß-Char. Unihör. Laufzeitverzerr. Kein "ringing",

exzell. Impulsverz., unerreicht räuml. Auflösung u. Tiefenstafelung. Trennfreq. variabel. Aufwendiges Netzteil. Rauscharme schnelle FET-OAmps,

Pegelregler, verlustarme C's, Subsonic-Filter. Baanhebung mögl. Beliebig

anreichbar d. Stecken! DC-700 V/100 KHz, Klirr < 0,00

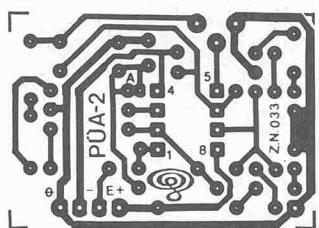
## Die Layouts



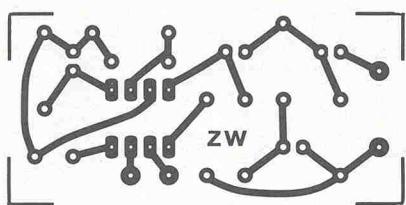
Panel-Platine

MIDI to DRUM

◀ Basisplatine



LED-Übersteuerungsanzeige



Zweitklingel

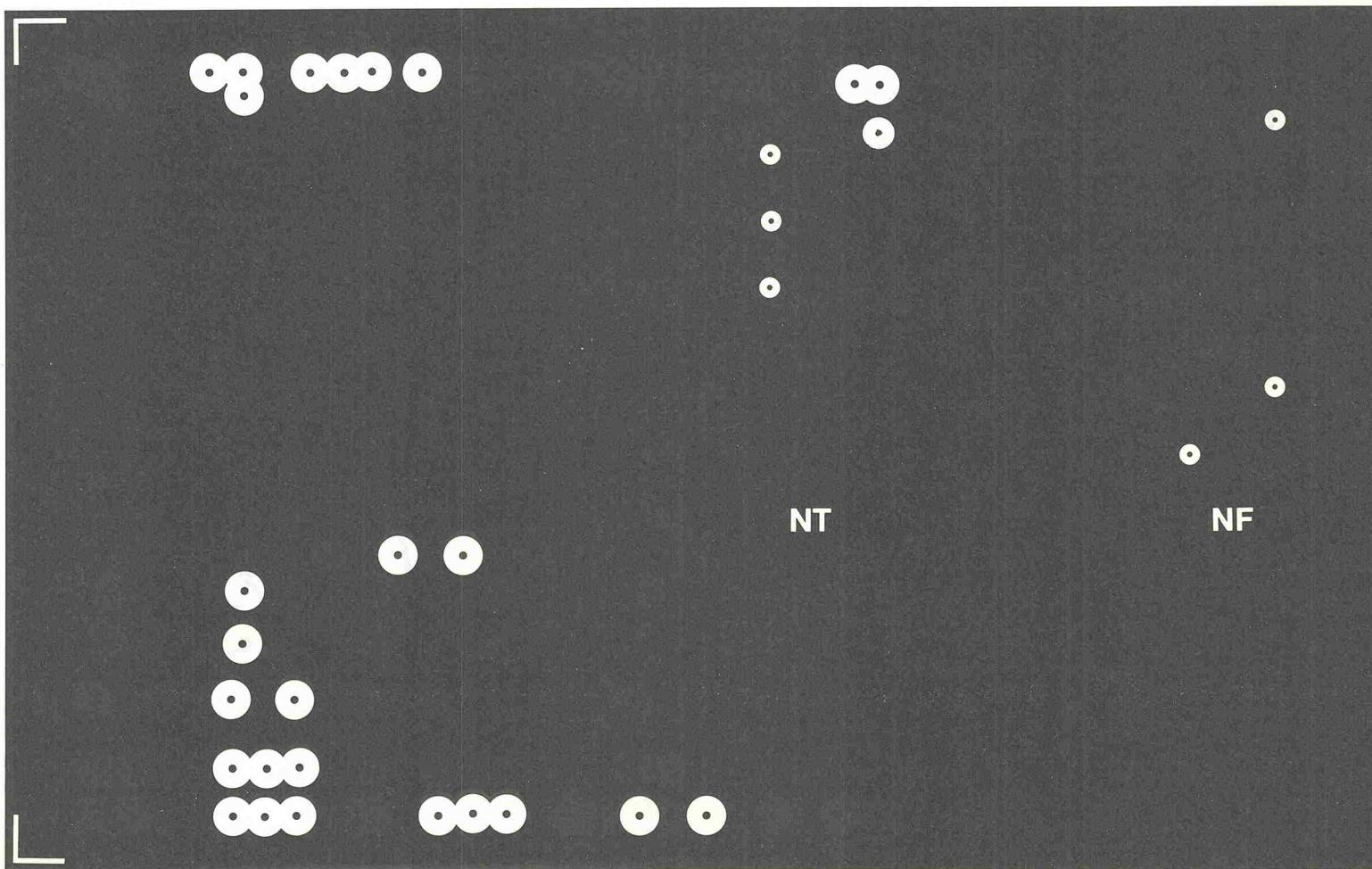
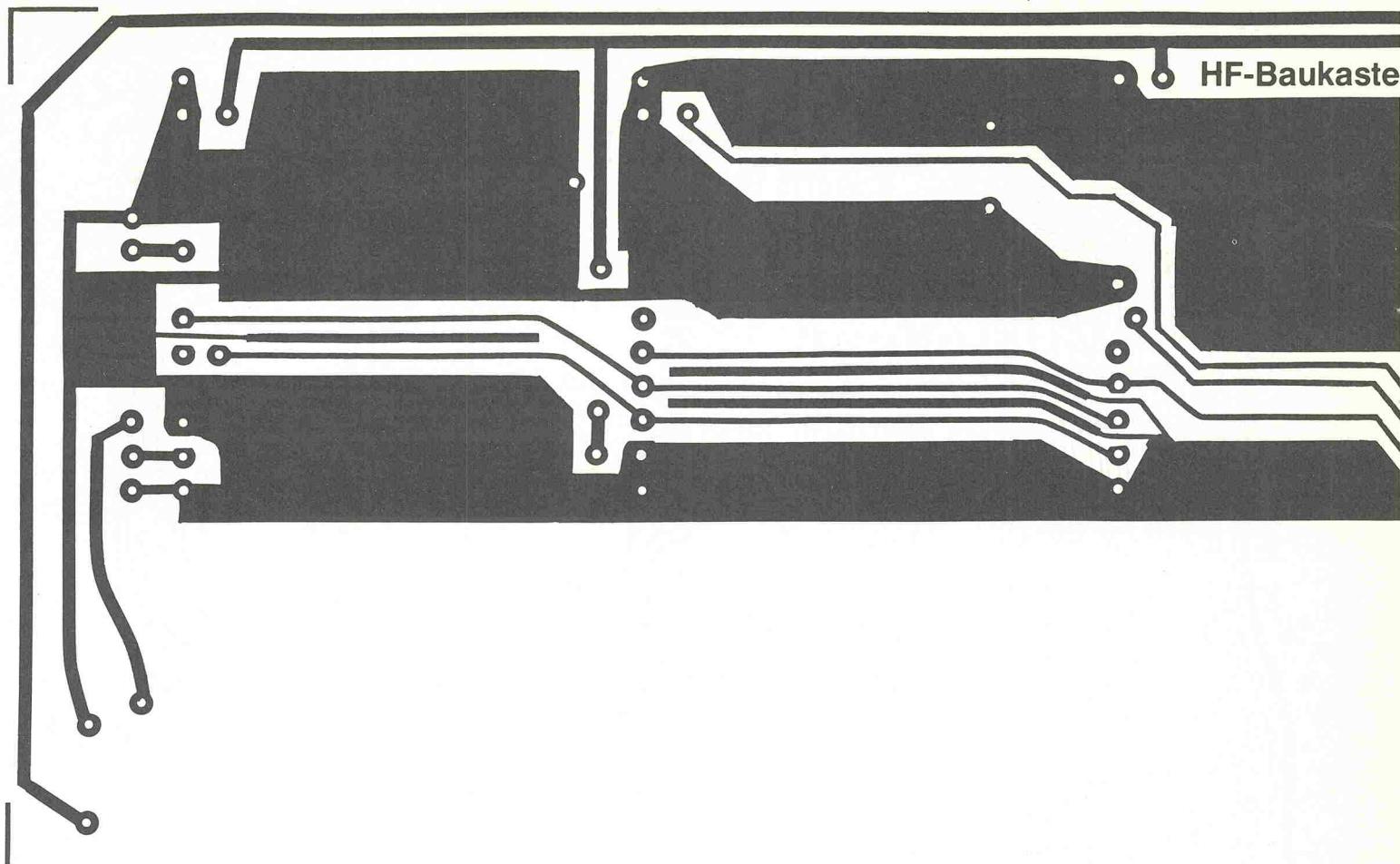
HF-Baukasten

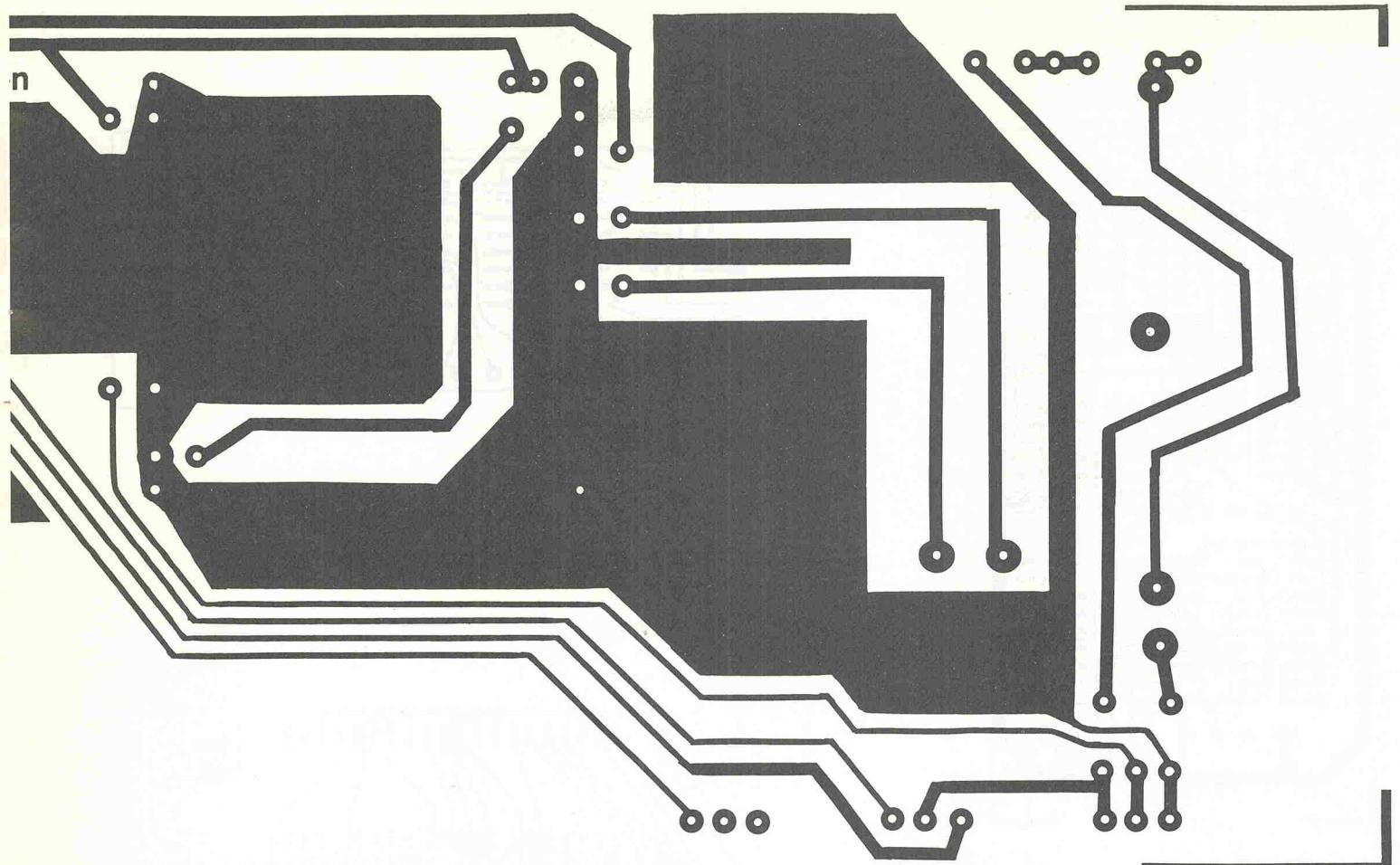
Mutterplatine

Lötseite ▼

Bestückungsseite ▼

HF-Baukaste



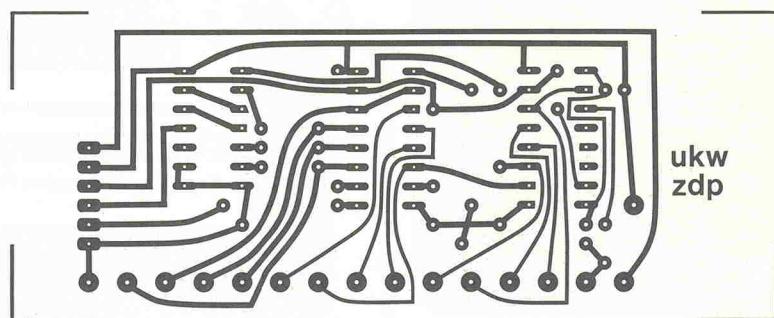
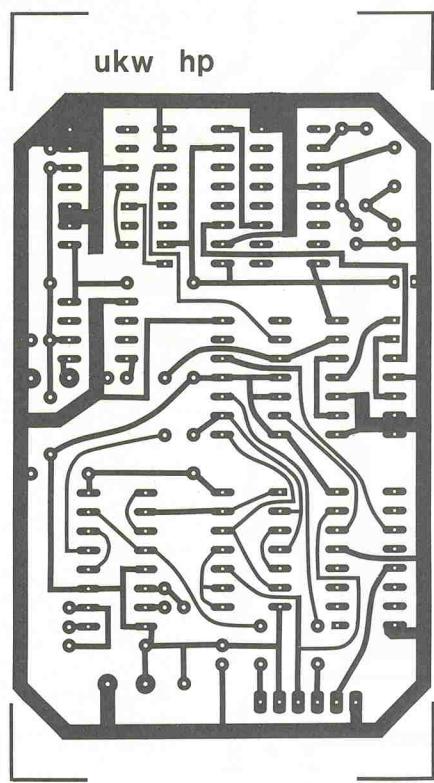


AM

FM

Mixer

## Die Layouts



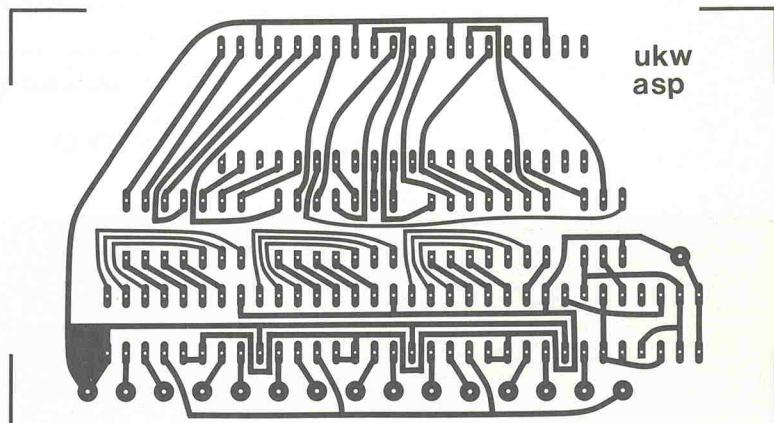
▲ Zähler/Decoder-Platine

UKW-Frequenzmesser

◀ Hauptplatine

Anzeige/Speicher-Platine

▼

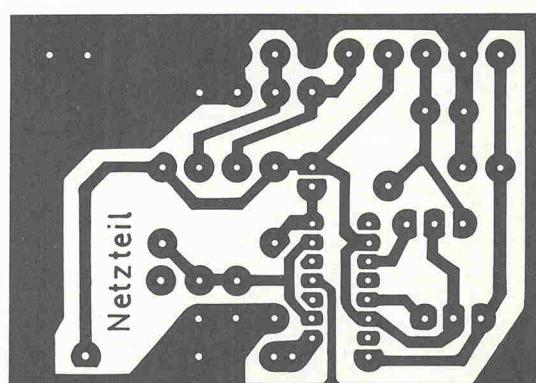
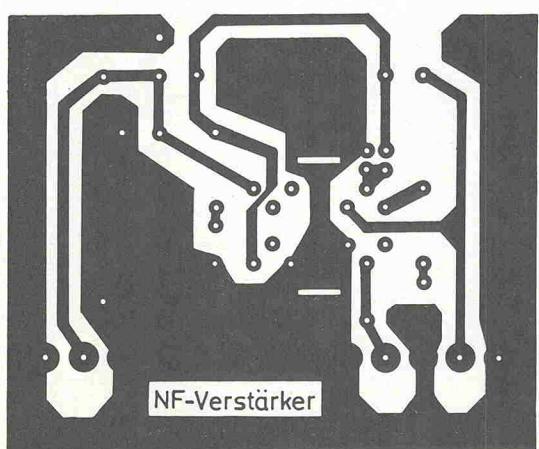


NF-Verstärker-Platine

HF-Baukasten

Netzteil-Platine

▼



# elrad-Folien-Service

Ab Ausgabe 10/80 gibt es den elrad-Folien-Service. Für den Betrag von DM 4,— erhalten Sie eine Klarsichtfolie, auf der sämtliche Platinenlayouts aus einem Heft abgebildet sind (die Folien für die Doppel-Ausgaben 8-9/84, 7-8/85 und 7-8/86 kosten DM 8,— pro Heft). Diese Folie ist zum direkten Kopieren auf Platinen-Basismaterial geeignet.

Die Bestellung von Folien ist nur gegen Vorauszahlung möglich. Bitte überweisen Sie den entsprechenden Betrag auf eines unserer Konten oder legen Sie Ihrer Bestellung einen Verrechnungsscheck bei. (Bitte fügen Sie Beträge bis zu DM 8,— in Briefmarken bei.)

Folgende Sonderfolien sind z. Zt. erhältlich: Elmix DM 6,—, Vocoder DM 7,—, Polysynth DM 22,50, Composer DM 3,—, Cobold DM 3,—, Experience DM 3,— und Remix DM 4,—. Diese Layouts sind nicht auf den monatlichen Folien enthalten.

Ihre Bestellung richten Sie bitte an:

**Verlag Heinz Heise GmbH, Vertriebsabteilung, Postfach 6104 07, 3000 Hannover 61**

Bankverbindungen: Postgiroamt Hannover, Kt.-Nr. 9305-308  
Kreissparkasse Hannover, Kt.-Nr. 000-019968 (BLZ 250 502 99)

Für Folien-Abonnements verwenden Sie bitte die dafür vorgesehene gelbe Bestellkarte.



## elrad-Platinen

elrad-Platinen sind aus Epoxid-Glashartgewebe, bei einem \* hinter der Bestell-Nr. jedoch aus HP-Material. Alle Platinen sind fertig gebohrt und mit Lötlack behandelt bzw. verzint. Normalerweise sind die Platinen mit einem Bestückungsaufdruck versehen, lediglich die mit einem „oB“ hinter der Bestell-Nr. gekennzeichneten haben keinen Bestückungsaufdruck. Zum Lieferumfang gehört nur die Platine. Die zugehörige Bauanleitung entnehmen Sie bitte den entsprechenden elrad-Heften. Anhand der Bestell-Nr. können Sie das zugehörige Heft ermitteln: Die ersten beiden Ziffern geben den Monat an, die dritte Ziffer das Jahr. Die Ziffern hinter dem Bindestrich sind nur eine fortlaufende Nummer. Beispiel 011-174: Monat 01 (Januar, Jahr 81).

Mit Erscheinen dieser Preisliste verlieren alle früheren ihre Gültigkeit.

Platine	Best.-Nr.	Preis DM	Platine	Best.-Nr.	Preis DM	Platine	Best.-Nr.	Preis DM
300/W-PA	100-157	16,90	Gitarrenverzerrer	124-392/	20,70	Kraftpaket 0—50 V/10 A	026-464/1	33,60
Compact-81-Verstärker	041-191	23,20	MC-Röhrenverstärker (VV)	124-393/1	14,20	Kraftpaket / Einschalter/zögeregung	026-464/2	12,00
60dB-Vermesser	012-225	22,60	MC-Röhrenverstärker (VV) Netzteil	124-393/2	11,40	elSat 2 PLL/Videor	026-465	41,30
MM-Eingang	032-236	10,20	Spannungswandler	015-394	12,70	Kfz-Gehäuse-Automatik	026-466	13,40
MC-Eingang	032-237	10,20	Minifm (Satz)	015-395	23,70	Kfz-Steuerung	026-467	8,10
VVA-100-Hauptplatine	014-239	47,90	Draht-Rauschgenerator	015-396	18,00	Kfz-Warnlicht I. Anhänger	026-468	23,30
300/2 W-PA	092-256	18,40	DVM-Modul	015-397	9,55	LED-Analoguhr (Satz)	036-469	136,00
Stecker-Netzteil A	102-261	4,40	DVM-Fernsender	015-398	20,90	elSat 3 Ton-Decoder	036-470	17,40
Stecker-Netzteil B	102-262	4,40	Universelle aktive Frequenzweiche	015-399	38,90	elSat 3 Netzteil	036-471	14,40
Cobold/Basisplat.	043-324	36,50	Transistorstufenverstärker	025-400	11,95	elSat 3 Röhrenverstärker 3/Netzteil	036-472	16,50
Cobold/CIM	043-325	35,20	Programmierbares Verstärker	025-401	10,30	(C-Amp) 16880	046-473	3,50
Laborverstärker	043-326	27,90	Videoumspannverstärker	025-402	10,05	Clipping-Detector	046-474	4,90
5x 7 Punktmatrix (Satz)	014-330*	49,00	Treppenrichter	025-403	16,60	elSat 4 Stromversorgung	046-476	3,00
Impulsgenerator	014-331*	13,00	VV 1 (Terzanalysier)	025-404	9,25	elSat 4 LNA (Teflon)	046-477	19,75
NC-Ladeautomatik	014-332*	13,00	VV 2 (Terzanalysier)	025-405	12,20	Stern-Generator	046-478	34,00
Blitz-Entzerrer	024-333	2,20	MOSFET-PA Hauptplatine	025-405/1	56,00	Foto-Bedienungsmesser	056-480	5,50
NDFL-Verstärker	024-334	22,50	Spieldaten-Card für Oxilloskop	035-406	49,50	Power-Dimmer	056-481	26,90
Kühlkörperplatine (NDFL)	024-335	3,30	Hauptplatine (SVTO)	035-407	21,40	Netzbzirk.	056-482	14,30
Stereo-SW-Verteilerung	024-336*	4,30	Becken-Synthesizer	035-408	153,80	elSat UHF-Verstärker (Satz)	056-486	43,10
Trigger-Einheit	024-337*	5,10	Terz-Analyser (Filter-Platine)	035-409	20,40	Programmierbarer Signalform-Generator	066-487	69,00
IRS-Decoder	024-338*	7,20	MOSFET-PA Steuerplatine	035-410	23,50	Dosimeter	076-495	7,20
LCD-Panel-Meter	024-339	12,20	Moving-Coil-VV III	045-411	4,10	Dosimeter	076-496	59,90
ZX-81 Sound Board	034-340*	6,60	Audio-Verstärker	045-412	11,10	Mini-Max (Satz)	076-497	56,50
Heizungsregelung T UP	034-341*	6,50	MOSFET-PA Aussteuerungskontrolle	045-413/1	4,70	Delay — Hauptplatine	076-498	6,50
Heizungsregelung Analog	034-342	11,70	MOSFET-PA Analog-Analyzer	045-413/2	12,30	LED-Analoguhr/Wecker- und Kalenderzusatz		
Heizungsregelung Eingabe/Anz.	034-343	1,30	SVTO-Umspannverg.	045-414/1	18,00	Tastatur	096-499	3,70
ElMix Eingangskanal	034-345	41,00	SVTO Übersteuerungsanzeige	045-414/2	3,10	Anzeige	096-500	7,50
ElMix Summenkanal	044-346	43,50	SVTO 200-kHz-Vorsch.	045-414/3	12,40	Kalender	096-501	12,30
HF-Vorverstärker	044-347	2,50	20, CLASS-A-Verstärker	055-415	50,90	Wecker	096-502	15,20
Elektrische Sicherung	044-348*	7,40	Netzstrom-Meter	055-416	1,90	Frequenz-Meter (Satz)	096-503	11,40
Hifi-NT	044-349	16,90	Präzisions-N-Meter	055-417	2,50	Digitaler Sinusgenerator — Busplating	096-504	34,80
Heizungsregelung NT Relaisreiber	044-350	16,00	Hall-Digital I	055-418	73,30	Digitaler Sinusgenerator — Bedienteil	096-505	68,00
Heizungsregelung	044-351	5,00	Ton-Burst-Generator (Satz)	055-419	35,30	Röhrenverstärker	106-509	74,80
Heizungssteuerung Therm. A	054-352	11,30	Autoruhm (Satz)	065-421	60,50	Spannungsreferenz	106-510	9,20
Heizungssteuerung Therm. B	054-353	13,90	Autostart-Eprom 2716	065-421/1	23,00	Stellhebel — Mitter	106-511	80,00
Photo-Zählrite	054-354	2,20	Halb-Digital II	065-422	98,00	Schlagzeug — Voice	106-512	25,80
Equalizer (parametr.)	054-355	12,20	Fahrrad-Computer (Satz)	065-423	8,70	Drehzahlmesser	106-513	29,90
LCD-Thermometer	054-356	11,40	Fahrrad-Kühlshrank	065-424	26,80	Ultradünne Röhrenendstufe — HP	106-514	25,60
Wischer-Intervall	054-357	13,10	Camping-Kühlshrank	065-425	15,50	Digitaler Sinusgenerator — DC-Offset u. Spgs.-Anz.	106-515	24,00
Tri-O-Netzteil	064-358	10,50	Linesets-Omrometer	065-426	11,30	Digitaler Sinusgenerator — DC-Offset	106-516	5,10
Röhren-Kathoden-Verstärker	064-359	30,00	Analogaudiovoltmeter Mutter	075-427/1	41,60	Frequenz-Meter — NT	106-517	26,40
LED-Panelmeter	064-360/1	16,10	Analogaudiovoltmeter Netzteil	075-427/2	7,70	Fotometer — Tastatur	106-518	23,30
LED-Panelmeter	064-360/2	19,20	Verzerrungs-Meßgerät (Satz)	075-429	18,50	Fotometer — Steuerung	106-519	26,40
Sinusgenerator	064-361	14,60	Computer-Schaltlaut Mutter	075-430/1	53,90	Impulsgenerator	106-520	37,40
Autotester	064-362	4,60	Computer-Schaltlaut Anzeige	075-430/2	21,00	Durchgangsschalter	106-521	12,90
Heizungsregelung PL 4	064-363	14,80	DCF-77-Empfänger	075-431	8,80	Flurlichtschalter	106-522	7,80
Audi Leistungsmesser (Satz)	074-364	1,60	Speaker-Meter	075-432	20,00	Ultradünne Röhrenendstufe — HP	106-523	29,90
Wetterstation (Satz)	074-365	21,90	Video-Effektor Eingang	075-433/1	13,40	Ultradünne Röhrenendstufe — NT	116-524	29,20
Lichtautomat	074-366	7,30	Video-Effektor AD/DA-Wandler	075-433/2	11,90	Netzgrät 260 V/2 A	126-525	19,70
Berührungs- und Annäherungsschalter	074-367	9,80	Video-Effektor Ausgang	075-433/3	27,10	Frequenznormal	126-526	10,00
VL-Peakmeter	074-368	9,45	Halb-Digital Erweiterung	075-434	89,90	MC-Diskompressor	126-527	29,90
Wiedergabe-Interface	074-369	4,00	Geiger-Müller-Zähler	075-435	11,20	Bandgeschwindigkeits-Meßgerät (Satz)	126-529	39,80
mV-Meter (Meßverstärker) — Satz	084-370	23,60	Tweeter-Schutz	075-437	18,60	Hygrometer	017-530	19,80
mV-Meter (Impedanzwandler, doppelseitig)			Impuls-Metaldetektor	095-438	27,10	C-Meter — Hauptplatine	017-532	13,40
mV-Meter (Netzteil)			Road-Runner	095-439	6,90	C-Meter — RC-Zeilbasis	017-533	2,30
Dia-Steuerung (Hauptplatine)	084-371/1	69,50	Sinusgenerator*	095-440	44,60	State-Variable-Zeilbasis	017-534	3,40
Digital-C-Meßgerät	084-372	8,00	Zähler-Zeil-Zeil-Basis	095-441/2	11,70	Stage-Intercom	017-535	9,50
Netz-Inputkom	084-373	11,60	Zeitmischer-Zeil-Anzeige	095-442/1	12,40	State-Variable-Equalizer	017-536	58,90
Ökolicht	084-374	17,90	Computer-Schaltlaut Empl.	095-443/1	20,00	Limiter L6000	REM-540	7,40
Kfz-Batteriekontrolle	084-375	5,60	Computer-Schaltlaut Sender	095-443/2	14,50	Korrelationsgradmesser	REM-541	8,90
Illumi-Strom	084-376	108,50	Perpetuum Pendulum*	105-444	5,00	Perfektionsgradmesser	REM-542	48,10
Auto-Dreh-Simulator	084-377	7,50	LCM-Position-Stabilisator	105-445	14,50	Aktive Frequenzweiche m. Phasenkorrektur	REM-543	59,90
Variometer (Audioplattine) — Satz	084-378	12,60	VCA-Motor	105-446/1	6,00	Oski-Speicher	027-544	27,60
Variometer (Audioplatine)	084-379	81,80	VCA-Tremolo-Leslie	105-446/2	19,90	Music-Box	027-545	12,10
Gondor-Subbau (doppelseitig)	104-380*	12,30	Keyboard-Interface/Stereo	105-447/1	87,90	Glühkerzenwandler	027-546	11,20
CO-Abgaster — Satz	104-381	223,75	Keyboard-Interface/Einbauplat.	105-447/2	12,00	Stereosimulat.	027-547	9,60
(mit Röhlack)			Röhrenphosphorverst. F. Elektrostaten	115-449	114,00	Autoschaltung	027-548	7,00
Soft-Schalter	104-382	5,95	Diode-Transistor 50 V	115-450	33,00	Widerstandsfloße	027-549	49,50
			55V-Transistor	115-452	11,10	2x 60 W Röhrenendstufe	027-550	15,40
			Symmetrier-Box	125-454	86,30	Rasierkonverter	037-551	29,00
			125-455	8,30	Sweep-Generator — HP	037-552	16,60	
			125-456	27,00	Sweep-Generator — NT	037-553	19,10	
			125-457/2	27,00	DNR-Synthes.	037-554	11,80	
			125-457/3	11,20	Lötstation	047-554	44,70	
			125-458	14,90	Lautsprecher-Schutzschaltung	047-555	31,70	
			126-459	6,00	Widerstandsflöse	047-556	1,60	
			126-460	7,40	Digital-Sampler	047-557	69,00	
			126-460/2	8,00	Digital-Röhre	047-558	53,70	
			126-461	28,60	-Logik	047-559	31,00	
			126-462	22,20	-Anzeige	047-560	6,80	
			126-463	22,60				

So können Sie bestellen: Die aufgeführten Platinen können Sie direkt beim Verlag bestellen. Da die Lieferung nur gegen Vorauszahlung erfolgt, überweisen Sie bitte den entsprechenden Betrag (plus DM 3,— für Porto und Verpackung) auf eines unserer Konten oder fügen Sie Ihrer Bestellung einen Verrechnungsscheck bei. Bei Bestellungen aus dem Ausland muß stets eine Überweisung in DM erfolgen.

Kt.-Nr. 9305-308, Postgiroamt Hannover · Kt.-Nr. 000-019968 Kreissparkasse Hannover (BLZ 250 502 99)

Die Platinen sind ebenfalls im Fachhandel erhältlich. Die angegebenen Preise sind unverbindliche Preisempfehlungen.

# Elektronik-Einkaufsverzeichnis

## Augsburg

**CITY-ELEKTRONIK** Rudolf Goldschalt  
Bahnhofstr. 18 1/2a, 89 Augsburg  
Tel. (08 21) 51 83 47  
Bekannt durch ein breites Sortiment zu günstigen Preisen.  
Jeden Samstag Fundgrube mit Bastlerraritäten.

## Berlin

**Arkt** RADIO ELEKTRONIK  
1 BERLIN 44, Postfach 225, Karl-Marx-Straße 27  
Telefon 0 30/6 23 40 53, Telex 1 83 439  
1 BERLIN 10, Stadtverkauf, Kaiser-Friedrich-Str. 17a  
Telefon 3 41 66 04

**CONRAD ELECTRONIC**

Telefon: 0 30 / 261 7059  
Kurfürstenstraße 145, 1000 Berlin 30  
Elektron. Bauelemente · Meßtechnik · HiFi · Musik-elektronik · Computer · Funk · Modellbau · Fachliteratur

**segor electronics**

Kaiserin-Augusta-Allee 94 1000 Berlin 10  
tel. 030/3449794 telex 181268 segor d

**WAB** OTTO-SUHR-ALLEE 106 C  
nur hier 1000 BERLIN 10  
(030) 341 55 85  
IN DER PASSAGE AM RICHARD-WAGNER-PLATZ  
GÖFFNET MO-FR 10-18, SA 10-13  
ELEKTRONISCHE BAUTEILE · FACHLITERATUR · ZUBEHÖR

## Bielefeld

ELEKTRONIK-BAUELEMENTE-MESSGERÄTE

**alpha electronic** A. Berger GmbH & Co. KG  
Hoepfer Str. 184  
4800 Bielefeld 1  
Tel.: (05 21) 32 43 33  
Telex: 9 38 056 alpha d  
**Völkner** 4800 Bielefeld

Taubenstr./Ecke Brennerstr. · Telefon 05 21/2 89 59

## Braunschweig

**Völkner** 3300 Braunschweig  
**electronic**

Zentrale und Versand:  
Marienberger Str. 10 · Telefon 05 31/87 62-0  
Telex: 9 52 547  
Ladengeschäft:  
Sudetenstr. 4 · Telefon 05 31/5 89 66

## Bremen

**Völkner** electronic

Hastedter Heerstraße 282/285 · Tel. 04 21/4 98 57 52

## Dietzenbach



- Japanische IC's
- Japanische Transistoren
- Japanische Quarze
- Quarz-Sonderanfertigungen
- Funkgeräte und Zubehör
- dnt-Satelliten-Systeme

## F. Wicher Electronic

Inh.: Friedrich Wicher  
Groß- und Einzelhandel  
Gallische Str. 1 · 6057 Dietzenbach 2  
Tel. 0 60 74/3 27 01

## Dortmund

**city-elektronik**

Elektronik · Computer · Fachliteratur  
Güntherstraße 75 · 4600 Dortmund 1  
Telefon 02 31/57 22 84

Qualitäts-Bauteile für den  
anspruchsvollen Elektroniker  
**Electronic am Wall**  
4600 Dortmund 1, Hoher Wall 22  
Tel. (02 31) 1 68 63

**KELM electronic & HOMBERG**

4600 Dortmund 1, Leuthardstraße 13  
Tel. 02 31/52 73 65

## Duisburg

**Preuß-Elektronik**

Schelmenweg 4 (verlängerte Krefelder Str.)  
4100 Duisburg-Rheinhausen  
Ladenlokal + Versand · Tel. 02135-22064

## Essen

**CONRAD ELECTRONIC**

Telefon: 0 201 / 23 80 73  
Viehofer Straße 38 - 52, 4300 Essen 1  
Elektron. Bauelemente · Meßtechnik · HiFi · Musik-elektronik · Computer · Funk · Modellbau · Fachliteratur

**KELM electronic & HOMBERG**

4300 Essen 1, Vereinstraße 21  
Tel. 0201/23 45 94

## Frankfurt

**Arkt** Elektronische Bauteile

6000 Frankfurt/M., Münchner Str. 4-6  
Telefon 06 11/23 40 91, Telex 4 14 061

## Mainfunk-Elektronik

ELEKTRONISCHE BAUTEILE UND GERÄTE

Elbestr. 11 · Frankfurt/M. 1 · Tel. 06 11/23 31 32

## Freiburg

**mega electronic**

Fa. Algaler + Hauger  
Bauteile — Bausätze — Lautsprecher — Funk  
Platinen und Reparaturservice  
Eschholzstraße 58 · 7800 Freiburg  
Tel. 07 61/27 47 77

## Gelsenkirchen

Elektronikbauteile, Bastelsätze



Inh. Ing. Karl-Gottfried Blindow  
465 Gelsenkirchen, Ebertstraße 1-3

## Giessen

**AUDIO**

**VIDEO**

**ELEKTRONIK**

Bleichstraße 5 · Telefon 06 41 / 7 49 33  
6300 GIESSEN

## Hagen

**KI**

Electronic Handels GmbH

5800 Hagen 1, Elberfelder Straße 89  
Telefon 0 23 31/2 14 08

## Hamburg

**CONRAD ELECTRONIC**

Telefon: 0 40 / 29 17 21  
Hamburger Str. 127, 2000 Hamburg 76

Elektron. Bauelemente · Meßtechnik · HiFi · Musik-elektronik · Computer · Funk · Modellbau · Fachliteratur

**Völkner** 2000 Hamburg  
**electronic**

Wandsbeker Zollstr. 5 · Telefon 0 40/6 52 34 56

## Hamm

**KI**

electronic

4700 Hamm 1, Werler Str. 61  
Telefon 0 23 81/1 21 12

## Hannover

**HEINRICH MENZEL**

Limmerstraße 3-5  
3000 Hannover 91  
Telefon 44 26 07



3000 Hannover  
Völkner  
electronic

Ihme Fachmarktzentrum 8c · Telefon 05 11/44 95 42

### Heilbronn

### KRAUSS elektronik

Turmstr. 20, Tel. 07131/68191  
7100 Heilbronn

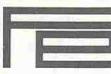
### Hirschau

### CONRAD ELECTRONIC

Hauptverwaltung und Versand  
8452 Hirschau · Tel. 09622/30-111  
Telex 63 12 05  
Europas größter  
Elektronik-Spezialversender

Filialen:  
2000 Hamburg 76, Hamburger Str. 127, Tel.: 040/291721  
4300 Essen 1, Vierhofer Str. 38 - 52, Tel.: 0201/238073  
8000 München 2, Schillerstraße 23 a, Tel.: 089/592128  
8500 Nürnberg 70, Leonhardstraße 3, Tel.: 0911/263280  
Conrad Electronic Center GmbH & Co. In.  
1000 Berlin 30, Kurfürstenstr. 145, Tel.: 030/2617059

### Kaiserslautern



fuchs elektronik gmbh  
bau und vertrieb elektronischer geräte  
vertrieb elektronischer bauelemente  
groß- und einzelhandel  
altenwoogstr. 31, tel. 44469

### HRK-Elektronik

Bausätze · elektronische Bauteile · Meßgeräte  
Antennen · Rdf u. FS Ersatzteile  
Logenstr. 10 · Tel.: (06 31) 6 02 11

### Kaufbeuren



JANTSCH-Electronic  
8950 Kaufbeuren (Industriegebiet)  
Porschestr. 26, Tel.: 08341/14267  
Electronic-Bauteile zu  
günstigen Preisen

### Kiel

### BAUELEMENTE DER ELEKTRONIK

Dipl.-Ing.  
Jörg Bassenberg  
Weißenburgstraße 38, 2300 Kiel

### Köln



5000 Köln, Hohenstaufenring 43—45  
Tel. 0221/24 95 92



### Köln



5000 Köln  
Völkner  
electronic

Bonner Straße 180, Telefon 02 21/37 25 95

### Lebach



Elektronik-Shop  
Trierer Str. 19 — Tel. 06881/2662  
6610 Lebach

Funkgeräte, Antennen, elektronische Bauteile, Bausätze,  
Meßgeräte, Lichtorgeln, Unterhaltungselektronik

### Leverkusen



5090 Leverkusen 1  
Nobelstraße 11  
Telefon 02 14/4 90 40

### Lippstadt



Electronic  
Handels GmbH

4780 Lippstadt, Erwitter Straße 4  
Telefon 0 29 41/179 40

### Lünen



4670 Lünen, Kurt-Schumacher-Straße 10  
Tel. 0 23 06/61011

### Mannheim



SCHAAPPACH  
ELECTRONIC  
S6, 37  
6800 MANNHEIM 1

### Moers



NÜRNBERG-  
ELECTRONIC-  
VERTRIEB  
Uerdinger Straße 121  
4130 Moers 1  
Telefon 0 28 41/3 22 21

### München



Telefon: 0 89/59 21 28  
Schillerstraße 23 a, 8000 München 2

Elektron. Bauelemente · Meßtechnik · HiFi · Musik-  
elektronik · Computer · Funk · Modellbau · Fachliteratur



RADIO-RIM GmbH  
Bayerstraße 25, 8000 München 2  
Telefon 0 89/55 7221  
Telex 529 166 rarim-d  
Alles aus einem Haus

### Neumünster

### BAUELEMENTE DER ELEKTRONIK

Dipl.-Ing.  
Jörg Bassenberg  
Beethovenstraße 37, 2350 Neumünster, Tel.: 0 43 21/1 47 90

### Nürnberg



Telefon: 0 91 1/26 32 80  
Leonhardstraße 3, 8500 Nürnberg 70

Elektron. Bauelemente · Meßtechnik · HiFi · Musik-  
elektronik · Computer · Funk · Modellbau · Fachliteratur

### Rauch Elektronik

Elektronische Bauteile, Wire-Wrap-Center,  
OPPERMANN-Bausätze, Trafos, Meßgeräte  
Ehemannstr. 7 — Telefon 09 11/46 92 24  
8500 Nürnberg

### Radio-TAUBMANN

Vordere Sternsgasse 11 · 8500 Nürnberg  
Ruf (09 11) 22 41 87  
Elektronik-Bauteile, Modellbau,  
Transformatorenbau, Fachbücher

### Oldenburg

e — b — c utz kohl gmbh  
Elektronik-Fachgeschäft

Alexanderstr. 31 — 2900 Oldenburg  
04 41/8 21 14

### Wilhelmshaven



5810 Witten, Steinstraße 17  
Tel. 0 23 02/5 53 31

### Wuppertal



5600 Wuppertal-Barmen, Höhne 33 — Rolingswerth 11  
Telefon 0 20 02/59 94 29

## DIGITAL-SAMPLER

Bauteilesatz .....	DM 139,-
Platine durchkontaktiert .....	DM 39,90
Steckernebel 9V .....	DM 14,90
Gehäuse mit bedruckter Frontplatte .....	DM 29,90

## UKW-FREQUENZMESSER

Bauteilesatz incl. Montagem. ....	DM 65,90
Platinensatz .....	DM 15,90

## DNR-System aus 3/87

Bauteilesatz komplett .....	DM 85,90
Platine .....	DM 10,90
pass. Gehäuse Metall .....	DM 24,90

Die zu den Bausätzen passenden Platinen sind aus EPOXYD geätzt, gebohrt und mit einem Bestückungsdruck sowie Lötkopflock oder Glanzverzierung versehen. Die Platinen werden nach elrad-Vorlagen von der Firma AME gefertigt. Es handelt sich nicht um die vom Heise Verlag vertriebenen „original-elrad-Platinen“, sondern um eigene Produktionen.



## MIDI-TO-DRUM

Bauteilesatz komplett .....	DM 114,90
Platinensatz .....	DM 21,-

## MIDI-ROUTING

Hauptplatine Bauteilesatz .....	DM 54,90
Hauptplatine Platinensatz .....	DM 20,50
Relaisplatine Bauteilesatz .....	DM 159,90
Relaisplatine Platinensatz .....	DM 28,-
19er Gehäuse mit gebohrter und bedruckter Frontplatte .....	DM 99,-

Bauteilesätze verstehen sich komplett laut Stückliste inkl. „Sonstiges“ + IC-Fassungen. Platinen + Gehäuse immer extra!

Aufgrund der großen Nachfrage ab sofort lieferbar!

## LAUTSTÄRKEPOTI AUS 10/86

mit 23 Schalterstellungen

Hochwertiger Drehschalter, 23 Stufen, 2 Ebenen, inkl. komplettem Widerstandssatz, lieferbare Werte: 50k/100k/250k

komplett .....

DM 79,90

## HF BAUKASTEN

Netzteil Bauteilesatz .....	DM 54,80
Platine .....	DM 3,50
NF-Verstärker Bauteilesatz .....	DM 10,90
Platine .....	DM 3,50

Lieferung per Nachnahme (+ DM 5,90) Versandkosten oder gegen Vorkasse Scheck/Überweisung (+ DM 3,-) Versandkosten. Irrtum und Preisänderungen vorbehalten.

## DER HAMMER

RÖH 1 ..... DM 299,- Kompletter Bauteilesatz incl. Platine und Trafo

RÖH 2 ..... DM 599,- Kompletter Bauteilesatz Stereo incl. Platinensatz, Netz- und Ausgangstrfo

## Unser neuer BAUTEILSKATALOG

ist erschienen  
Riesenauswahl an Bauteilen aller Art zu Superpreisen!

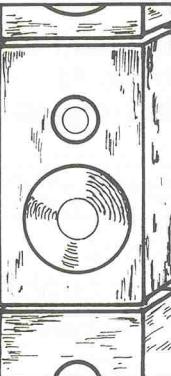
Sie erhalten den neuen Katalog mit Staffelpreisen gegen DM 5,- (Briefmarken, Scheck, Bar). Werden bei Bestellung verrechnet.

\*\*\* SOFORT ANFORDERN \*\*\*

**AME Inh.: Achim Medinger, KÖNIGSWINTERER STR. 116, 5300 BONN 3, TEL. 02 28/46 91 36**

*family*  
Klang & Ton 2/3-87  
**TESTSIEGER**

Klein und hervorragend ...  
Eine überzeugende Baßwiedergabe,  
unaufdringliche Mitten und eine im  
Trend liegende Hochtonwiedergabe ...



KOMPLETTBAUSATZ INCL. HOLZBAUSATZ

**99,- DM**

KLANG + TON sagt : Preis / Klangrelation mehr als sehr gut  
Mehr als empfehlenswert nicht nur als Hauptlautsprecher...  
hervorragend geeignet für Auto, Schlafzimmer, Küche ...

## AUDIO DESIGN

Kurfürstenstr. 53 4300 Essen

ALLEINVERTRIEB + DIREKTVERSAND 0201/277427

Qualitäts-Bauteile für den anspruchsvollen Elektroniker  
**Electronic am Wall**  
4600 Dortmund 1, Hoher Wall 22  
Tel. (02 31) 168 63



## AUSGEWÄHLTE SPITZENTECHNIK

... zusammengefaßt in einem Katalog

Lautsprecher-Selbstbau-Systeme, „vom Feinsten“ bis zum preiswerten und klangstarken Chassis.

Wir wissen,  
was wir verkaufen:

*Den Katalog '87 gibt es kostenlos bei uns!*

**elektroakustik stade**

Bremervörder Str. 5 - 2160 Stade - Tel. (0 41 41) 8 44 42

## McGEE ENDSTUFEN



2x200 Watt sin, 4 Ohm ..... ab DM 748,-  
2x500 Watt sin, 2 Ohm ..... ab DM 1348,-

**FEQ-15S Superpreis DM 398,-**



2x15 Band Equalizer mit schaltbaren Hoch- und Tiepafiltern, S/N-Ratio 72 dB, Klirrfaktor <0,01%, Ein- und Ausgänge jeweils mit Klinke, Cinch und XLR ausgestattet!

**HU-8400 Superpreis DM 119,-**



Chromatischer Gitarrentuner für In-Line-Betrieb oder über eingebautes Mikro. Messung automatisch (Ton wird angezeigt) oder manuell (Abweichung wird angezeigt)

Low-Noise Kabel, 7 mm Ø, 2adrig abgeschirmt, Farben: blau, gelb, grün, rot, schwarz, violett

**Superpreis DM 12,90**

XLR-Stecker ..... DM 3,30  
XLR-Kupplung ..... DM 4,20  
XLR-Einbaustecker ..... DM 3,60  
XLR-Einbaukupplung ..... DM 4,70

Low-Noise Kabel, 7 mm Ø, 2adrig abgeschirmt, Farben: blau, gelb, grün, rot, schwarz, violett

**pro Meter nur DM 1,60**

SAITEN: Ernie Ball, Fender, Dean Markley, D'Addario ..... pro Satz schon ab DM 9,30

Versand per Nachnahme  
Gratis-Katalog anfordern! ... es lohnt sich!

## jodo-electronic

Inh.: Jochen Dornheim  
Bieberer Str. 141 · 6053 Obertshausen  
Tel. 0 6104/4 4135

**audio creative**

Audax Pro 21 TPX	569,-
MDF Gehäuse, roh	298,-
Audax Pro 24	468,-
Audax Pro 30 II	560,-
MDF Gehäuse, roh	319,-
Audax Pro 38	1365,-
MDF Gehäuse, roh	567,-
AC Magnum + Sub	543,-
Busatzgehäuse	74,-/145,-
Eton Compact MK III	329,-
Fertiggehäuse MDF	92,-
Eton 100 Hex	398,-
Gehäuse	255,-
Eton 200 Hex	469,-
Eton 300 Hex	798,-
Fertiggehäuse	278,-
Scan Speak SD 18	368,-
Scan Speak SD 21	609,-
Scan Speak 28 W	198,-
Quad. Titan 13 cm Mit.	119,-

zu hören in der Brüderstraße 1  
**Herford 05221/56858**

# Ihr Begleiter: Der Stereosound aus dem Mini- Empfänger

**RIM**  
electronic

RADIO-RIM GmbH, Bayerstraße 25, 8000 München 2, Postfach 20 20 26, Telefon (089) 55 17 02-0



Versand  
per Nachnahme  
zuz. Vers.-Kosten

## Apollo S

- Empfangsbereich 87,5-108 MHz
- Hohe Empfindlichkeit
- Lange Betriebsdauer
- mind. 60 Std. mit Normalbatterien
- mind. 80 Std. mit Alkalibatterien
- Durchsichtige Rauchtopas-Minibox
- Minimale Maße: 101 x 58 x 23 mm
- Stereo-Hörausgang 32 Ω
- Große Lautstärke 70 mW!
- Abgleich ohne Meßgeräte
- Kpl. Bausatz Mono-Stereo-Empfänger mit Gehäuse und Batterien Apollo S
- Best.-Nr. 01-21-225 . . . . . Preis DM 69,80
- Bauplan Apollo S
- Best.-Nr. 04-21-225 . . . . . Preis DM 3,-
- Mini-Stereo-Kopfhörer
- Best.-Nr. 52-44-060 . . . . . Preis DM 7,95
- Sony-Qualitätskopfhörer MDR 010
- Best.-Nr. 52-70-213 . . . . . Preis DM 26,95
- Vivanco Micro-Kopfhörer SR 20 (kleiner geht es kaum mehr)
- Preis DM 26,95

## platinenservice

Nach Ihren Vorlagen fertigen wir:

- Epoxydplatten ein- und doppelseitig, in verschiedenen Material- und Kupferstärken
- Pertinaxplatten einseitig, 1,5mm
- Folienplatten ein- und doppelseitig

— Platinenfilme  
— Löstop- und Bestückungsdruck  
Infos und Preisliste kostenlos

**Paul Sandri Electronic**  
Postfach 1253, 5100 Aachen, Tel. 0241/ 513238

### Neu: Hochfrequenz-Zähler HFZ1000

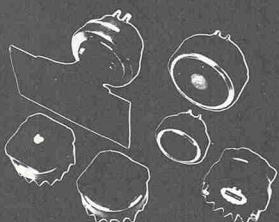
5 Hz bis 1,4 GHz,  
1 Hz genau, 6-mV-Eingang,  
Oberwellenfilter,  
**DM 796,—** (698,— + 14%)  
Datenblatt kostenlos!



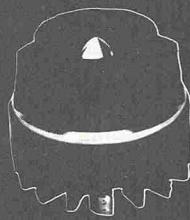
**Ulrich Müter**

Krikedillweg 38, 4353 Oer-E, Tel. 0 23 68/20 53

**McENTIRE**  
professional audio equipment



Informationen gegen 5,— DM in Briefmarken



Dipl.-Ing. Peter Goldt 3000 Hannover 1  
Bödekerstr. 43 05 11/33 26 15



**Tennert-Elektronik**  
Ing. Rudolf K. Tennert

*****	AB LAGER LIEFERBAR	*****
*****	AD-/DA-WANDLER	*****
*****	CENTRONICS-STECKVERBINDER	*****
*****	C-MOS-40XX-45XX-74HCXX	*****
*****	DIODEN + BRÜCKEN	*****
*****	DRUCKKABEL-LINDNER+KABEL	*****
*****	EINGANGS-FASTEN + GIFTAST+*	*****
*****	FEINSICHERUNGSKONTAKT+HALTER	*****
*****	FERNSEH-THYRISTOREN	*****
*****	HIBRID-VERSTÄRKER STK. .	*****
*****	IC-SOCKEL+TEXTOOL-ZIP-DIP*	*****
*****	KERAMIK-FILTER	*****
*****	KONDENSATOREN	*****
*****	KOHLHKÖRPER UND ZUBEHÖR	*****
*****	LABOR-EXP.-LEITERPLATTEN	*****
*****	LABOR-SORTIMENTE	*****
*****	LEITUNGS-TREIBER	*****
*****	LINARE-ICS	*****
*****	LÖTKOLBEN, LÖTSTATIONEN	*****
*****	LÖTSÄUGER + ZINN	*****
*****	LÖTSEN, LÖTSTIFTE +	*****
*****	EINZELSTECKER DAZU	*****
*****	MIKROPROZESSOREN UND	*****
*****	PERIPHERIE-BÄUSTEINE	*****
*****	MINIATUR-LAUTSPRECHER	*****
*****	OPTO-TEILE LED + LCD	*****
*****	PRINT-RELAYS	*****
*****	PRINT-TRANSFORMATOREN	*****
*****	QUARZE + -OSZILLATOREN	*****
*****	SCHALTER+TASTEN	*****
*****	SCHALT-NETZTEILE	*****
*****	SPANNUNGS-REGLER FEST+VAR	*****
*****	SPEICHER-EPROM-PROM-RAM	*****
*****	STECKVERBINDER-DIVERSE	*****
*****	TEMPERATUR-SENSOREN	*****
*****	TAST-CODIER-SCHALTER	*****
*****	TRANSISTOREN	*****
*****	TRIAC-THYRISTOR-DIAC	*****
*****	TT-74LS/74S/74AS/74FX*	*****
*****	WIDERSTÄNDEN + -NETZWERKE	*****
*****	Z-DIODEN + REF.-DIODEN	*****
*****	KATALOG AUSG. 1985/86	*****
*****	MIT STAFFELPREISEN	*****
*****	ANFORDERN - 146 SEITEN	*****
>>>>	KOSTENLOS <<<<<	>>>>

7056 Weinstadt-Endersbach  
Postfach 22 22 · Burgstr. 15  
Tel.: (0 7151) 6 21 69

## Selbständig machen

mit einem Elektronik-Versand oder -Shop. Wie das geht, auch nebenberuflich, zeigen wir Ihnen.

**Sofort Gratisinfo E 14**  
anfordern.

Verlag P. Kirchmeier  
Ringstraße 3 · 7504 Weingarten

## Geld verdienen mit dem Mikrocomputer

Wir zeigen wie!  
Gratisinfo C 31 anfordern.  
Verlag P. Kirchmeier  
Ringstraße 3 · 7504 Weingarten

## Anzeigenschluß

für

**elrad**

**7-8/87**  
ist am  
**20. 5. 1987**

## ELEKTRONIK-STUDIO

Norbert Weidenbach

Postfach 1212, 6143 Lorsch,  
Tel. 06251/54061

## PLATINEN- und Frontplatten- herstellung

Platinen 1-seit. 0,07 DM/cm<sup>2</sup>

2-seit. 0,13 DM/cm<sup>2</sup>

incl. Bohrungen  
Frontplatten eloxiert

1 – 1,5 – 2 mm

## JOKER.HIFI-SPEAKERS

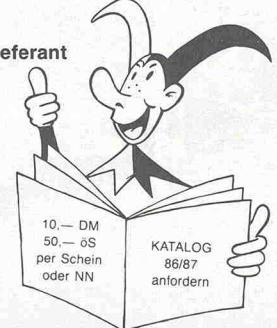
*Die Firma für Lautsprecher.*

IHR zuverlässiger und preiswerter Lieferant

für: AUDAX — BEYMA —  
CELESTION — DYNAUDIO —  
ETON — E. VOICE — FOCAL —  
HECO — KEF — MAGNAT — SEAS —  
SIPE — STRATEC — TDL —  
VIFA — VISATON und vieles  
andere.

Alles Zubehör, individuelle Beratung, viele Boxen ständig vorführbereit, Schnellversand ab Lager.

NF-Laden Elektrovertriebs GmbH  
D-8000 München 80, Sedanstr. 32, Postfach 80 09 65, Tel. (0 89) 4 48 02 64  
A-5020 Salzburg, Gabelsbergerstr. 29 Tel. (0 662) 716 93



**SONDERLISTE KOSTENLOS!** Wir liefern laufend ein interessantes Bauteile-Angebot + Industrie-Sonderposten. Karte genügt: DJ-electronic, Obwaldstr. 5, Abt. 5213, 8130 Starnberg.

**Traumhafte Oszi.-Preise.** Electronic-Shop, Karl-Marx-Straße 63, 5500 Trier, Tel. 06 51/4 82 51.

**HAMEG + + + HAMEG + + + HAMEG + + + HAMEG** + Oszilloskope + Tastköpfe + Kabel + sofort ab Lager + Bachmeier electronic 2804 Lilienthal + + + + Göbelstr. 54 + Telef. + 042 98/4980 + + +

**Bastler in ÖSTERREICH!** Bauteile, Bausätze, Computer, Sonderangebote! Katalog gratis! JK-Elektronik, Ing. Kloiber, Offenes Fach, D5, 1110 Wien.

**C64, C128, ZX81, Spectrum, IBM-PC Ersatzteile / Katalog DM 5.—.** Decker & Computer, PF. 967, 7000 Stuttgart 1.

Monitor PC Power Kabel Gesamtprog. Info bei R. Fischer, Schleusberg 59, 2350 Neumünster, Tel. 043 21/4 66 36, Wohnstudio Restek Hifi.

**Layout-Entwicklung und Platinen-Fertigung.** Roland Vodisek Elektronik, Kirchstr. 13, 5458 Leutesdorf, Tel. 026 31/7 24 03.

Intertechnik Luftspulen + Kondensatoren ± 5%. Oehlbach-Kabel + Stecker Kef + Coral Info bei R. Fischer, Schleusberg 59, 2350 Neumünster, Wohnraumstudio, Tel. 043 21/4 66 36.

DIV. BAUTEILE AUS LAGERAUFLÖSUNG, SORTIMENTE IN VERSCH. GRÖSSEN, PREIS auf Anfrage. 046 24/87 28.

**Achtung!! Kostenlose Bauteileliste.** Süssen-Elektronik, Postf. 12 62, 8072 Manching.

**Mischpult MPX-5000 199,— DM** bei R. Fischer, Schleusberg 59, 2350 Neumünster, Tel. 043 21/4 66 36.

**Solarstrom jetzt günstiger!** Solarpanel 17 V/0,55 A/7 Watt nur 163,— DM. J.M. Versand Abt. Ed 1, Postf. 164, 7200 Tuttlingen.

**KONTAKTSPRAYS-ANTENNEN-FS-FUNK + MASTE + ZUBEHÖR + SONDERPOSTEN — BAUTEILE — TIEFPREISE — VERSAND — OHNE NACHNAHME — INFO + MUSTER DM 2.—. VEB-SIM-BACH-F1141.**

**STRATEC SLC II** Bändchenlautspr. incl. Übertrager DM 850,— VB. Tel. 02 28/48 34 94.

Wer hat Interesse an **Solarelektronik** und entwickelt Bauanleitungen für Baugruppen, Geräte oder Systeme aus diesem Bereich? Zusammenarbeit auch finanziell interessant! Bitte anrufen: 081 33/61 63 oder 12 02 (nach 19 Uhr).

\*\*\* **PLATINEN-LAYOUT mit APPLE II** \*\*\* Programm Paket für den interaktiven Entwurf von 2-seitigen Platinen bis Euro-Format. Leistungsfähiges **Auto-Routing** und komfortables **Manuell-Routing**! Superschnelle Graphik mit Zoom. **Repor-vorlagen im 1:1 und 2:1 Maßstab mit Matrixdr. Ausf.** Info gegen 1 DM in Bfm. von Gerd Füller, Pruthstr. 12, 6100 Darmstadt, Tel.: 061 51/31 10 97.

**ELRAD DIGIT. HALL** günst. mit o. ohne Erweiterung ges., wer erteilt Auskünfte? Tel. 05 11/45 23 15.

**Sonnennachlaufsteuerungen** ab 79,90 DM, **Temp.-Differenzregelungen** f. Solaranl. ab 39,90 DM, **Thermometer** mit 5 od. 11 Meßst. ab 99,90 DM. Info gegen Rückporto: R. Büttcher, Schelprieth 6, 3101 Lachendorf.

**Achtung Radiosammler:** Gegen Gebot zu verk. Nordmende Phonosuper 2004 — Stereo — m. Röhren + eingeb. Lautspr. Vorläufer der Kompaktanlagen. E. Schumacher, 4720 Beckum, Prozessionsweg 24.

\*\* **Jetzt oder nie! Super Sonderangebote!** \*\* Punktstrahler, schwarz, gutes Design 31,—, ab 10 Stck. 5% Rabatt. Lampe Par 36 dazu 13,—, Stroboskop kompl. mit Fernbed. 260,—. Schwarzlichtröhre 120 cm 31,—. Scheinwerfer Par 56 50,—. Lampe 300 W Par 56 48,—. Weitere Sonderangebote bei Delta Sound, Allensteiner Str. 39, 4730 Ahlen, Preisliste gratis. Farbkatalog 5,—.

**KKSL** Lautsprecher, Celestion, Dynaudio, EV, JBL, Audax, Visaton. PA.-Beschallungsanlagen-Verleih, Elektronische Bauteile, 6080 Groß-Gerau, Otto-Wels-Str. 1, Tel. 061 52/39 615.

**LAUTSPRECHER** von Beyma, Peerless, Visaton, Peak. **LAUTSPRECHERREPARATUR** aller Fabrikate. Preisliste gratis: Peiter-Elektroakustik, 7530 Pforzheim, Weiherstr. 25, Tel. 072 31/2 46 65.

Außergewöhnliches? Getaktete Netzteile 5V—75A, Infrarot-Zubehör, Hsp. Netzteile, Geber f. Seismographen, Schreiber, PH-Meßger., Drehstrom u. spez. Motore m. u. o. Getriebe, Leistungs-Thyristoren/Dioden, präz. Druckaufnehmer, Foto-Multiplier, Optiken, Oszilloskope, NF/HF Meßger., XY-Monitore, med. Geräte, pneum. Vorrichtungen, pneum. Ventile, Zylinder etc. u.v.m., neu, gebraucht, preiswert aus Industrie, Wissenschaft u. Medizin. Teilen Sie uns Ihre Wünsche mit, wir helfen. TRANSOMEGA-ELECTRONICS®, Haslerstr. 27, 8500 Nürnberg 70, Tel. 09 11/42 18 40, Telex 622 173 mic — kein Katalogversand.

**ELECTRO VOICE — CORAL — AUDAX — JBL — ALTEC — EATON — FOCAL Lautsprecher — Bau-sätze — Bauteile — Discotheken Licht + Tontechnik. LINE, Friedrich-Ebert-Str. 157, 3500 Kassel, Tel. 05 61/10 47 27.**

**PLATINEN => ilko** ★ Tel. 43 43 ★ ab 3 Pf/cm² dpl. 9,5, Mühlengweg 20 ★ 6589 BRÜCKEN.

**METALLSUCHGERÄTE** ★ Bausatz Puls-Induktions-Prinzip nur DM 129,—! Spitzengeräte namhafter Hersteller zu Superpreisen. Vorführgeräte-Gebrauchtgeräte-Markt-Inz.nahme. Ausführliche Infos gegen 4,— in Briefmarken bei: HD-Sicherheitstechnik, Dipl.-Ing. Harald Dreher, Postf. 1431, 2350 Neumünster, Tel. 043 21/8 43 32 ★

**elrad-Reparatur-Service!** Abgleichprobleme? Keine Meßgeräte? Verstärker raucht? Wir helfen! „Die Werkstatt“ für Modellbau und Elektronik. Wilhelminenstr. 39, 3000 Hannover 91, Tel. 05 11/2 10 49 18. Geschäftszeiten: Mo.—Fr. 9.00—12.00/15.00—18.00.

Preiswerte Spitzenqualität und ein enormes Preis/Leistungsverhältnis bieten alle, aber wir können es auch hörbar demonstrieren. U. a. haben wir fünf Modelle mit Görlich-Podsuzs-Lautsprechern vorführbereit. Probhören (auch mit eigenen Platten und Referenzboxen) erwünscht.

Liste der lieferbaren Bausätze und Chassis anfordern.

## GDG Lautsprecher. GmbH

Steinfurter Str. 37  
4400 Münster  
Tel. 02 51/27 74 48

Öffnungszeiten:  
Mo—Fr 14—18 Uhr  
Sa 10—14 Uhr

### UNSER ANGEBOT! UNSER ANGEBOT! UNSER ANGEBOT!

Bauteilesortiment ca. 80 Teile  
Trans. Kühlk. Tastensatz  
LED Trimmer Elko  
Computerplatten  
solange Vorrat nur **DM 25,—**

C-Meter elrad 1/87  
incl. Quarzz. + Netz.  
**nu DM 85,—**  
Autopilot elrad 3/87  
**nu DM 14,—**

Versand per Nachnahme zzgl. Versandkosten

Elektronik Andreas Johannes - Tel.: (068 36) 29 34  
Carlo-Schmid-Straße 4 - 6636 Überherrn

## THE SUPERGATE

Unser Bestseller jetzt als Bausatz  
**VCA-NOISEGATE**

superschnell, studiotauglich,  
kein Knacken, kein Flattern mehr,  
Hold, Wait, Ducking, Keyinput,  
durchstimmbare Hoch +  
Tiefpaßfilter im Steuerweg.  
Die Sensation:

**pro Kanal 139,50 DM**

Sofort Info-Handbuch anfordern!

### blue valley Studiotechnik

Saure + Klimm GBR  
Germaniastr. 13, 3500 Kassel  
Tel. 05 61/77 04 27

## KOSTENLOS

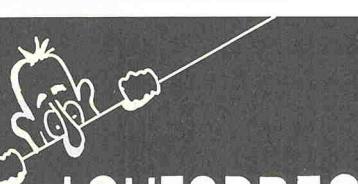
erhalten Sie unseren  
200 Seiten starken Katalog  
mit über 10 000 Artikeln

8660 Münchberg  
Wiesenstr. 9  
Telefon  
0 92 51/60 38

Wiederverkäufer Händlerliste schriftlich anfordern.

### Katalog-Gutschein L

gegen Einsendung dieses Gutscheincoupons erhalten Sie kostenlos unseren neuen Schuberth electronic Katalog 86/87 (bitte auf Postkarte kleben, an obenstehende Adresse einsenden)



Vom kleinen  
**PUNKTSTRAHLER**,  
bis zur großen  
**TRANSMISSION-LINE**

## LAUTSPRECHER-KITS

vom Feinsten

LAUTSPRECHER - VERTRIEB - AXEL OBERHAGE  
Pf. 15 62 - Perchastr. 11a, D-8130 Starnberg  
Österreich: IEK AKUSTIK  
A-4490 St. Florian, Tel. 072 24/89 82  
Schweiz: OEG-Akustik  
Fabrikstr., CH-9472 Grabs

Gesamtkatalog + PL87 DM 5,—  
Preisliste 87 DM 1,60  
ÖS 15,—, sfr 2,— (BfM., Schein, Scheck)

**Wir machen keine großen Worte**  
Kommen Sie zum Klangerlebnis  
Kommen Sie zu scanspeak  
Wir lassen Sie hören

scanspeak lautsprecher vertrieb gmbh  
postfach 300466, 5060 bergisch Gladbach 1, refrath  
Wir sind dabei, auf der Audio '87 in Essen  
Empore E/C



SENSATIONELL PREISWERTE NEBELMASCHINEN  
★ LASER ★ LIGHT-COMPUTER ★ LIGHT-MASTER  
★ DIMMER-PACK ★ POWER-PACK ★ BÜHNEN-SCHEINWERFER ★ 19"-GEHÄUSE ★ VERSTÄRKER  
★ und ein weiteres, riesiges Angebot f. Bühne und Elektronik in zwei großen Katalogen. Gegen 3.— DM i. Briefm. f. Rückporto. Sofort anfordern von:  
**HAPE SCHMIDT ELECTRONIC**, Inh. Hans-Peter Schmidt  
BOX 15 52, D-7888 RHEINFELDEN 1

TASTEN- UND DESIGN-TELEFONE!!! Unterlagen gratis. 044 44/23 48.

**HÄNDLER!** Gewinn durch Multimeterverkauf nebenbei! Liste: J. Seel, Schmellerstr. 13, 8000 München 2, Tel. 089/7254801 od. 0821/421591.

**Elektronische Bauteile zu Superpreisen!** Restposten — Sonderangebote! Liste gratis: DIGIT, Postfach 370248, 1000 Berlin 37.

An dieser Stelle könnte Ihre private oder gewerbliche Kleinanzeige stehen. Exakt im gleichen Format: 8 Zeilen à 45 Anschläge einschl. Satzzeichen und Wortzwischenräumen. Als priv. Hobby-Elektroniker müßten Sie dann zwar 34,00 DM, als Gewerbetreibender 56,80 DM Anzeigenkosten begleichen, doch dafür würde Ihr Angebot auch garantiert beachtet. Wie Sie sehen.

**NEU — NEU — NEU — MUSIK PRODUKTIV's HANDBUCH FÜR MUSIKER '87**, 276 Seiten Information u. Abbildungen aus den Bereichen: PA — Studio — Keyboards — Gitarren — Bässe — Drums — Verstärker — Cases — Fittings sowie Tips, Tests u. Meinungen. Erhältlich an guten Kiosken, Bahnhofsbuchhandlungen oder direkt bei uns gegen 6,— DM i. Briefmarken. **MUSIK PRODUKTIV**, Gildestr. 60, 4530 Ibbenbüren, ☎ 05451/50010.

**STOP — STOP — STOP — STOP — STOP — STOP**  
Vertrieb elektronischer Bauteile, Bausätze, Geräte und Zubehör. EPROM-Programmierung u. Kopierung, — C64/128 Artikel —. Katalog anfordern. **LEHMANN-ELEKTRONIK**, Bruchsaler Str. 8, 6800 Mannheim 81.

**PLATINEN-EXPRESS-SERVICE** in EPOX + PERT geg. Vorl. ab 4 Pf/cm<sup>2</sup>. G. Häder, Danziger Straße 44, 7100 Heilbronn, Tel. 07131/24390 + 07066/8515.

**SMD-BAUTEILE, SMD-LUPENBRILLE, SMD-WERKZEUGE, SMD-MAGAZINE USW. AKTUELLE LISTE ANFORDERN:** LAE-NORMANN, TANNENWEG 9, 5206 NEUNKIRCHEN 1.

Autoradio/Lautsprecher, Frequenzweichen, Fertiggehäuse, Bausätze. Umfangreicher Katalog gegen 10,— DM (Scheck o. Schein, Gutschrift liegt bei). Händleranfragen erwünscht. Tännele acoustic, Schusterstr. 26, 7808 Waldkirch, 07681/3310.

**„METALLORTUNG MIT DETEKTOREN“** Das neue Buch sagt, wie's geht. Gratis-Info Tel. 0234/797878.

**Elektronik aktuell / Bio-Elektronik.** Katalog gratis / 04444/2348.

**PROFESSIONAL ELEKTRONIC PARTS.** Versand alter elektronischer Artikel. Entwicklung und Herstellung elektronischer Geräte. Postfach 901, 4250 Bottrop, Telefon 02041/28954.

**LEITERPLATTENHERSTELLUNG** Bestückungs- und Lötarbeiten **BAUTEILE-BESCHAFFUNG**. Günter Noffke, In der Bucht 18, 3360 Osterode, Tel. 05522/82969.

Zu kaufen 2 Delta-Delay betriebsfertig aufgebaut und geprüft, Preis VHS. Hans Wagner, Tel. 0721/786301 tägl. bis 24 Uhr.

**!!!!!!KOMMEN AUCH SIE ALS AUSSTELLER!!!!!!** vom 4.—6. 9. in das Dreiländereck nach Saarbrücken zu den 4. **ELEKTRONIK & COMPUTERTAGEN SAAR**, der Verkaufs- & Informationsmesse!!!! INFO: Computertage, PF. 101260, 6620 Völklingen.

**Computer — Rechner — Schreibmaschinen — Drucker.** Katalog gratis / 04444/2348.

**Super Bauteilesortiment** Inh.: u. a. Hochleistungs trans. Kleintrans. Tastensatz Kühlk. LED ELKO's Trimmer Computerpl. usw. nur **DM 25,—** solange Vorrat. Versand per NN. zzgl. Versandk. Rückgabeberecht. **SEBA Elektronik** A. Johannes, C.-Schmidt-Str. 4, 6636 Überherrn, Tel. 06839/2934.

**Drahtlos löten:** Lötkolben mit eingeb. NC-Akkus kompl. mit Lötkolbenständer, Abstreifschwamm und VDE-Ladegerät. Beleuchtete, gehärtete, feine Lötspitze. Mit voller Ladung ca. 200 Löt., max. Spitzentemp. 400 °C. Aufheizzeit ca. 20 Sek. L. ca. 21 cm. Ideal für jeden Bastler, Modellbauer usw. nur 49,— DM. **Heimcomputer** Sinclair ZX 81: Einer der erfolgreichsten Heimcomp. der Welt, 16kRAM, Anschlüsse für Monitor/Fernseher/Printer/Joystick/Datasette. Kompl. mit Netzteil, Handbuch und 6 div. Programmen nur 129,— DM. Versand per Nn., Rückgabeberecht. R. Ambrozy-Electronic, Ulfenstr. 29D, 6963 Ravenstein. Hohinteressanten Katalog gegen 2,— DM in Briefmarken.

**AUDIO- UND VIDEOGERÄTE** zu super Versandpreisen. Tel. 04444/2348.

**DER ETWAS ANDERE WENZ IST DA!** Elektronik, Hifi und Musikerzubehör nur noch von EWS-Equipments. Als qualifizierter Spezialversender sind wir Ihr Partner. Markenprodukte zu Tiefstpreisen. Bauteile von EWS passen, funktionieren, halten durch. Garantiert. Sonderliste anfordern! Natürlich kostenlos! **EWS-Equipments**, Ekkehard Wenz Sound, Postfach 322, 7128 Lauffen.

**Alles rund ums Telefon!!!!!!** Katalog gratis / 04444/2348.

**BOXEN & FLIGHTCASES „selber bauen“!** Ecken, Griffe, Kunstleder, Aluprofile, Lautsprecher, Hörner, Stecker, Kabel, 14 Bauanleitungen für Musiker/PA-Boxen. 72seitige Broschüre gegen 5,80 DM Schutzgebühr (wird bei Kauf erstattet, Gutschrift liegt bei). **MUSIK PRODUKTIV**, Gildestraße 60, 4530 Ibbenbüren, ☎ 05451/50010.

**MULTIMETER!** z. B. HungChang HC-775 DM 119,—. Liste bei J. Seel, Schmellerstr. 13, 8000 München 2, Tel. 089/7254801 FR. 16—20 h oder 0821/421591.

## SSMT-Synthesizer-ICs

neue Produkte + neue Preise

2134 Low — noise — Op-Amp	DM 5,40
2024 vierfach VCA	DM 19,50
2015 Mikrofon-Vorverstärker,	
ultra — low — noise 1.3 nV/Hz	DM 21,50

Preiseinken bei allen Typen!

**Klaviaturen:**  
**KK 44** 44-Tasten-Klaviert mit fertig montiertem Kontaktatz in Matrixanordnung nur DM 99,00

**PK 4** 4-fach polyphones Keyboard-Interface, passend zu KK 44, montiert: uni, poly, split; fertig aufgebaut ..... nur DM 149,00

### NEU: SMD-Bauteile

in Einzelstückzahlen für den Hobby-Anwender. Der Einsatz in die SMD-Technik muss nicht teuer sein! Wir liefern alles, was man dazu braucht: vom Widerstand bis zum Know-how!

Kompletter Einstiegs-Kit (inkl. Bausatz) ab DM 35,00

Informationsmaterial anfordern!

### ING.-BÜRO SEIDEL

Inh.: Dipl.-Ing. Ulf Seidel

Postfach 3109, D-4950 Minden, Tel. 0571/21887

## Super-Preise

### Das Angebot des Monats

2N2055	1,64	BC161	0,64
2N1613	0,58	BD139	0,62
BC108B	0,38	BD140	0,58
BC109C	0,40	BU208	3,40
BC160	0,62	BU256	3,30
BY255	0,31	IN4148	0,06
1N4007	0,11		
3 und 5 mm grün, gelb			0,19
3 und 5 mm rot			0,18
7805	0,82	7905	0,91
7808	0,91	7912	1,00
7812	0,82	7915	1,18
TBA920S	2,27	NE555	0,75
TBA800	1,36	LM324	0,69
TBA120S	1,33	TL061	1,18
TDA1770	7,28	TL081	1,15
TDA2002	2,00	UA741	0,81

Frequenzräder bis 1000 MHz ..... nur 534,30 DM

Fordern Sie Prospektmaterial an bei:

Vers. p. NN + Porto u. Verp.  
Lieferung solange Vorrat reicht.  
Inhaber: Rainer Degen

**RD-ELEKTRONIK**  
Bruno-Werntgen-Str. 8e  
5205 St. Augustin 2

## concave ceramic

**Hochtonsystem C<sup>2</sup>11**  
in Musterstückzahlen bereits lieferbar

Infos: Thiel GmbH  
Dürerstraße 11, 6650 Homburg, Tel. 06841-74608



## Profi- u. Hobby-Elektroniker!

Auf dieses Zeichen sollten Sie in Zukunft achten!

Komplett-Selbstbausysteme  
— Garantie für  
Qualität und Dynamik

**selbstbau**

Lautsprecher-  
EV Electro-Voice  
a MARK IV company  
Larchenstraße 99, 6230 Frankfurt 80

Name \_\_\_\_\_  
Straße \_\_\_\_\_  
PLZ/Ort \_\_\_\_\_

Katalog anfordern  
gegen DM 5,—  
in Briefmarken

## Selbstbauboxen - Video-Möbel



® D-7520 BRUCHSAL  
Tel. 072 51-723-0

Video-Kassetten-Lagerung in der Wohnung

Komplette Videotheken-Einrichtungen ● Compact-Disc Präsentation + Lagerung

## kostenlos!

mit umfangreichem Halbleiterprogramm (ca. 2000 Typen)

gleich anfordern bei:

Albert Meyer Elektronik GmbH, Abteilung Schnellversand  
Postfach 110168, 7570 Baden-Baden 11, Telefon 0 72 23/520 55  
oder in einem unserer unten aufgeführten Ladengeschäfte abholen.  
Baden-Baden-Stadtmitte, Lichtenwalder Straße 55, Telefon (0 72 21) 2 61 23  
Recklinghausen-Stadtmitte, Kaiserwall 15, Telefon (0 23 61) 2 63 26  
Karlsruhe, Kaiserstraße 51 (gegenüber UNI Haupteingang),  
Telefon (0 72 1) 37 71 71

# Man trifft sich auf der 12. Intern. Amateurfunk-Ausstellung

mit 38. Bodenseetreffen des DARC

**19.-21. 6. 1987**

Friedrichshafen  
Messegelände  
Fr. und Sa. 9-18 Uhr,  
So. 9-16 Uhr



**ham radio**

Die größte in  
Deutschland für die  
Amateure in Europa.  
ham radio – das  
Spitzenangebot aus der  
Funk-, Elektronik- und  
Mikrocomputer-Technik.



## Leiterplattenherstellung

einseitig, doppelseitig durchkontaktiert, verzinnt, Lötstop- und Positionsdruck, elektronisch geprüft im eigenen Haus. Layout nach Schaltplan.

**Horst Medinger Electronic**

Leiterplattentechnik

5300 Bonn 3, Königswintererstr. 116, Tel. 0228/465010

**Achtung Sonderangebot:** Werkzeugsatz 29 teilig, Kreuzschlitz, Steckschl., Mutternschl., Imbusschl., in Plastikboxen u. 3stufige Gewindeschrauben M3M4M5 sowie unseren 140seitigen Katalog für nur **24,50 DM** + 4 DM Porto, Verp., Vorauskasse o. Nachnahme:

Norbert Grzegowsky, Mail-Order-Service, Rheinstr. 15-17, 6228 Eltville 2, Tel.: 06123/61642, Rückgabekasse.

## Firmenverzeichnis zum Anzeigenteil

albs-Alltronic, Ötisheim	67	Hados, Bruchsal	83	Oberhage, Starnberg	82
AME-Elektronik, Bonn	80	HAM RADIO, Friedrichshafen	84	Open Air, Hamburg	65
A/S Beschallungstechnik, Schwerte	67	HAPE SCHMIDT, Rheinfelden	82	Pöschmann, Köln	67
Audax-Proraum, Bad Oeynhausen	47	Heck, Oberbettingen	13	pro audio, Bremen	65
audio creative, Herford	80	hifisound lautsprechervertrieb, Münster	65	RD-Elektronik, St. Augustin	83
AUDIO DESIGN, Essen	80	Hifi Studio „K“, Bad Oeynhausen	69	Reichelt, Wilhelmshaven	21
AUDIO ELECTRIC, Salem	85	high tech, Dortmund	50	RIM, München	81
Beckmann, München	69	Iser, Eiterfeld	9	SALHÖFER, Kulmbach	19
BEWA Meßgeräte, Holzkirchen	88	Joker Hifi-Speakers, München	81	Sandri, Aachen	81
blue valley, Kassel	82	jodo-electronic, Dornheim	80	scan-speak, Berg-Gladbach	82
Böhm, Dr., Minden	19	Kirchmeier Verlag, Weingarten	81	SEBA-Elektronik, Überherrn	82
Burmeister, Rödinghausen	15	Klangbau, Bielefeld	65	Seidel, Minden	83
Diesselhorst, Minden	7	klein aber fein, Duisburg	65	SOAR, Ottobrunn	59
Eggemann, Neuenkirchen	7	KLEIN, M., Elektronik, Neuhausen	72	Soundlight, Hannover	69
Electronic am Wall, Dortmund	80	KONTAKT-CHEMIE, Rastatt	31	Späth, Holzheim	85
Electr.Hobby Versand, Dortmund	72	KR-Akustik, Hüllhorst	59	SCHUBERTH, Münchberg	82
Electro-Voice, Frankfurt	83	Kugler, Gerstetten	69	Stippler, Bissingen	65
Elektor-Verlag, Aachen	47	LECH-TECHNICS, Kerpen-Türnich	47	Straub, Stuttgart	59
elektroakustik, Stade	80	LSV, Hamburg	72	Tektronix, Köln	31
Elektronik Studio, Lorsch	81	Mc Entire, Hannover	81	Tennert, Weinstadt-Endersbach	81
EMCO Maier, Siegsdorf	50	Meyer, Baden-Baden	83	THIEL, Homburg	83
EXPERIENCE electronics,		mivoc, Solingen	21	Völkner, Braunschweig	87
Herbrechtingen	7	Müller, Stemwede	72	Zeck Music, Waldkirch	67
Friedewald, Wuppertal	81	Müter, Oer-Erkenschwick	81		
GDG, Münster	82	Neuschäfer, Frankenberg-Eder	85		
Gottschlich, Nürnberg	83				
Grzegowsky, Eltville	84				

### Impressum:

elrad  
Magazin für Elektronik  
Verlag Heinz Heise GmbH  
Bissendorfer Straße 8  
Postfach 610407  
3000 Hannover 61  
Telefon: 0511/53 52-0  
Telex: 923173 heise d  
Telefax: 0511/53 52-129  
Kernarbeitszeit 8.30-15.00 Uhr

Technische Anfragen nur mittwochs 9.00-12.30 und 13.00-15.00 Uhr unter der Tel.-Nr. (0511) 53 52-171

Postgiroamt Hannover, Konto-Nr. 93 05-308  
Kreissparkasse Hannover, Konto-Nr. 000-019968  
(BLZ 250 502 99)

Herausgeber: Christian Heise

Chefredakteur: Manfred H. Kalsbach

Redaktion: Detlev Grönning, Johannes Knoff-Beyer,  
Thomas Latzke, Michael Oberesch, Peter Röbke

Ständiger Mitarbeiter: Eckart Steffens

Redaktionssekretariat: Lothar Segner

Technische Assistenz: Hans-Jürgen Berndt, Marga Kellner

Grafische Gestaltung: Wolfgang Ulber,  
Dirk Wollschläger

Fotografie: Lutz Reinecke, Hannover

### Verlag und Anzeigenverwaltung:

Verlag Heinz Heise GmbH  
Bissendorfer Straße 8  
Postfach 610407  
3000 Hannover 61  
Telefon: 0511/53 52-0  
Telex: 923173 heise d  
Telefax: 0511/53 52-129

Geschäftsführer: Christian Heise, Klaus Hausen

Objektleitung: Wolfgang Penseler

Anzeigenleitung: Irmgard Ditgens

Disposition: Gerlinde Donner-Zech, Birgit Klisch,  
Sylke Teichmann

### Anzeigenpreise:

Es gilt Anzeigenpreisliste Nr. 9 vom 1. Januar 1987

Vertrieb: Anita Kreutzer

Bestellwesen: Christiane Gonnermann

Herstellung: Heiner Niens

### Satz und Druck:

Hahn-Druckerei, Im Moore 17, 3000 Hannover 1  
Ruf (0511) 708370

elrad erscheint monatlich.

Einzelpreis DM 6,-, 8S 52,-, sfr 6,-

Das Jahresabonnement kostet DM 60,- inkl. Versandkosten und MwSt.

DM 73,- inkl. Versand (Ausland, Normalpost)  
DM 95,- inkl. Versand (Ausland, Luftpost).

### Vertrieb und Abonnementsverwaltung

(auch für Österreich und die Schweiz):

Verlagsunion Zeitschriften-Vertrieb

Postfach 5707

D-6200 Wiesbaden

Ruf (06121) 266-0

Eine Haftung für die Richtigkeit der Veröffentlichungen kann trotz sorgfältiger Prüfung durch die Redaktion vom Herausgeber nicht übernommen werden. Die geltenden gesetzlichen und postalischen Bestimmungen bei Erwerb, Errichtung und Inbetriebnahme von Sende- und Empfangseinrichtungen sind zu beachten.

Die gewerbliche Nutzung, insbesondere der Schaltpläne und gedruckten Schaltungen, ist nur mit schriftlicher Genehmigung des Herausgebers zulässig. Die Zustimmung kann an Bedingungen geknüpft sein.

Honorierte Arbeiten gehen in das Verfügungsberecht des Verlages über. Nachdruck nur mit Genehmigung des Verlages. Mit Übergabe der Manuskripte und Bilder an die Redaktion erliegt der Verfasser dem Verlag das Exklusivrecht.

Sämtliche Veröffentlichungen in elrad erfolgen ohne Berücksichtigung eines eventuellen Patentschutzes. Warennamen werden ohne Gewährleistung einer freien Verwendung benutzt.

Printed in Germany

© Copyright 1987 by Verlag Heinz Heise GmbH

**ISSN 0170-1827**

Titelidee: elrad

Titelfoto: Lutz Reinecke, Hannover



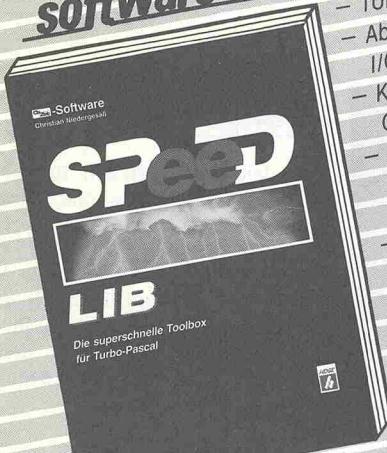
Verlag  
Heinz **HEISE** GmbH  
Bissendorfer Straße 8  
3000 Hannover 61

# SPEED.LIB

Die Toolbox der neuen Generation super-schnell und schlüsselfertig für Turbo-Pascal

So schnell, daß nicht jede Bildschirmkarte mitkommt! — Wir liefern natürlich für diesen Fall eine Bremse mit.  
So optimiert, daß sich bei über 100 Routinen der Programmspeicher um nur 5K. verringert.

**software**



— Paßwortverwaltung — Taschenrechner — Leistungsfähiger Maskeneditor (wird im Source-Code mitgeliefert) u.v.m.  
Voll kompatibel zu SPEED.ACCESS

Best.-Nr. 51820

DM 148,-

SPEED.LIB stellt diverse I/O-Routinen zur Verfügung. Der Bildschirm I/O konnte um ca. 2000% (!) beschleunigt werden. Neben diversen Grundfunktionen erhält der Benutzer auch mehrere interaktive Funktionen wie Taschenrechner, Tastaturre programmierung, Deviceumschaltung, Errorhandling usw.

Verleihen auch Sie Ihren Turbo-Pascal-Programmen ein profes sionelles Aussehen und die entsprechende Geschwindigkeit! SPEED.LIB ist die Turbo-Pascal Library mit umfangreichem deutschem Handbuch, die besonders zur Entwicklung kauf männischer Anwendungen geeignet ist.

Im Fachhandel oder direkt beim Verlag erhältlich.  
Händleranfragen willkommen.

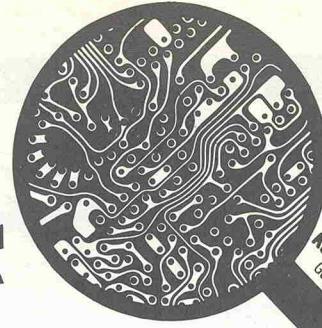
SL 2.2

Lupenreine  
Leiterplatten  
herstellen mit  
Materialien und  
Geräten von

**NEUSCHÄFER**  
ELEKTRONIK

Wilfried Neuschäfer

Postfach 1350 • Wolfspfad 3  
D-3558 Frankenberg • Eder  
Tel.: 06451-6484



Kostenlos erhalten Sie unsere  
Gesamtliste — gleich anfordern

## Ehrensache, . . .

dass wir Beiträge und Bauanleitungen aus inzwischen vergriffenen elrad-Ausgaben für Sie fotokopieren.

Wir müssen jedoch eine Gebühr von DM 5,— je abgelichteten Beitrag erheben — ganz gleich wie lang der Artikel ist. Legen Sie der Bestellung den Betrag bitte **nur in Briefmarken** bei — das spart die Kosten für Zahlschein oder Nachnahme. Und: bitte, Ihren Absender nicht vergessen.

Folgende elrad-Ausgaben sind vergriffen:

11/77, 1-12/78, 1-12/79, 1-12/80, 1-12/81, 1-5/82, 1/83, 5/83, 12/83, 1/84, 2/84, 3/84, 8/9-84, 10/84, 3/85, 5/85, 11/85, elrad-Special 1, 2, 3 und 4, elrad-Extra 1 und 2.

elrad - Magazin für Elektronik, Verlag Heinz Heise GmbH  
Postfach 6104 07, 3000 Hannover 61

**HEISE**

## SORTIMENTE

R-1	1000 R 1/8-1/2 W, je Wert einz. verp.	6,-
R-2	100 R 1-5 Watt, Schicht & Draht	4,-
R-3	200 R Toleranz max. 2%, Kohle & Metallschicht	4,-
R-4	1000 R vorgeformt	4,-
R-5	50 R 1 bis 25 W, 0,068 bis max. 10 Ohm	6,-
C-1	100 C MKT,MKS FKC Raster 5 bis 15 mm bis 1 µF	6,-
C-2	200 C wie 1, zgl. axial Baiform	9,-
C-3	30 C MKT,FKC MP 1 bis 4 µF, für Frequenzweichen	10,-
C-4	30 C bipolare Tonfrequenzkoil bis 100 µF	10,-
C-5	100 C Keramik Scheiben, EDPU, Z-5U, NPO usw.	5,-
C-6	100 C ELKO, radiale Printaufst. bis 4700 µF	7,-
C-8	10 C Becherelko, bis 4700 µF, mind. 35 V	10,-
C-9	100 C TANTAL ax. & rad. bis 470 µF	8,-
A-1	50 IC, TTL, MOS, lin. Comp. LSL usw.	8,-
A-2	100 Transistoren, Kleinsignal bis Power	8,-
A-3	100 Z Dioden, 0,2 bis 10 Watt	8,-
A-4	100 Dioden 4148 bis 30 A Powertypen	6,-
A-5	30 C MOS Serie 40, .845...	6,-
A-6	30 TTL & LSL	6,-
A-8	10 Spannungsregler, fest & einstellbar	10,-
A-9	3 LM-317 K & Datenblatt	10,-
R-10	8 LM-317 LZ & Datenblatt	10,-
L-1	5 Transformatoren (220 V) & Übertrager	6,-
S-1	10 Tastensets für 220 V	6,-
S-2	20 Druck und Schiebeschalter	6,-
M-1	ca. 500 Schrauben und Muttern M-2.5 bis M-6 5,-	5,-
M-2	ca. 200 Schrauben und Muttern bis M-2,6	5,-

### PRÄZISIONSVOLLARBEITER

Schaft 1/8" (3,17 mm) zum Bohren von Leiterplatten. Gesamtlänge 38 mm. Durchmesser 0,6 bis 2,5 mm in 0,1 mm Staffelung und 3,2 mm. Neue Ware aus laufender Fertigung. TOP EWG Produkt. Stück: 4,40, 10 St. 38,-.

dito gebraucht, Schneiden einwandfrei, Schaft 3 mm, Länge 30 mm, Durchmesser 1,05 mm. 10 St. DM 15,-.

Alle Bauteile neu und original gestempelt, kein Schrott oder Ausbau.

VERSAND sofort ab Scheune per NN, zzgl. DM 8,- Postgeb. Inland, 15,- Postgeb. Ausland. Bohrversetzungen zzgl. DM 2,- je 10 Bohrer für Spezialverpackung + DM 6,- für Postgebühren. Telefonservice bis 20 Uhr. Liste (soweit vorhanden) kostenlos.

**ELEKTRONIK  
VOM  
BAUERNHOF**  
Eva Späth, Ostertalstraße 15  
8851 Holzheim  
Ruf: 0 8276-18 18, FS 5 3865



**Musik  
Elektronik**

**CASIO CZ-101**

Unser Tiefpreis:

**DM 679,-**

Netzteil AD-5, DM 45,-



\* 8-stimmiger Synthesizer \* 8 Wellenformen \* 3x16-stufige Hörerabstimmgeräte für DCO, DCF und DCA \* MIDI Monitor-Modus \* 32 Soundspeicher \* frei programmierbar \* LCD Display \* 4 Oktaven Tastatur \* Portamento \* Erweiterung ü. Cartridge. \*

**KORG KMS-30**

Unser Tiefpreis:

**DM 299,-**



Synchronizer, um DIN-Sync Geräte wie DOM-110/220, MC-202 etc. mit MIDI zu steuern. Sync-Synchronizer, um MIDI u. Sync-Geräte von einer Bandmaschine zu steuern. ★ 1xMIDI-In, 2xMIDI-Out, 1xSync-In, 2xSync-Out ★ Sync-Geräte lassen sich in der Geschwindigkeit halbieren bzw. verdoppeln ★ Lieferung incl. Netzteil u. Anleitung ★ Tempo-Anzeige mit LED \*

**Korg MR-16**

Unser Tiefpreis:

**DM 279,-**



MIDI Drum-Expander m. 19 digital abgesetzten Drum- u. Perkussions-Sounds. Jedes Instrument regelbar in Panorama u. Lautstärke, 16 Einzelausgänge, Ansteuerbar u. Sequenzer Keyboard, Converter o. Computer m. MIDI-Anschluß. Lieferung incl. Netzteil, 19" Adapter u. Anleitung.

**Roland CMU-800**

Unser Tiefpreis:

**DM 198,-**



In Verbindung mit einem Computer (C-64 oder Apple II) lassen sich 6 Test eingestellte Synthesizer-Stimmen sowie 1 Prezisionsinstrument sequenziell ansteuern. ★ 8500 Noten Spezialpazifat. ★ Zusätzlich 8 CV/Gate-Ausgänge zum ansteuern monophonen Synthesizer wie z. B. Formant, SH-101, Mini-Moog etc. ★ Einzel- und Summenausgang. ★ 220-Volt Anschluß. ★ CMU-800 m. Diskette + Interface f. Apple II  
CMU-800 m. Diskette + Interface f. Apple II  
CMU-800 m. Cassette + Interface f. Apple II

**DM 198,-**

**DM 198,-**

Restposten: Roland JSO-60, programmierbarer 2000-Noten-Sequenzer ★ Real-Time und Schritt-für-Schritt-Aufnahme ★ Sync-Buchse zur Synchronisation mit DDM-110/220 etc. ★ Cassetten-Interface ★ Incl. DCB-Kabel nur **DM 198,-**

Begrenzte Stückzahlen ★ Schnellversand per Post, Nachnahme ★ Alle Geräte originalverpackt mit Garantie ★ Auführliches Informationsmaterial gegen DM 2,- in Briefmarken.

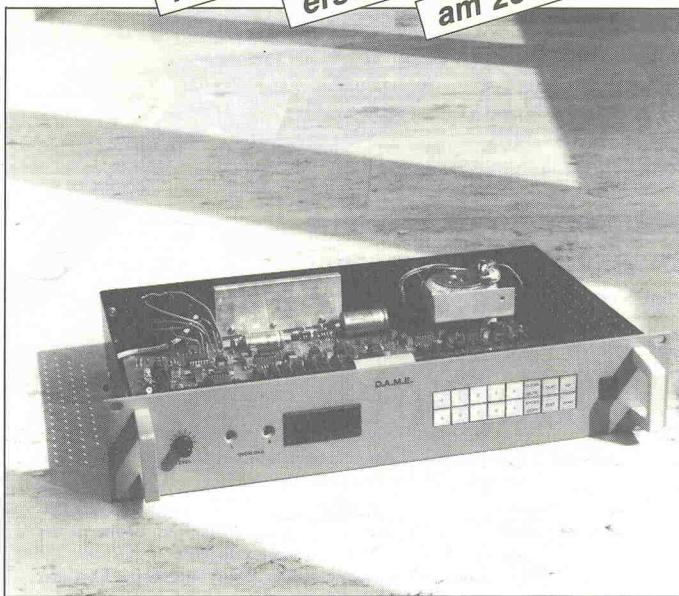
**AUDIO ELECTRIC**

Inh. Daniel Hertkorn ★ 7777 SALEM  
Postfach 1145 ★ Tel.: 0 75 53/6 65

Heft 6/87

erscheint

am 25. 5. 1987

**D.A.M.E.**

Hinter dieser Bezeichnung verbirgt sich ein professioneller,  $\mu$ P-gesteuerter Musikprozessor, der keine Wünsche mehr offenlässt.

Als Gitarrist oder Keyboarder werden Sie der D.A.M.E. bestimmt keinen Korb geben ...

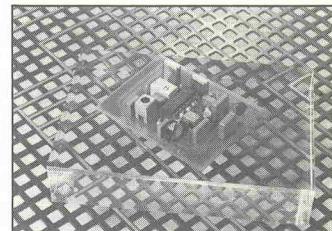


**Die 640-KByte-RAM-Grenze in PC/AT lässt sich unter DOS zur Zeit nur mittels Expanded Memory überschreiten, zum Beispiel mit speziellen RAM-Karten (Above Boards), aber auch per Software und Massenspeicher!**

**CAD wird auch für Hobbyisten langsam erschwinglich. Wir haben einige Programme für PC, Amiga und Atari ST untersucht.**

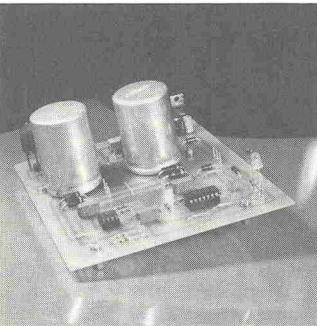
**HF-Bau-****kasten 2**

Hier geht's so recht zur (HF-)Sache: Selbst die getrennt aufgebauten AM- und FM-Demodulatorplatten stellen jeweils einen kompletten Superheterodyne-Empfänger dar.

**Der Trafo, das unbekannte Wesen**

Die vielen Anfragen zum Thema Ausgangstransformator — speziell RÖH 2 in Heft 11/86 — haben uns veranlaßt, einem

kompetenten Autor das Wort zu erteilen: Gerhard Haas erklärt die getränkten Drahtwickel!

**Dualnetzgerät**

Mit leicht erhältlichen Bauteilen lässt sich dieses Netzgerät aufbauen, das eine Doppelspannung zwischen 0 und  $\pm 25$ V bei Lastströmen bis zu 2 A liefert. Es verfügt über einen Überlastschutz, und ein Meßinstrument zeigt beide an den Ausgangsklemmen anstehenden Spannungen an.

**c't 5/87 — jetzt am Kiosk**

Test: 4 CAD-Programme für PCs im Vergleich ★ Projekt: ECB-Prototyper, 5 1/4"-Drives an CPC 6128 unter CP/M Plus, Zusatzports für CPC, beliebige Diskettenformate für IFC-Karte ★ Software-Know-how: Multitaskingfähiger Text-Editor in PEARL.

**Input 4/87 — jetzt am Kiosk**

Isolieren statt heizen: Wärmebedarfs-Berechnung für jede Wohnung ★ Die SuperZoom-Sensation: Fernsehbild ohne den bisher typischen Rahmen ★ Interaktiver Maschinensprache-Kurs Teil 2: Flaggen zeigen ★ ReAssembler für INPUT-Ass. ★ u.v.a.m.

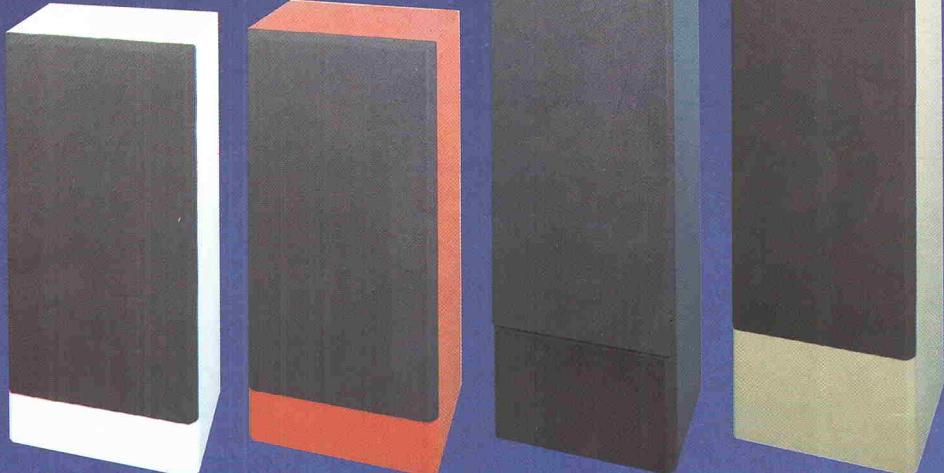
**Input 5/87 — ab 4. Mai am Kiosk**

Volkszählung '87 — eine statistische Simulation zum Re-Identifizierungs-Problem ★ Speed-Backup — Disketten in 60 Sekunden kopiert ★ Byte-Compactor — Verkürzung der Programme ★ INPUT-Assembler-Schule — Teil 3: Bit-Manipulation und Prozessor-Stack ★ Pyramidon — ein Strategiespiel gegen die laufende Uhr ★ u.v.a.m.

**c't 6/87 — ab 14. Mai am Kiosk**

Projekte: 16-Bit-Aufrüstung für C64 mit 65SC816 ★ RGB-FBAS-Wandler ★ Report: Stand der Expertensysteme ★ Programme: Lösen von Redox-Gleichungen in BASIC ★ Software-Know-how: Spline-Interpolation ★ Schnelle Wurzelberechnung in Z80-Code ★ u.v.a.m.

Denver  
New Orleans  
Ohio



0704134 Denver 0704143 Denver 0704116 Ohio 0704125 Ohio

- \* Ein bisher nicht gehörtes Klangerlebnis jetzt zum erschwinglichen Preis
- \* Diese Anlage richtet sich nach Ihrer persönlichen Raumgestaltung
- \* So sind Sie bei der Plazierung flexibel wie nie zuvor

Für die Abstrahlung tiefster Töne genügt eine Box (**Subwoofer**). Bässe unter 200 Hz sind vom menschlichen Gehör nicht ortbar und kommen scheinbar ohne Richtung von überall her. Die Aufstellung kann also in der Ecke, neben einem Schrank oder hinter einer Gardine geschehen. Mittlere und hohe Tonlagen werden stereofon mit zwei kompakten Satelliten-Lautsprechereinheiten (z.B. Denver-Serie) wiedergegeben. Sie sehen, daß so viel Platz und Kosten gespart werden bei noch größerem Hörgefühl. Die Breite der New-Orleans ist übrigens genau abgestimmt zum Auftürmen von HiFi-Anlagen.

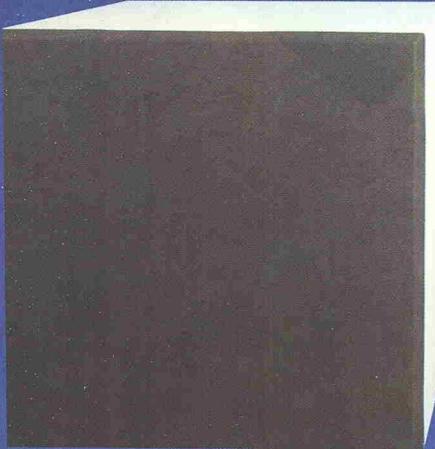
#### RENKFORCE®-60-Watt-HiFi-Subwoofer-Box-Aktiv-Plus „New Orleans-Series“:

Kompakter aktiver Subwoofer mit integrierter 60-Watt-Endstufe. Anschluß an Lautsprecherpaar „B“ oder Tape-Ausgang des Verstärkers. Transportabel durch 4 Rollenfüße. Attraktiv gestalteter abnehmbarer Frontrahmen. LED-Einschalt-Kontrolle auf der Frontseite. Kräftiger Langhub-Tieftöner 300 mm Ø. Geschlossenes Holzgehäuse. 60 W Musik, 35 Watt Sinus, Freq.-Ber. 20–200 Hz. Empfindlichkeit (RCA) 200 mV/100 Hz. Imp. 50 kΩ S/N ratio 85 dB, Netz 220 V/50 Hz, kompl. Baßbox. B×H×T: 422×422×350 mm mit integriertem Verstärker, Subwoofer kann bei abgeschalteter Stereoanlage in Betrieb bleiben, da minimaler Stromverbrauch. Das Subwoofer-System ist auch bei vorhandenen HiFi-Anlagen einsetzbar (Anschluß an Lautsprecherpaar „B“).

**nur 398,- DM**

Best.-Nr.	Bezeichnung	Ausführung
0704170	New Orleans	White-Planet
0704189	New Orleans	Red-Planet
0704198	New Orleans	Black-Planet
0704205	New Orleans	Home-Planet

**nur 98,- DM**



#### RENKFORCE®-80-Watt-HiFi-Kompaktbox „DENVER“:

Leistungsstarkes Zweiweg-System mit hochwertigem Markenchassis. Exzellente Wiedergabe über den gesamten Frequenzbereich. Hoher Wirkungsgrad auch bei kleiner und mittlerer Verstärkerleistung. Ideal in Verbindung mit „New Orleans“ Subwoofer als Satelliten-Lautsprecher. Luftdicht geschlossenes Gehäuse (Struktur). Abnehmbarer Frontrahmen. Bespannung. 160 mm Tieftonlautsprecher mit weicher Gummisicke. 60 mm Kalotten-Hochtonstrahler. Optimale Schallverteilung durch spezielle Verteiler-Linse. 80 W Musik/60 Watt Sinus an 8 Ohm. Freq.-Ber. 40–20000 Hz, 93 dB (1 W/0,5 m) Schalldruck. 2,5 m Zuleitung und DIN-Lautsprecher-Stecker. B×H×T: 220×470×180 mm.

**nur 98,- DM**

Best.-Nr.	Bezeichnung	Ausführung
0704134	Denver	White-Satellit
0704143	Denver	Red-Satellit
0704152	Denver	Black-Satellit
0704161	Denver	Home-Satellit

#### RENKFORCE®-100-Watt-HiFi-Baßreflex-Säulenbox „OHIO“:

Ob Stand- oder Regalbox, diese Einheit kennt alle Aufstellungsarten. Baßreflex-Prinzip mit voluminöser Tiefenwiedergabe bis 32 Hz. Verwendung von Markenchassis deutscher Fertigung mit leistungsstarken Magneten. Hochwertige schnelle Schwingspulen geringster Masse ideal für CD-Wiedergabe. Exakt arbeitende Frequenzweiche mit ausgewählten verlustarmen Bauteilen. Tieftonchassis 160 mm Ø mit weicher Gummisicke. Mittelton-Konus-Chassis 70×70 mm. Kalotten-Hochtonstrahler 60 mm mit Schallverteiler-Linse. 100 W Musik/80 Watt Sinus an 8 Ohm. Freq.-Ber. 32–20000 Hz, 94 dB (1 W/0,5 m) Schalldruck. 2,5 m Zuleitung und DIN-Lautsprecher-Stecker. B×H×T: 220×650×200 mm. **nur 139,- DM**

Best.-Nr.	Bezeichnung	Ausführung
0704090	Ohio-Serie	White Comet
0704107	Ohio-Serie	Red Comet
0704116	Ohio-Serie	Black Comet
0704125	Ohio-Serie	Home Comet

Als Satelliten empfehlen wir:

#### 80-Watt-HiFi-Kompaktbox „DENVER“:

Ideal in Verbindung mit Subwoofer „New Orleans“. Anschluß als Satelliten an Lautsprecherpaar „A“ des Verstärkers. 80/60 Watt, 40–20000 Hz, 93 dB (1 W, 0,5 m) Schalldruck. B×H×T: 220×470×180 mm.

**nur 98,- DM**

Best.-Nr.	Bezeichnung	Ausführung
0704134	Denver	White-Satellit
0704143	Denver	Red-Satellit
0704152	Denver	Black-Satellit
0704161	Denver	Home-Satellit

# DIGITAL MULTIMETER



zigtausendfach bewährt

garantiert  
Made in Germany



Pocket

Combi

Multimeter

- 3 1/2-stellige LCD-Anzeige mit automatischer Nullstellung, Polaritäts- und Batterieanzeige.
- HI-Ohm für Diodenmessung, LO-Ohm für Messungen in der Schaltung.
- **Hand-DMM mit hochgenauem und hochkonstantem Shunt auch im 10/20 A-Bereich, für DC und AC**
- Spezialbuchsen für berührungssichere Stecker.
- Überlastungsschutz
- Leicht zu bedienende Drucktastenreihe. Funktionell gestaltet. Farbig gekennzeichnete Knöpfe erlauben einen schnelleren Bereichswchsel.
- $V = 0,1 \text{ mV} - 1000 \text{ V}$
- $V \sim 0,1 \text{ mV} - 750 \text{ V}$
- $A = 0,1 \mu\text{A} - 10/20 \text{ A}$
- $\Omega 0,1 \Omega - 20 \text{ M}\Omega$

Zubehör

1. 9-Volt-Batterie
2. Ersatzsicherung
3. berührungssichere Meßkabel
4. Bedienungsanleitung
5. Tragetasche (nicht im Lieferumfang enthalten)

Typ	Genauigkeit	Strom	Preis	
602	0,75%	2 A	108,—	
610		10 A	128,—	
620		20 A	138,—	
6002 GS	0,5%	2 A	119,—	
6010 GS		10 A	139,—	
6020 GS		20 A	159,—	
3002	0,25%	2 A	129,—	
3010		10 A	149,—	
3020		20 A	169,—	
3510	0,1%	10 A	198,—	
3511	0,1% 45 Hz 10 kHz	10 A	258,—	
3610	0,1% TRMS	10 A	498,—	
4511	0,1% 45 Hz 10 kHz	10 A	369,—	
4511 H	0,1% 45 Hz 10 kHz	10 A	398,—	
PCM 2002	$\pm 0,1\% + 1d$	200 mA	169,—	
PCM 2003		3 A	185,—	
PCM 2003 H		3 A Hold	198,—	
Stecktasche			14,50	
Bereitschaftstasche			29,—	

Inkl. Zubehör — Lieferung per NN  
Vertretungen im In- und Ausland

- | Pocket        | Combi                      | Multimeter |
|---------------|----------------------------|------------|
| ● Auto-Range  |                            |            |
| ● DC Spannung | 200 mV—500 V               |            |
| ● AC Spannung | 2 V—500 V                  |            |
| ● DC Strom    | 20 mA—3 A                  |            |
| ● AC Strom    | 20 mA—3 A                  |            |
| ● Widerstand  | 200 $\Omega$ —2 M $\Omega$ |            |

Zubehör

- 1 Batterie
- 2 Ersatzsicherung
- 3 berührungssichere Meßkabel
- 4 Bedienungsanleitung
- 5 Prüfspitze

4511 (H)

- 4 1/2-stellige Anzeige
- Eingangsimpedanz: 10 M $\Omega$
- Durchgangsprüfer
- wahlweise Hold-Funktion (4511 H)
- sonstige Daten wie 3 1/2-stellige Meßgeräte

**BEWA**

MESSGERÄTE GMBH