

magazin für elektronik

# elrad

## Kapazitiver Alarm

Ein Feld steht Schmiere

## PWM-Netzteiltechnik

Ein Hacker sorgt für Spannung

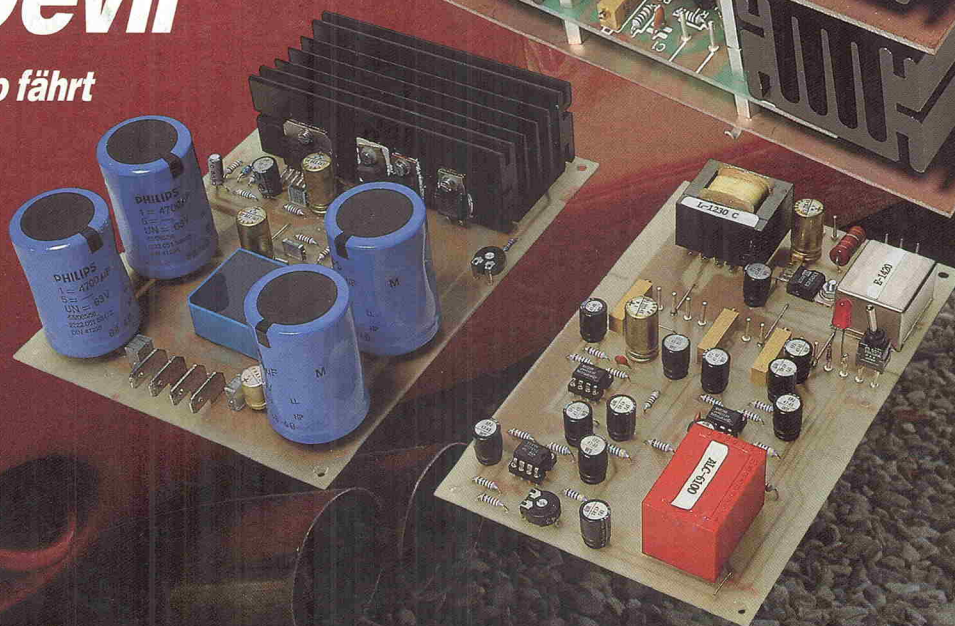
## PAL-Praxis

Die Logik der durchgebrannten Sicherung

High-End-Stufe mobil gemacht

## Car Devil

... und im Auto fährt  
der Teufel mit

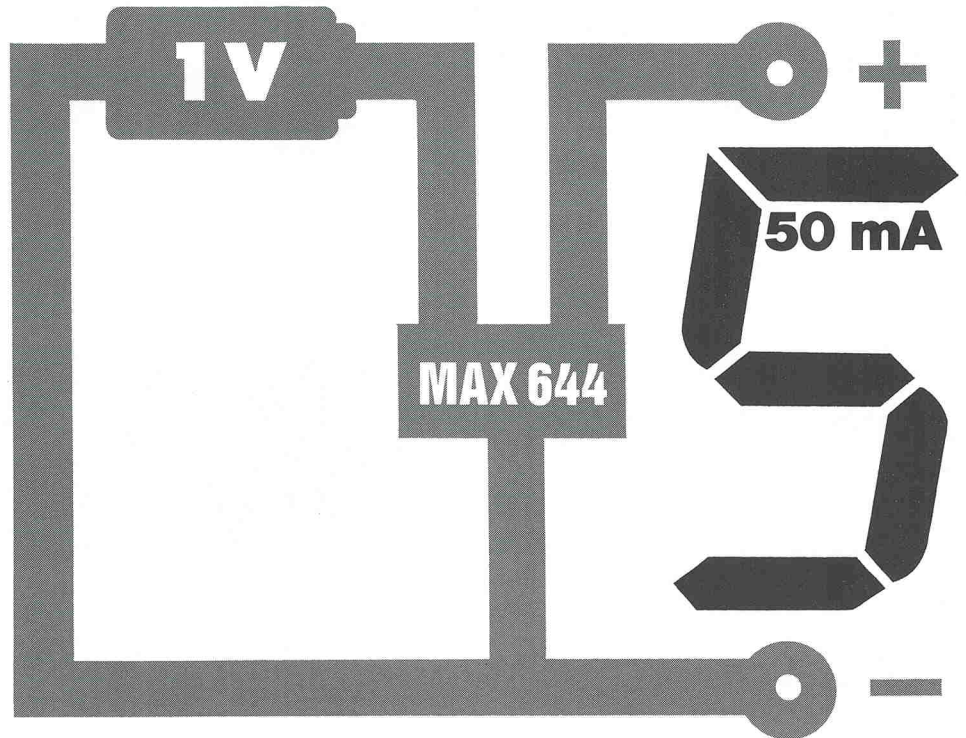




- Schwingt bei 1,15 V garantiert an
- Arbeitet bei bis zu unter 1 V, wenn Batterie fast entladen ist
- 80 Prozent typischer Wandlerwirkungsgrad
- Niedrige Bauteilezahl
- 80  $\mu$ A Ruhestrom
- Small-Outline (SO) Gehäuse

Die MAX644/5/6/7-Familie stellt die einfachste und kompakteste Lösung dar, mit höchstem Wirkungsgrad stabilisierte 5 V aus einer 1-V-Quelle zu gewinnen. Zu den Ausstattungsmerkmalen gehören:

1. Eine Stand-by-Betriebsart, in der bei einem niedrigen Betriebsstrom 5 V erzeugt werden. Über einen Kontroll-eingang kann mit Hilfe eines Schalters oder eines variablen Logikpegels zwischen Stand-by- oder Hochleistungs-betriebsart umgeschaltet werden. Ein Power-ready-Ausgang geht auf logischen High-Pegel, wenn die 5 V nach dem Einschalten oder dem Beenden der Stand-by-Betriebsart erreicht worden sind.
2. Ein interner Boost-Konverter erzeugt für das IC 12 V, um einen höchstmöglichen Umwandlungswirkungsgrad zu erreichen. Für den Anwender stehen die 12 V bei einer Stromentnahme von bis zu 100  $\mu$ A zur Verfügung.



## 1 Volt rein, 5 Volt raus.

3. Eine Batterieüberwachungsschaltung zeigt mit Hilfe eines logischen Low-Pegels an, wenn die Eingangsspannung 1,15 V unterschritten hat.

Der MAX644 wurde für den Betrieb mit Einzelzellen (Eingangsspannungen zwischen 1,15 V und 1,5 V) optimiert. Der MAX645 verarbeitet etwas höhere Eingangsspannungen, wie sie von zwei Alkali- oder einer Lithiumzelle geliefert werden. Der MAX646 verfügt

über eine Treiberschaltung für externe MOSFETs, wenn Ausgangsströme größer 50 mA benötigt werden. Der MAX647 liefert eine festgelegte Ausgangsspannung von 3 V. Die MAX644/5/6/7-Familie ist in 14-Pin-DIPs und den platzsparenden Small-Outline (SO) Gehäusen in Versionen für den kommerziellen, den erweiterten und den militärischen Temperaturbereich lieferbar.

Fordern Sie Applikationshinweise und Datenblätter an.

Bauteilbezeichnung	Stromquelle	V <sub>OUT</sub>	V <sub>IN</sub> Bereich	Ausgangsstrom	Preis/Stück bei Abnahme von 100 Stück
MAX644	NiCad Einzelzelle	5,0 V	1,15 V bis 1,35 V	30 mA bis 120 mA	10,49 DM
MAX644	Alkali Einzelzelle	5,0 V	1,2 V bis 1,55 V	30 mA bis 160 mA	10,49 DM
MAX645	NiCad Doppelzelle	5,0 V	2,3 V bis 2,7 V	47 mA bis 376 mA	10,49 DM
MAX645	Alkali Doppelzelle	5,0 V	2,4 V bis 3,1 V	46 mA bis 570 mA	10,49 DM
MAX646	Lithium Einzelzelle	5,0 V	2,6 V bis 3,6 V	50 mA bis 1 A	10,49 DM
MAX646	Einzel-/Doppelzelle	5,0 V	1,15 V bis 5,6 V	unbegrenzt	10,49 DM
MAX647	NiCad Einzelzelle	3,0 V	1,15 V bis 1,35 V	30 mA bis 120 mA	10,49 DM
MAX647	Alkali Einzelzelle	3,0 V	1,2 V bis 1,55 V	30 mA bis 160 mA	10,49 DM

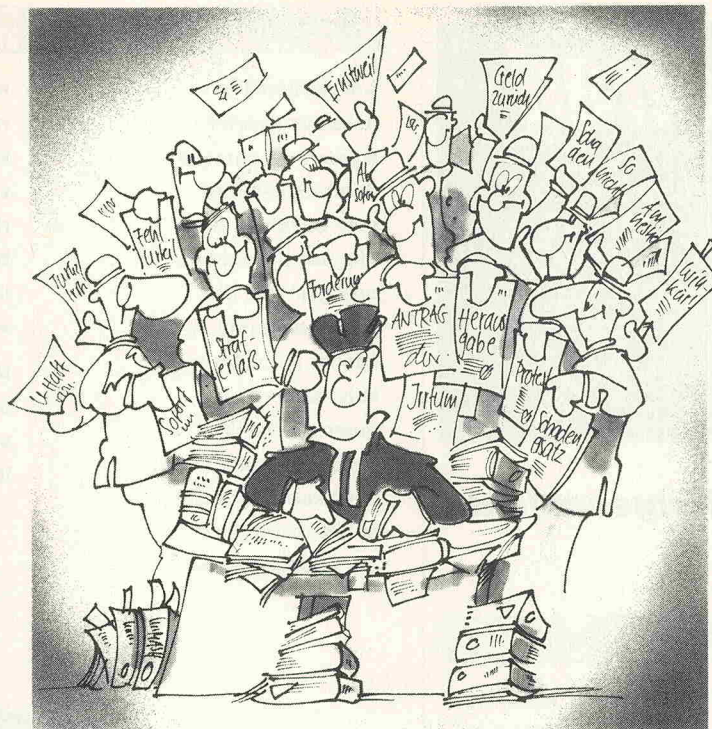
## SE Spezial-Electronic KG

3062 Bückeburg · Zentrale  
Postfach 13 08, Kreuzbreite 14  
Tel. 0 57 22/203 110 · Telex 17 572 210  
Teletex 57 22 10 · Telefax 0 57 22/20 3120

7090 Ellwangen  
Postfach 13 20 · Dr.-Adolf-Schneider-Str. 11  
Telefon 0 79 61/40 47 · Telex 17 796 110  
Teletex 79 61 10 · Telefax 0 79 61/60 30

8000 München 82  
Postfach 8 26 09 · Karl-Schmid-Straße 8  
Tel. 0 89/42 93 33-3 38 · Telex 17 898 493  
Teletex 89 84 93 · Telefax 0 89/42 81 37





## Wegnehmen gilt nicht

Schalterbeamte und Briefzusteller der Deutschen Bundespost sitzen und bewegen sich dank eingehender Prüfung fest auf dem Boden der freiheitlichen Grundordnung dieses unseren Staates. Nicht so das mit Wirkung vom 5. Januar 1987 geltende Fernmeldeanlagen-gesetz (FAG), das Teile enthält, die vor kurzem von den Richtern des Karlsruher Bundesverfassungsgerichts als nicht vereinbar mit dem Grundgesetz und damit für nichtig erklärt wurden.

Streit- und Angelpunkt der vorausgegangenen Klage war § 15 (2a) FAG, der denjenigen mit einer Strafe bedroht, der zwar eine Genehmigung zum Errichten und Betreiben einer Fernmeldeanlage besitzt, sie aber unter Verletzung der Genehmigungsaufgaben betreibt oder sich nicht an die 'Verleihungsbedingungen' hält. (Anmerkung für Rechtsunkundige: Verliehen wird hier nicht das Gerät, sondern das Recht zur Inbetriebnahme.)

Sowohl dem Amtsgericht Cannstatt als auch dem Oberlandesgericht Stuttgart genügte diese Gesetzesaussage, um ei-

nen wackeren CB-Funker zu verurteilen, der mit seiner Anlage Rundsprüche und Musiksendungen verbreitet hatte — eine Handlung, die zwar eindeutig gegen die Genehmigungsbedingungen der Post verstößt, nicht aber gegen das Gesetz selbst, in dem ja von Musik und Rundsprüchen keinerlei Rede ist.

Und hätten die beiden Urteilsprüche der ersten und zweiten Instanz nicht ausgerechnet die Breaker-Ehre von Burkhard Heid getroffen, dem ehemaligen Bundesvorsitzenden der Arbeitsgemeinschaft CB-Funk Deutschland (AGCB), wäre das höchste Gericht der Republik vielleicht noch lange von der FAG-Problematik verschont geblieben.

Die Richter in den roten Roben, die unsere Grundrechte offensichtlich auch im Kopf und nicht nur im Schrank haben, sahen den Sachverhalt anders als ihre Vorinstanzen und

stützten sich dabei auf Artikel 103 des Grundgesetzes: „Eine Tat kann nur bestraft werden, wenn sie gesetzlich bestimmt war, bevor die Tat begangen wurde.“

In deutsch und auf den genannten Fall bezogen heißt das: Der § 15 (2a) FAG verbietet nicht explizit die Verbreitung von Musik und Rundsprüchen per CB-Funk. Die Postverordnung hingegen, die dieses untersagt, hat keine Gesetzeskraft, da die Post als Organ der Exekutive keine Gesetze schaffen kann.

Fazit dieses obersten Richterspruchs: Derzeit kann niemand bestraft werden, der gegen Auflagen verstößt, die nicht im FAG selbst stehen, sondern le-

diglich den fernmelderechtlichen Genehmigungen beigelegt sind.

Weiteres Fazit: Wer in der Vergangenheit aufgrund der genannten Paragraphen verurteilt worden ist, der fordere schleunigst sein Geld und seine beschlagnahmten Geräte zurück.

Wichtigstes Fazit: Die preiswerten US- und Fernost-Modems dürfen wieder auf den Tisch. Zwar verstoßen diese Geräte ohne Zulassungsnummer nach wie vor gegen die Bedingungen der Bundespost, nur hat diese jetzt kein Recht mehr, das Eigentum eines Bürgers zu beschlagnahmen oder einzuziehen — sie kann lediglich verlangen, diese Geräte nicht anzuschließen. Ob sie das auch kontrollieren kann?

Auch mit einer Neuregelung des FAG ist in nächster Zukunft nicht zu rechnen. Und 1992, bei Einführung des europäischen Binnenmarktes, steht die Bundespost mit ihrer restriktiven, monopolistischen Haltung ohnehin allein auf weiter Flur, und sie wird spätestens dann über eine liberalere Gangart in Richtung Medienzukunft nachdenken müssen.

*Michael Oberesch*

Michael Oberesch





## Titelgeschichte

### Auto Devil

12-Volt-Bordnetz, 4-Ohm-Lautsprecher. Nur mit Tricks kommt man da auf akzeptable Watt-Zahlen. Die faulen Tricks sind aus Prospekten bekannt: Musikleistung statt Sinusleistung. Bei höchstem Klirrfaktor. Und das Ganze an kleingedruckten 2 Ohm. Die echten Tricks: Brückenschaltung — oder Spannungswandler, wie beim Auto Devil. Das gibt zweimal echte 30 saubere Watt an normalen 4 Ohm.

■ Seite 19

## High-End auf dem High-Way

## Schaltnetzteil-ICs

Konventionell arbeitende Netzteile werden zunehmend durch Schaltnetzteile abgelöst, die die gleichgerichtete und gesiebte Eingangsspannung zunächst mit einer relativ hohen Frequenz 'zerhacken', bevor sie einem Ferritkern-Trafo zugeführt wird. Um die Ausgangsspan-

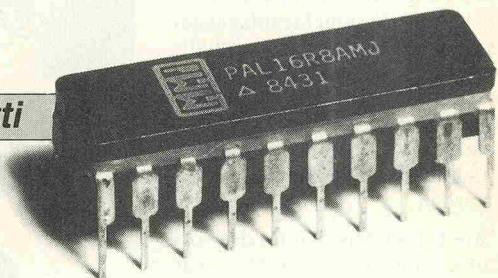
nung eines Schaltnetzteils regeln zu können, wird hier zumeist das Prinzip der Impulsbreiten- bzw. Impulsdauermodulation angewendet.

Mehr über Technik und Arbeitsweise von Schaltnetzteil-ICs auf

■ Seite 26

## Alles PALetti

Gestatten: PAL. Pe wie Programmable, A wie Array, eL wie Logic. Und genau so ist es: Ungeheuer logisch, mit Schwachstellen, die Stärke ausmachen. Programmierbar, vielseitig, platzsparend. Und fähig. Zum Beispiel



ein Würfel. Oder eine Autoalarmanlage. Logikungeheuer: Auf

■ Seite 32

## Logikanalysator

Professionelle Logikanalysatoren haben ihren Preis. Und der sprengt den Etat so manches kleineren Entwicklungslabors. Es gibt jedoch eine vielversprechende Alternative zu teuren Komplettlösungen: Den Logikanalysator auf Disket-

te. Ein Exemplar dieser Gattung haben wir ausprobiert. Es heißt Trigger und läuft auf allen Ataris der ST-Serie. Was dieser Software-Logikanalysator verspricht — und was er hält — steht auf

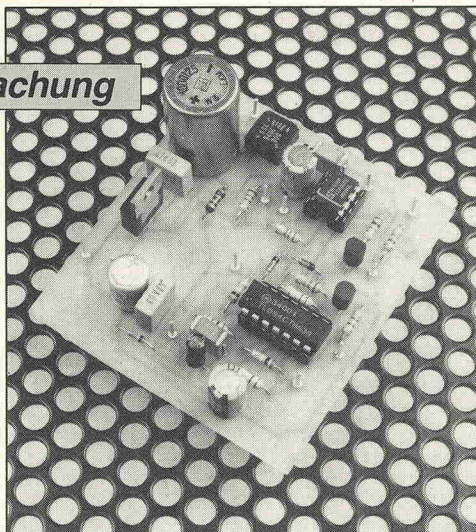
■ Seite 48



## Kapazitive

## Raumüberwachung

Wenn man vor der Aufgabe steht, ein bestimmtes Objekt bzw. einen Raum abzusichern oder zu überwachen, kann man einen Passiv-Infrarot-Detektor oder einen Ultraschall-Detektor einsetzen — oder den hier beschriebenen, kapazitiv arbeitenden Sensor, der auf Annäherung an einen um das zu schüt-



zende Objekt aus-  
gespannten Draht  
reagiert.

Seite 43

## Posten bei der Post

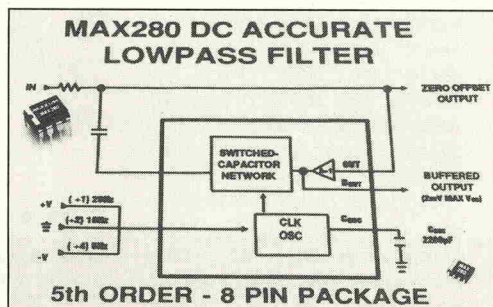
Nahezu händerin-  
gend ist die Post  
derzeit auf der Su-  
che nach qualifi-  
zierten Dipl.-Ing.s  
der Nachrichten-  
technik. Die beam-  
tenstarre und eher  
bescheidene An-  
fangsbesoldung  
schreckt viele mög-  
liche Bewerber ab.  
Doch ist die erste

Durststrecke über-  
wunden, beginnt  
die Laufbahn mo-  
noton zu steigen.  
Und — was nur we-  
nige wissen —  
schon während des  
Studiums gewährt  
die Post erhebliche  
Beihilfen.

Seite 64

## Geschaltetes Tiefpaßfilter

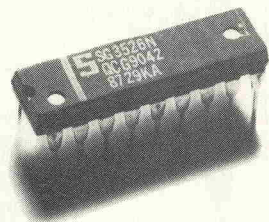
In analoger Tech-  
nik muß einiges an  
Aufwand getrieben  
werden, um Filter  
5. Ordnung zu rea-  
lisieren. Das hier  
vorgestellte Schalt-  
filter-IC benötigt  
nicht mehr als drei  
externe Bauele-  
mente.



Seite 15

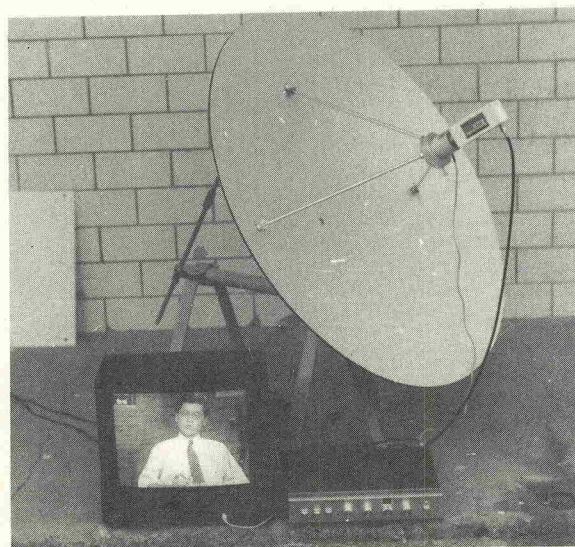
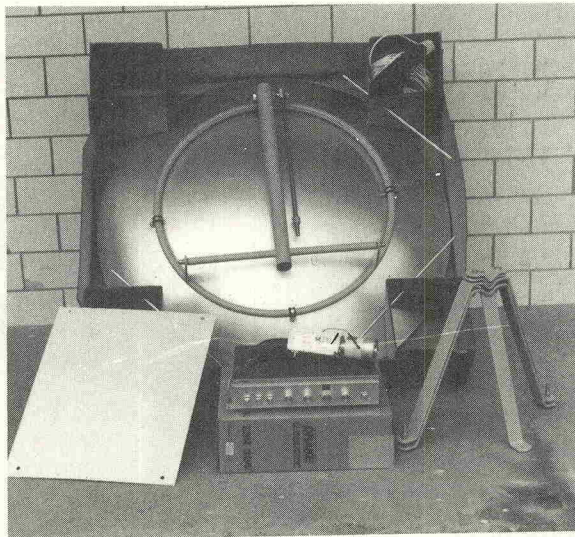
## Gesamtübersicht

	Seite
„...“ .....	3
Briefe .....	6
aktuell .....	8
Schaltungstechnik aktuell .....	15
2 x 30 Watt PA fürs Auto Car Devil .....	19
Schaltregler Zerhacke und herrsche .....	26
Grundlagen PALs .....	32
Objektüberwachung Schönes neues Feld ..	43
Ausprobiert ST als Logikanalyser ..	48
DSP Kurzer Prozess (3) ..	50
Die elrad-Laborblätter Low-Power-ICs (2) ..	55
E-Mathe .....	60
Englisch für Elektroniker .....	62
Arbeit & Ausbildung ..	64
Die Buchkritik .....	66
IC-Express .....	66
SMD-Telegramm .....	67
Layouts .....	68
Elektronik- Einkaufsverzeichnis ..	73
Die Inserenten .....	77
Impressum .....	77
Vorschau .....	78





# Spitzenprodukte der Mikrowellentechnik



So einfach ist " Sat - Sehen "

Einfach Liste 4/89 anfordern. Anruf genügt.



Micro Wave Components GmbH

Brunnenstr. 33  
5305 Alfter-Oedekoven  
Tel.: 0228/64 50 61  
Tx.: 889 688 mwcbn d

## Briefe an die Redaktion

### Dichtung und Wahrheit

Zwei Aktuell-Meldungen aus dem letzten Heft haben zu einer wahren Flut von Leserbriefen geführt, für deren Inhalt die beiden folgenden Zuschriften als Musterbeispiele stehen können:

Auch mit Hilfe meines seit langem in Schweden lebenden Bruders ist es mir nicht gelungen, die Adresse des Stahlmultis 'Stalen Rambo' ausfindig zu machen, der die nach der E6- bzw. E12-Reihe gestaffelten Bohrer herstellt. Als begeisterter Boxenbauer benötige ich insbesondere die erwähnten 'Electronic Drills' für Holz und Beton...

K. Larsson, Rømq  
Dänemark

Das zweite Beispiel steht für die Meldung 'Steuerbarer Elko':

Sind die Varelkos schon im Handel erhältlich? Wenn nein, ab wann und wo? Ich benötige diese Bauelemente dringend zur Lösung eines schwierigen Problems: Ich wohne in dem kleinen sizilianischen Dorf Altapasso am Fuße des Ätna, das ständig von Erdstößen und Erschütterungen heimgesucht wird. Durch jahrelange Beobachtungen und Messungen konnte ich bis heute nachweisen, daß ich als Rumpelfilter für meinen Plattenspieler einen Hochpaß benötige, der sich stufenlos auf Grenzfrequenzen zwischen 0,0037 und 0,228 mHz einstellen läßt. Leider war solch ein Filter bislang nicht mit vertretbarem Aufwand realisierbar. Wäre das nicht auch ein elrad-Projekt?

J. Maffionsi, Altapasso  
Italien

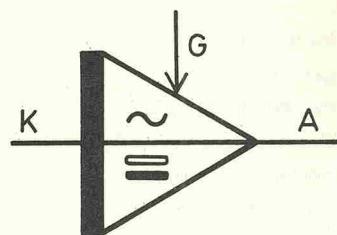
Nein, ein elrad-Projekt wäre das nie und nimmer. Sorgfältige Analysen unseres Leserstamms haben gezeigt: Nur erschütternde 0,01217 % der regelmäßigen elrad-Leser wohnen in erschütterten Gegenden. Außerdem hat sich zum Schreck der Redaktion inzwischen herausgestellt, daß diese Meldung trotz wissenschaftlich fundierter Abhandlung der Dummyelektronen-Theorie von einem derzeit flüchtigen Dummyredakteur als übler Aprilscherz in die Druckerei geschmuggelt wurde. Selbiges vermuten wir ebenfalls von der Bohrer-Geschichte.

Ein Mai-Scherz sind hingegen die beiden obenstehenden, frei erfundenen Leserbriefe aus dem Norden und Süden der EG. Die vielen echten und ernstgemeinten Anfragen und Zuschriften zu den beiden 'Enten' wollten wir denn doch lieber nicht veröffentlichen — und schon gar nicht mit den Namen der aufgesessenen Schreiber aus Industrie und Technik.

Kein Aprilscherz war hingegen die Meldung 'Härtetest', in der der blinkende Eishockey-Puck vorgestellt wurde.

(Red.)

Durchhaltevermögen im konstruktiven Mitdenken, auch wenn die Nonsenswogen überzuschwappen drohten, haben wiederum viele Leser bewiesen. So schlägt Wolfgang Kirsch aus Eppstein nicht nur für den steuerbaren Elko folgendes Schaltzeichen vor, das an Deutlichkeit nichts zu wünschen übrig läßt...



sondern fragt auch kritisch nach der Art der Farbauftragung bei den Electronic Drills:

So ist zu befürchten, daß die Bohrer nach mehrmaligem Gebrauch ohne die so kleidsame Farbcodierung dastehen. Es sind doch wohl zeitgemäße Mehrwegbohrer?

Weder noch. Es handelt sich um ganz normale Einloch-Bohrer, die auch keineswegs mehr wegbohren.

(Red.)

### Richtige Richtung

In der Ausgabe 3/89 hatte elrad-Leser Karl-Heinz Moecker an dieser Stelle darauf aufmerksam gemacht, daß es nur sehr wenige Zeitschriften gibt, die „dem Bereich der NF-Technik“ treu geblieben sind. elrad, so seine Befürchtung auf-



grund einiger Beiträge über „PC-orientierte Elektronik“, könnte vom richtigen Pfad abweichen. Dazu meint ein anderer Leser:

Bezüglich der Zuschrift von Herrn Moecker, der sich über zu viel PC-orientierte Elektronik beklagte, möchte ich hier Einspruch einlegen: Meines Erachtens wird eher zu wenig in dieser Richtung publiziert, leider bringt auch c't in letzter Zeit eher Software-orientierte Artikel. Also: Ich begrüße die eingeschlagene Richtung, bin mit anspruchsvollen, PC-orientierten Beiträgen sehr zufrieden und wollte Ihnen das in aller Kürze mitteilen.

Dr. Jürgen Treumer  
2391 Freienwill

*In aller Kürze nochmal unsere Richtung: Über technische Rechneranwendungen wird in anderen Zeitschriften tatsächlich wenig publiziert, hier wird elrad weiter an Profil gewinnen. Im Bereich Audio werden wir auch weiterhin deutliche Akzente setzen. Noch kürzer: Wir werden das Eine tun, ohne das Andere zu lassen.*

(Red.)

### Cockpit: Zwischenlandung

Der dritte Teil des Projektes „Audio Cockpit“ mit der Schaltung für den zweiten Kanal (Stereo) des gleichspannungsgesteuerten Vorverstärkers mußte kurzfristig um eine Heftausgabe verschoben werden. Wir bitten um Verständnis.

(Red.)

### Elektronik und Ozon

In Heft 3/89, Seite 8, brachte elrad unter dem Titel „Schwelle überschritten“ eine Darstellung der vermuteten chemischen Abläufe, die zur Entstehung des Ozonlochs in der Atmosphäre führen. Dazu schreibt ein Leser:

Mit dem Ozonbericht haben Sie einen sehr notwendigen und lobenswerten Beitrag zu einer mehr als bedrohlichen Entwicklung gebracht, denn es wird weltweit zuviel Zeit verschlammert, ohne daß etwas Wirksames geschieht. Was nützen die tollsten Schaltungen an dieser Stelle auf Seite 8, wenn die Katastrophe erst einmal da ist?

Dieter Schwarzenberg  
3302 Cremlingen

### Sparlampen

Für eine Hausinstallation mit photovoltaischer Versorgung sucht unsere Arbeitsgruppe eine Schaltung für einen Spannungskonverter, um 1...4 Energiesparröhren (auch PL-Lampen, Dulux u.ä.) mit einer Gleichspannung von z.B. 24 V zu betreiben. Auf dem Markt käuflich erhältliche Fertiggeräte sind dabei

1. teuer (ca. 100 DM)
2. mit max. 15 W nicht leistungsfähig genug für mehrere Lampen
3. nur für 12 V

Nun ist es ja gut möglich, daß eine Schaltung für diesen Zweck bereits in elrad vorgestellt wurde — dann wären wir für eine kurze Info schon dankbar.

Tobias Crefeld  
8044 Unterschleißheim

*Tatsächlich ist eine Schaltung für einen solchen Spannungskonverter in der Projektierungsphase. Die Veröffentlichung kann aber frühestens im Herbst erfolgen. Leser, die bereits über entsprechende Konzepte verfügen, können sich mit der Redaktion in Verbindung setzen.*

(Red.)

## Technische Anfragen

### Die Sprechstunde der Redaktion ...

für technische Anfragen nur mittwochs von 9.00 bis 14.59 unter der neuen Telefonnummer

(05 11) 54 74 70

Aufgrund der zunehmenden Inanspruchnahme unserer Fragestunde liegt eine zügige Beantwortung im Interesse aller Leser. Keiner hört gern das Besetztzeichen. Deshalb unsere Bitte: Halten Sie die elrad-Ausgabe, die den 'fraglichen' Beitrag enthält, unbedingt bereit. Und zwar das vollständige Heft, nicht nur Fotokopien eines einzelnen Beitrags.

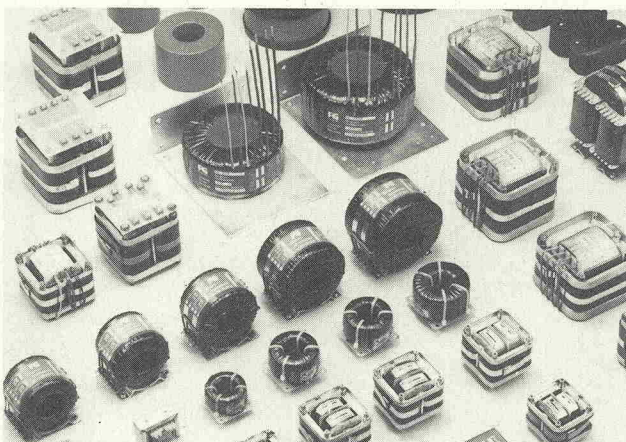
(Red.)

## Qualitäts-Transformatoren

- aus eigener Herstellung
- kleines Streufeld, geringes Gewicht
- großes Lagerprogramm
- für Sonderausführungen in Schnitt- und Ringkerntechnik (auch Einzelstücke) erbitten wir Ihre gezielte Anfrage
- Schnittbandkerntrafo-Sätze auch einzeln zum Selbstwickeln

Ringbandkerntrafos nach VDE 0550, von	24 - 1000 VA
Schnittbandkerntrafos von	8 - 300 VA
100 VA Anpassungstrafo von	6 - 500 VA
Schnittbandkern-Trenntrafos bis	340 VA
Flachtrafos vergossen nach VDE 0551, von	10 - 30 VA
Kleintrafos vergossen, mit VDE-Z 0551, von	1,2 - 2,8 VA

Die Netztrafos haben jeweils zwei getrennte Sekundärwicklungen.



### Schnittbandkerntrafos

8 VA DM 19,95	
TR 4235 2x3,5 V	1,2 A
TR 425 2x5 V	1,0 A
TR 426 2x6 V	0,8 A
TR 4210 2x10 V	0,4 A
TR 4215 2x15 V	0,25 A
TR 4217 2x17 V	0,22 A
TR 4220 2x20 V	0,2 A

18 VA DM 26,90	
TR 553 2x3 V	3,0 A
TR 555 2x5 V	2,0 A
TR 5575 2x7,5 V	1,5 A
TR 559 2x9 V	1,2 A
TR 5512 2x12 V	0,8 A
TR 5515 2x15 V	0,6 A
TR 5520 2x20 V	0,5 A

50 VA DM 36,82	
TR 653 2x3 V	8,0 A
TR 655 2x5 V	5,0 A
TR 6575 2x7,5 V	3,5 A
TR 659 2x9 V	2,8 A
TR 6512 2x12 V	2,2 A
TR 6515 2x15 V	1,7 A
TR 6520 2x20 V	1,25 A
TR 6525 2x25 V	1,0 A
TR 6530 2x30 V	0,8 A

100 VA DM 49,60	
TR 746 2,6 V	8,0 A
TR 7475 2x7,5 V	6,5 A
TR 749 2x9 V	5,5 A
TR 7412 2x12 V	4,0 A
TR 7416 2x16 V	3,0 A
TR 7420 2x20 V	2,5 A
TR 7424 2x24 V	2,2 A

160 VA DM 62,—	
TR 8512 2x12 V	6,5 A
TR 8515 2x15 V	5,5 A
TR 8521 2x21 V	4,0 A
TR 8525 2x25 V	3,2 A
TR 8530 2x30 V	2,7 A
TR 8535 2x35 V	2,3 A

200 VA DM 77,18	
TR 102a12 2x12 V	7,5 A
TR 102a15 2x15 V	6,0 A
TR 102a20 2x20 V	4,5 A
TR 102a25 2x25 V	3,6 A
TR 102a30 2x30 V	3,0 A
TR 102a35 2x35 V	2,6 A

300 VA DM 87,20	
TR 102b15 2x15 V	10,0 A
TR 102b25 2x25 V	6,0 A
TR 102b30 2x30 V	5,0 A
TR 102b35 2x35 V	4,2 A
TR 102b45 2x45 V	3,5 A

Type TR 42-65 für Printeinbau,  
Type TR 74-102b mit  
Befestigungsrahmen

### Ringbandkerntrafos nach VDE 0550

24 VA DM 38,87	
RK 245 2x5 V	2,4 A
RK 2475 2x7,5 V	1,6 A
RK 249 2x9 V	1,3 A
RK 2412 2x12 V	1,0 A
RK 2415 2x15 V	0,8 A
RK 2420 2x20 V	0,6 A

50 VA DM 44,45	
RK 505 2x5 V	5,0 A
RK 5075 2x7,5 V	3,3 A
RK 509 2x9 V	2,8 A
RK 5012 2x12 V	2,0 A
RK 5015 2x15 V	1,7 A
RK 5020 2x20 V	1,25 A
RK 5025 2x25 V	1,0 A
RK 5030 2x30 V	0,8 A

75 VA DM 55,75	
RK 7575 2x7,5 V	5,0 A
RK 7512 2x12 V	3,0 A
RK 7518 2x18 V	2,0 A
RK 7522 2x22 V	1,7 A
RK 7530 2x30 V	1,25 A

100 VA DM 62,13	
RK 10075 2x7,5 V	6,0 A
RK 10012 2x12 V	4,0 A
RK 10018 2x18 V	2,8 A
RK 10025 2x25 V	2,0 A
RK 10030 2x30 V	1,7 A

200 VA DM 79,90	
RK 20012 2x12 V	8,0 A
RK 20018 2x18 V	5,5 A
RK 20025 2x25 V	4,0 A
RK 20030 2x30 V	3,3 A
RK 20035 2x35 V	2,8 A
RK 20040 2x40 V	2,5 A

300 VA DM 89,60	
RK 30012 2x12 V	12,5 A
RK 30020 2x20 V	7,5 A
RK 30025 2x25 V	6,0 A
RK 30030 2x30 V	5,0 A
RK 30045 2x45 V	3,5 A
RK 30060 2x60 V	2,5 A

500 VA DM 128,25	
RK 50020 2x20 V	12,5 A
RK 50030 2x30 V	8,3 A
RK 50040 2x40 V	6,25 A
RK 50050 2x50 V	5,0 A
RK 50060 2x60 V	4,15 A
RK 500110 2x110 V	2,25 A

750 VA DM 178,40	
RK 75030 2x30 V	12,5 A
RK 75040 2x40 V	9,35 A
RK 75050 2x50 V	7,5 A
RK 75055 2x55 V	6,8 A
RK 75060 2x60 V	6,25 A
RK 750110 2x110 V	3,4 A

1000 VA DM 206,34	
RK 100040 2x40 V	12,5 A
RK 100050 2x50 V	10,0 A
RK 100060 2x60 V	8,3 A
RK 100070 2x70 V	7,1 A
RK 100080 2x80 V	6,25 A
RK 1000110 2x110 V	4,5 A

Type RK 24-50 Printausführung  
Type RK 75-300 auf Fußwinkel,  
Type RK 500-1000 VA  
vergossen, auf verzinktem  
Montagewinkel 195x155x70mm

ab 10 Stück 10% Mengenrabatt,  
gemischte Abnahme aus der  
Baureihe Schnitt- und Ringkern  
sowie Flach- und Kleintrafos  
möglich.

Flachtrafos nach VDE 0551  
vergossen, für Printeinbau, prim.  
2x110V, 57x68mm, Höhe je nach  
Leistung zwischen 21,7+35 mm

10 VA DM 17,90	
FT 109 2x9 V	0,55 A
FT 1012 2x12 V	0,41 A
FT 1015 2x15 V	0,33 A

18 VA DM 22,12	
FT 189 2x9 V	1,0 A
FT 1812 2x12 V	0,75 A
FT 1815 2x15 V	0,6 A

24 VA DM 24,05	
FT 246 2x6 V	2,0 A
FT 2412 2x12 V	1,0 A
FT 2415 2x15 V	0,8 A

30 VA DM 27,93	
FT 306 2x6 V	2,5 A
FT 3012 2x12 V	1,25 A
FT 3015 2x15 V	1,0 A

Kleintrafos mit VDE-Z 0551  
vergossen, zum Printeinbau,  
primär 1x220V, 27,5x32,5 mm,  
Höhe KT12...21,8 mm, KT  
28...29,2 mm

1,2VA DM 4,78	
KT1210 1x10V	120mA
KT1212 1x12V	100mA
KT1215 1x15V	80mA
KT1218 1x18V	67mA
KT1224 1x24V	50mA

2,8VA DM 5,64	
KT2810 1x10V	280mA
KT2812 1x12V	233mA
KT2815 1x15V	93mA
KT2818 1x18V	156mA
KT2824 1x24V	116mA

**FG-ELEKTRONIK**  
Dipl.-Ing. Franz Grigelat  
Mühlweg 30 - 32, 8501 Rückersdorf  
Telefon 09 11/57 01 01, Tx 623 936  
Telefax 09 11/57 01 00

Techn. Beratung Transformatoren:  
Willi Müller, Anton Hänle  
Fordern Sie unsere kostenlose  
120-seitige Lagerliste Nr. 35 an  
(Gesamtprogramm).



## Elektrolyrik

### Von Kugelmäusen und Presseleuten

Noch vor den ersten Tagen des Lenzes erteilte unsere Redaktion eine Pressemitteilung, die wir insbesondere jenen Lesern nicht vorenthalten wollen, die sich außer mit Lötzinn auch mit Lyrik befassen:

Köln, den 10.03.89

Sehr geehrter Herr Karlsbach,

Narzissen und Krokusse sprießen aus dem Erdreich hervor, wagen sich vorwitzig in den Frühling und hoffen, als Seltenheit dem Winter zu trotzen.

Ähnlich ist's mit den Produktinformationen, die täglich Ihren Schreibtisch zur Produktwiese machen, wieviele davon wollen als sensationell gelten und finden doch ihr Ende im Papierkorb!

Sicher werden Sie unserem Produkt-Sprößling, dem Rollball, dank seiner universellen Einsetzbarkeit und vieler Vorzüge gegenüber einer Maus Lebensraum in Form einer Produkt-Mitteilung oder eines ausführlichen Tests gewähren.

Falls Sie noch Fragen haben, stehe ich Ihnen dafür gern zur Verfügung.

Oh ja! Unzählige zweifelnde Fragen bewegen unsere verwirrten Sinne fürwahr. Doch auch nachdem die erste Träne getrocknet, das bebende Herz beruhigt, zerrt in uns ein zögerlich Zaudern.

Wie oft schon haben wir uns doch die schmerzende Frage gestellt: Warum sind Pressemitteilungen immer so sachlich, so nüchtern, so trocken,

und Weiches ist? Liebkosen möchten wir ihn doch gleich, ihn streicheln wie ein herziges, munteres Mäuslein, das sein schnupperndes Schnäuzchen lauend in die lauen Lüfte des liebreizenden Lenz erhebt!

Endlich hat uns eine einsame Orchidee inmitten der Produktwiese unserer Schreibtische die staunenden Augen weit geöffnet. Zärtlich tasten

klugem und klarem Verstand jene Adresse an, die uns eine neu sprießende Lebensfreude aus dem sanften Rund der Kugel eines Rollballs verheißt und unserer unermüdlich emsigen Maus das langersehnte, wohlverdiente Gnadenbrot gewährt: Die Adresse der Firma AFC hard and software GmbH, gelegen im Herzen der zauberhaften Stadt Köln am Rhein.

## Video-Wettbewerb

### Fun-Ausstellung '89

„Ein Fachmann aus der Unterhaltungselektronik kommt zur Berliner Funkausstellung und fragt dort einen Aussteller nach präzisen technischen Details...“. So etwa könnte ein gefilmter Witz beginnen, der vielleicht beste Chancen hätte, mit einem der Preise im Gesamtwert von mehr als 200 000 Mark bedacht zu werden, die derzeit auf ihre Gewinner warten.

Ausgedacht hat sich diesen größten Video-Wettbewerb Europas ein Triumvirat, bestehend aus der rekorderbauenden Firma Philips, dem TV-beflissenen Springerblatt HörZu und dem so ziemlich alles sendenden

Volksberieseler SAT 1. Gefordert werden selbstgedrehte Drei-Minuten-Werke unter dem Motto: 'Filmen Sie einen Witz', 'Drehen Sie einen Sketch' oder 'Filmen Sie eine Parodie'. In jeder dieser drei Kategorien winken Hauptgewinne von jeweils 25 000 Mark, die Ende August im Spektakel der Berliner Funkausstellung verliehen werden.

Auch wer nicht wie Didi Hallervorden oder Otto Waalkes aussieht, versuche sein Glück. Hauptsache, die Meisterwerke sind rechtzeitig zum 22. Juni abgeschickt an: 'Der fröhliche Video-Wettbewerb', 6500 Mainz 500

## Kabelfernsehen

### Die Post beschummelt ihre Kunden

Behauptet jedenfalls das Institut der deutschen Wirtschaft in Köln. Seit Anfang des Jahres zahlen Kabelkunden eine von 9 DM auf 12,90 DM erhöhte Monatsgebühr. Enthalten in diesem saftigen Aufschlag von mehr als 43 % ist ein Anteil von 2,40 DM für die Programme des Rund-

funksatelliten TV-Sat, der derzeit noch wohlbehütet in seiner Garage parkt und allerbestenfalls im August seine ersten Abstrahlungen tätigen kann. Bis dato werden die Kunden der Post mehr als 16 DM für eine Dienstleistung gezahlt haben, die keine war.

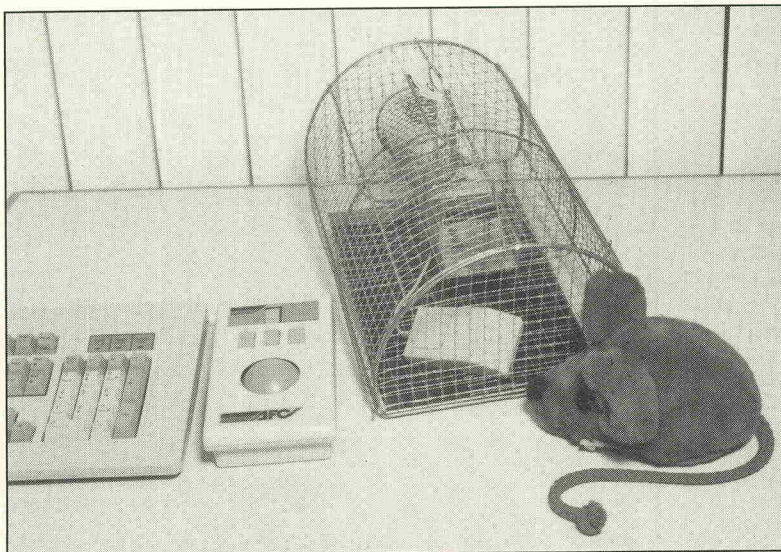
## Rechtschreibbunk

### Mit eiserner Konsequenz

Wenn sich eine Firma ausschließlich und unter Einsatz all ihrer Kräfte dem Vertrieb von Funkgeräten verschrieben hat, dann darf es schon mal passieren, daß in ihren Pressemitteilungen ein Satz wie jener zu finden ist:

Verzeihlich, nicht wahr? Denn aus diesen Zeilen spricht nicht etwa der grobe Unfuk mit der deutschen Rechtschreibbunk sondern allein der selbstlose Einsatz von extremsten sprachlichen Mitteln für die Sache des deutschen CB-Fungs.

Der zweite Newcomer, die MX-2000, liegt zur Prüfunk bei der Deutschen Bundespost - mit der CEPT-Nummer wird täglich gerechnet.





**elrad 4/89**

	Bs.	Pl.
Autorangier Multimeter ohne LCD-Modul	339,00	64,00
MMIC-Antennen-Verteiler	26,00	11,00
Universeller Meßverstärker	808,00	64,00
Breitbandverstärker mit Vorleiter	31,00	6,00
Metronom	45,00	26,00
Klanginstellsystem, NF- u. Klang	49,90	69,00
Klanginstellsystem, Stereotest	67,50	—
Klanginstellsystem, Overload	6,69	—
Klanginstellsystem, Stromversorgung	14,49	—
Digi-Signal-System, Speicher, oh. Speicher	159,00	64,00
RAM 62256-15(10)	zum Tagespreis lieferbar	—
Digi-Signal-System, A/D-D/A-Wandler	224,00	64,00
Digi-Signal-System, Erweiterung	138,99	64,00

Info: Die Original-elrad-Bausätze werden ab Heft 10/1988 ohne Aufpreis grundsätzlich mit gedrehten Präzisions-IC-Fassungen sowie Metallwiderständen bestückt.

Wir halten zu allen neuen Bauanleitungen aus elrad, elektor und Eio die kompletten Bausätze sowie die Platinen bereit!

Fordern Sie unsere Liste Nr.: 05/9 gegen frankierten Rückumschlag an!

**elrad 3/1989**

	Bs.	Pl.
Digitales Signalprozessor-System, Systemkarte inkl. Eprom	369,00	64,00
Spannungswächter inkl. Option	11,00	7,00
Byte-Logger	99,00	64,00
z-Modulationsadapter	19,90	3,00
SMD-Puffer f. ST-ROM-port	39,90	5,00
SMD-Panelmeter, 4 1/2-stellig	—	—
ohne Quarz	159,00	20,00
Samplefrequenz-Generator	73,50	10,00

Preise der älteren elrad-Bausätze entnehmen Sie bitte unserer Anzeige im jeweiligen Heft.

Bausätze, Spezialbauteile und Platinen auch zu älteren elrad-Projekten lieferbar!



**Diesselhorst Elektronik**  
Inh. Rainer Diesselhorst  
Hohenstaufenring 16  
4950 Minden

Tel. 05 71/5 75 14  
Btx/Tx: 05 71 5800 108

Vertrieb für Österreich:  
**Fa. Ingeborg Weiser**  
Versandhandel mit elektronischen  
Bausätzen aus elrad  
Schembergasse 10,  
1230 Wien, Tel. 02 22/8863 29

Alle elrad-Qualitäts-Bausätze liefern wir Ihnen in Blister-(SB)-Verpackung aus. Hierdurch werden Transportschäden, wie sie bei Tütenverpackungen entstehen, weitgehendst vermieden!

Unsere Garantie-Bausätze enthalten nur Bauteile 1. Wahl (keine Restposten) sowie grundsätzlich IC-Fassungen und Verschiedenes. Nicht im Bausatz enthalten: Baubeschreibung, Platine, Schaltplan und Gehäuse. Diese können bei Bedarf mitbestellt werden. Versandkosten: Nachnahme-Päckchen DM 7,50 \* Nachnahme-Paket (ab 2 kg) DM 15,00 \* Vorkasse-Scheck DM 5,00. Anfragen beantwortung nur gg. frankierten Rückumschlag. Bauteilliste, Bausatzliste, Gehäuseliste anfordern gegen je DM 2,50 in Bfm.

## AKTUELLE NEUHEITEN!

### "Optischer Lötstoplack"

Grüner durchlötbare Leiterplatten-Schutzlack zur Versiegelung und optischen Verschönerung Ihrer Leiterplatten. Spraydose: 400 ml Inhalt ... 13,10 DM

### "Lötstellen-Reiniger"

Zur mühelosen Beseitigung von Flußmittelrückständen auf Leiterplatten, sowie zur Entfettung empfindlicher Bauelemente im Sprüh-Wasch-Verfahren. Spraydose: 400 ml Inhalt ... 9,00 DM

Alle Sprays mit ozonfreundlichem Gas!

Versand per Nachnahme!

**BAUER ELEKTRONIK**  
LEITERPLATTEN UND DESIGN

Hasenbruch 1  
6690 ST. WENDEL 06851 - 7 03 66  
Inh.: Rolf Bauer

## NEUHEIT

Der Kombi-Stecker,  
der es „in sich hat“!

### TELE-AUTOMATIK TGA-086-S

Der Telefon-Mitschneidemeister\*

Der TGA-086-S Kombi-Stecker läßt in Verbindung mit einem Kassettenrekorder nicht nur Telefongespräche, angewählte Nummern, Gebärdensignale, Daten, Töne u.ä. mit dem Abheben des Hörers automatisch aufnehmen, sondern auch optische und akustische Signalgeber einschalten, das Telefon als Diktiergerät oder als Notizbuch benutzen. Anschluß erfolgt parallel zum Telefon.

\* Nur für Privatanlagen, da keine FTZ-Nummer.

Versand p. Nachnahme oder Vorauskasse.  
+ Versandpauschale DM 5,90 + NN-Gebühr.

Anfragen nur gegen 0,80 DM Rückporto.

Angebot und Preise freibleibend.

Vertriebspartner willkommen.

Stadtparkasse Hannover  
Kto.-Nr. 120 38 741 (BLZ 250 50180)

## NEUHEIT

## NEUHEIT

DM 29,90



Auf dem Windmühlenberg 4  
3004 Isernhagen NB  
Telefon (05 11) 73 88 82

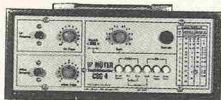
## TELECOMSYSTEME



Haustelefonzentralen,  
Nebenstellenanlagen  
(nur für Export),  
Türsprechanlagen,  
Telefone und Zubehör.  
— Katalog anfordern!

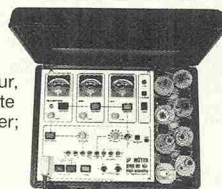


8011 Grasbrunn  
Bretonischer Ring 15  
Tel.: (0 89) 46 50 57  
Fax: (0 89) 46 81 62



**CSG 4, Color-Testbild-Sender** mit Kreis, VHF, UHF, S-Kanäle, Video-Ausgang; **DM 951,00;**

**Neu: BMR 90 HiEc Bildröhren-Meß-Regenerator** jetzt mit G1-G2-Schlußreparatur, regeneriert verbrauchte Bildröhren noch besser; 131 Adapter, 10 Heizspannungen; 3 BMR-Typen ab **DM 675,00;**



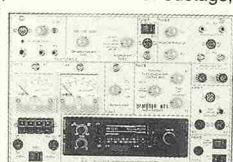
**RTT 2, Regel-Trenntrafo**, 0 bis 270 V, 4 A, 1100 W, V- und A-Meter; NV-Netzteil für Schalt-I-Bremse, sehr robust, **DM 751,00;**



Kriedellweg 38  
4353 Oer-Erkenschwick  
Tel. (02368) 2053

INFO kostenlos anfordern. Postkarte in diesem Heft.

**Neu: AT 1, Audio-Tester** mit Wattmeter, 100 W-Lasten, Tonband-Kopf- und Gleichlauf-Justage, Schnelltest von Mic TB PH CD LS KH, Signal-Verfolger/-Injektor, 2 Generatoren, Prüfverstärker u. Lautsprecher, Radio, 12 V-Netzteil, ersetzt 10 Geräte und alle Adapter; **DM 1114,00;**



# Leymann

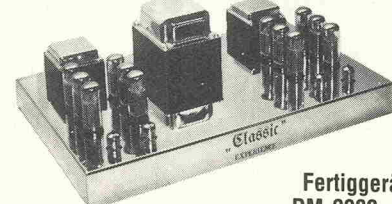
# VA2

## Kennzeichen „C“

Verwenden Sie Ihren PC zur Beschriftung unserer DATAB-Etiketten. Ablösbar oder fest haftend. Bis +370° C einsetzbar. UL- und CSA-gelistet. Beschriftungs-Software vorhanden. Katalog und Muster kostenlos anfordern!

Leymann-VA2 · Hans-Böckler-Straße 20 · 3012 Langenhagen · (05 11) 78 05-0

## ● RÖHREN- UND TRANSISTORVERSTÄRKER ● STUDIOTECHNIK ●



**Fertigergerät**  
**DM 2900,—**

Komplettbausatz alle elektronischen und mechanischen Bauteile einschließlich Chassis .. **DM 2200,—**  
Chassis, Hauben und Sichtteile auf Wunsch und gegen Aufpreis in Echtvergoldung lieferbar.

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

PPP-Endstufenbausatz  
PPP-Netzteilbausatz  
Ausgangsübertrager neue Version einschließlich vernickelter Haube  
Netztrafo einschließlich vernickelter Haube  
Anpaßübertrager für Moving Coil Systeme  
Mu-Metall geschirmt  
Studio Eingangsübertrager Mu-Metall geschirmt 1:1+1  
Studio Eingangsübertrager Mu-Metall geschirmt 1:2+2  
Studio Line-Übertrager 1:1  
Studio Line-Split-Übertrager 1:1+1  
Ausgangsübertrager für 4x 6550 A (= KT 88)  
Ausgangsübertrager für 4x EL 34  
Ausgangsübertrager für 2x EL 84  
Eintakt-Ausgangsübertrager für 1x EL 84

AP-634/2  
NTR-P/1  
E-1020  
E-1220  
E-1420  
L-1130C  
L-1230C  
A-465 SG  
A-434  
A-234  
A-484 US  
A-184

DM 270,—  
DM 125,—  
DM 180,—  
DM 290,—  
DM 75,—  
DM 65,—  
DM 65,—  
DM 35,—  
DM 43,—  
DM 190,—  
DM 140,—  
DM 110,—  
DM 115,—  
DM 75,—

## HiFi-Bausätze

Phasenumkehrstufe „Brückenteufel“ .. **DM 62,—**  
High-End-Endstufe „Black Devil“ inkl. Kühlkörper .. **DM 79,—**  
Mono-Netzteil „Black Devil“ inkl. Kühlkörper .. **DM 107,—**  
Stereo-Netzteil „Black Devil“ inkl. Kühlkörper .. **DM 127,—**  
Netztrafo NTT-2 .. **DM 85,—**  
Vorverstärker „Vorgesetzter“ .. **DM 175,—**  
Steckernetzteil fertig montiert mit Renkstecker .. **DM 38,—**  
Entzerrervorverst. Fertigbaustein mit sel. NE 5534 R .. **DM 150,—**  
Übungsröhre, Bausatz ohne Chassis .. **DM 200,—**

## EXPERIENCE electronics Originalteile

Weitere Spezialtrafos und Übertrager sind in der Lagerliste enthalten. Die Datenblattmappe Ausgabe Januar 1989 über Spezialtrafos, Übertrager, Drosseln und Audiomodulen ist gegen eine Schutzgebühr von DM 9,— zuzüglich DM 2,— Versandkosten in Briefmarken o. Überweisung auf Postcheckkonto Stuttgart 2056 79-702 erhältlich.

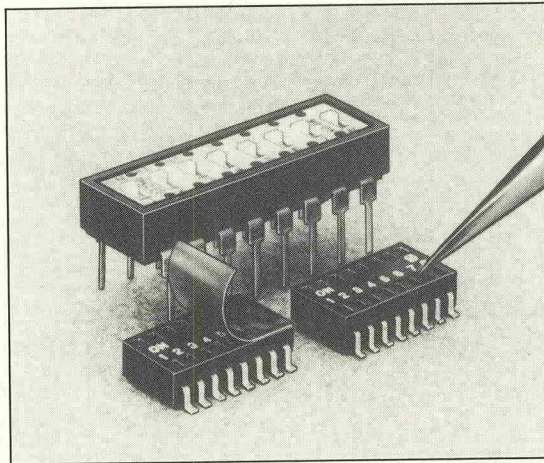
Geschäftszeiten:  
Montag bis Donnerstag 9.00 bis 16.00 Uhr  
Freitag 9.00 bis 14.00 Uhr



SMD-Bauelemente

## Mit Lupe zu schalten

Neu im Vertriebsprogramm der Hot Electronic, Taufkirchen, ist der kleinste auf dem Markt befindliche SMD-DIP-Schalter Microdil von Secme, der nur ein Drittel der Fläche herkömmlicher Ausführungen benötigt. Der vorläufig nur in 8poliger Version lieferbare DIP-Schalter im 1,27-mm-



Raster ist für alle Lötverfahren zugelassen und vollkommen dicht für Löt- und Reinigungsvorgänge. Betätigt werden muß das Minimodell allerdings mit einem Spezialwerkzeug.

Messen & Ausstellungen

## Mecom Saar '89

Vom 19. bis 21. Mai findet die 'Mecom Saar', die aus den 'Elektronik-

und Computertagen Saar' hervorgegangen ist, in der Kongreßhalle Saarbrücken statt. Diese Verkaufs- und Informationsmesse, die erstmals in diesem Jahr vom September in den Mai verlegt wurde, bietet einen Überblick im Computerbereich sowie in den angrenzenden technologischen Gebieten: Heim-, Personalcomputer, Prozeßrechner und Mehrplatzsysteme werden von nahezu allen namhaften Herstellern vorgestellt.

Meßtechnik

## Präzisionswiderstände

**Spannungsteiler- und Strom-Shunt-Schaltungen für den Einsatz in der Meßtechnik lassen sich mit engtolerierten Metallschichtwiderständen verhältnismäßig preiswert aufbauen. Dabei können auch Eigenschaften wie günstiges Temperatur- und Driftverhalten berücksichtigt werden.**

Die Firma Dr. Lang, Präzisionsmeßtechnik, liefert solche Widerstände schon zum Stückpreis von 6 D-Mark exkl. MwSt.; Werte oberhalb 100 k $\Omega$  sind etwas teurer. Die Typenpalette umfaßt die Einer-Reihe 1  $\Omega$ ...1 M $\Omega$  in dekadischen Abständen (7 Werte) sowie die Neuner-Reihe 9  $\Omega$ ...9 M $\Omega$  (ebenfalls 7 Werte).

Alle Werte oberhalb 10  $\Omega$  haben den Toleranzbereich  $\pm 0,008\%$ , die Werte 9  $\Omega$  und 10  $\Omega$  sind mit  $\pm 0,02\%$  spezifiziert, der 1- $\Omega$ -Widerstand hat  $\pm 0,1\%$  Toleranz. Alle Angaben gelten für 20 °C und 60% rel. Luftfeuchte.

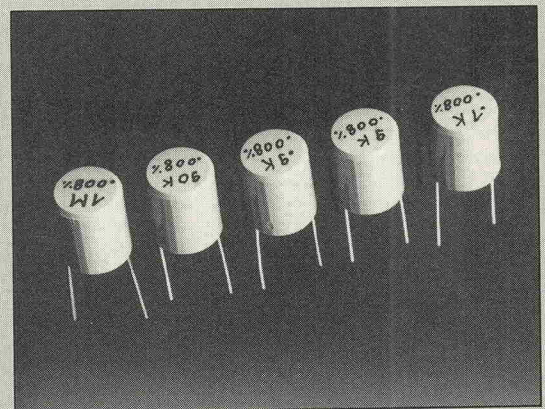
Um eine möglichst hohe Toleranz-Sicherheit zu erreichen, werden bei der Produktkontrolle die Widerstände gegenüber dem angegebenen Nennwert um den Faktor 1,6 strenger geprüft, also mit 0,005% im Falle der 0,008%-Typen. Nach einer ersten Prüfung werden die Widerstände einen Monat gelagert und dann nochmal vermessen. Damit lassen sich Drift-Exemplare aussondern. Bild 1 zeigt eine typische statistische Häufigkeitsverteilung der

figkeitsverteilung der Toleranzen bei der zweiten Prüfung.

Der Temperaturkoeffizient beträgt  $\pm 20$  ppm/K im Bereich +10 °C...+50 °C. Eine typische statistische Häufigkeitsverteilung der Temperatur-Koeffizienten ist in Bild 2 angegeben.

Die Belastbarkeit beträgt 0,1 W. Dies ist nicht die Grenzbelastbarkeit im Hinblick auf die Zerstörung des Bauelementes, sondern soll der Erwärmung des Widerstandes vorbeugen. Eine solche Erwärmung führt zu Driftprozessen und ist bei solchen engtolerierten Widerständen grundsätzlich zu vermeiden.

Eine kurzzeitige Belastung bis zu 0,5 W ist



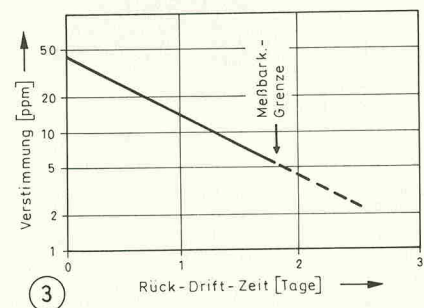
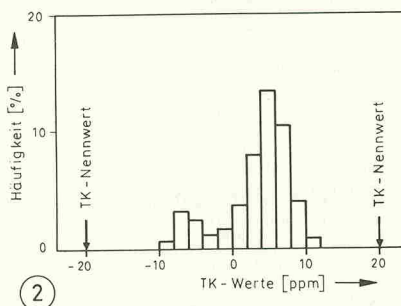
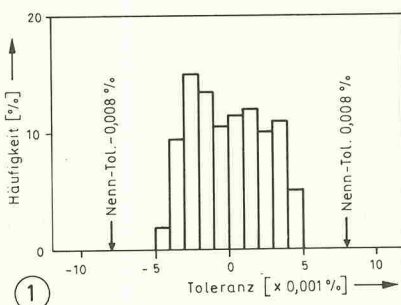
aber durchaus zulässig. Überdies läßt sich eine Art „Selbstheilungsvorgang“ beobachten: Nach einer Überlastung, die den Widerstandswert verändert hat, kehrt der Widerstand innerhalb einiger Tage zu seinem ursprünglichen Wert zurück. Bild 3 zeigt eine typische Rückkehr-Drift nach 15-minütiger Belastung mit 0,5 W.

Induktivität und Kapazität liegen unter 0,05  $\mu$ H bzw. 2,5 pF (typ. 1,5 pF)

bei Meßfrequenzen im Bereich 100 Hz...10 kHz.

Das Bauelement ist von einem grauen Kunststoffzylinder ummantelt und auf der Unterseite (Anschlußseite) hermetisch vergossen. Insbesondere im Fall der niederohmigen Widerstände sollten die Anschlußdrähte nicht gekürzt werden.

Nach Unterlagen der Firma Präzisions-Meßtechnik Dr. Josef Lang, 6683 Elversberg.





# elrad Bauteilesätze

nach elrad Stückliste, Platine + Gehäuse extra.

## Heft 4/89

MMIC-Antennen-Verteiler 3fach	DM 19,80
Digitaler Signalprozessor-System (2) Speicher mit RAM's	So DM 299,80
A/D-D/A-Wandler	So DM 167,90
Erweiterung	DM 48,20
Metronom mit Netzteil	DM 49,80
Universeller Messverstärker	So DM 759,70
Breitbandverstärker mit Vorleiter f. Frequenzmesser	DM 19,50
Autoranging Multimeter (LCD-Modul 4 1/2 siehe März 89)	So DM 343,90
Audio-Cockpit: Hauptplatine	DM 129,50

## Heft 3/89

Spannungswächter	DM 6,80
Z-Modulationsadapter (SMD)	DM 11,70
Samplefrequenz-Generator	DM 54,50
Audio-Cockpit (Hauptplatine lt. Schaltbild)	DM 129,50
SMD-Panelmeter 4 1/2-stellig	So DM 139,80
Gitarrenverstärker mit Röhren + Trafos	So DM 199,30
Digitaler Signalprozessor-System (1)	So DM 285,00
SMD-Puffer für den ST-ROM-Port	DM 31,30
Byte-Logger	DM 107,90

## Heft 2/89

ELISE: INP/Disp + Speicher/Wandler + Trenn/Treiber + NT/Sync + µP-Karte + Sonstiges (o. Zubehör)	zus. So DM 247,80
Halogen-Dimmer (Netzteil lieferbar)	DM 26,90
Unterwasserleuchte (o. Lampe)	DM 23,50
Hybrid-Sinusgenerator	So DM 266,80
Black-Devil BRÜCKE mit Übertrager	DM 66,90

## Heft 12/88

Maßnahme: Hauptplatine	SSo DM 339,10
NT-Dreierkarte	DM 64,80

### Gleich mitbestellen: Gehäuse + Platinen

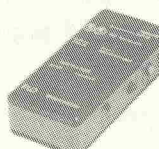
Mit den original-ELRAD-Platinen wird auch Ihnen der Nachbau leichter fallen. Wir liefern Platinen/Sammelplatinen/Röhren/Bauteile. Liste älterer Teilesätze gegen DM 1,- Rückporto. Lieferungen erfolgen per NN oder Vorauskasse.

**Zu allen neuen ELEKTOR-ELO und ELRAD-Bauanleitungen liefern wir Ihnen komplette Bausätze.**

# Leider wieder aktuell!

## Geigerzähler mit Komfort nach ELO Juli 1986

Digitale Dosisleistungsanzeige. Einstellbare Warnschwelle bis zu 4stellig. Extrem geringer Stromverbrauch, daher netzunabhängig. Kompakter Aufbau auf zwei Platinen 66 x 97 mm. Gehäusegröße nur 43 x 72 x 155 mm.



**Strahlungsindikator:** Betriebsspannung 6—12 Volt. Stromaufnahme 0,5 bis 10 mA (bei optischer Anzeige). Toleranz  $\pm 10\%$  typ. Zählrohrspannung ca. 520 V, geregelt. Impulsdauer 100 µs; max. 10000 Imp./s. Anzeige optisch und akustisch.

**Digitale Auswertung:** Betriebsspannung 6,5—10 Volt. Stromaufnahme 4 mA; mit Summer 28 mA; mit Anzeigen bis 80 mA. Warnschwelle: Bis zu 4stellig einstellbar. Tordauer veränderlich, um auch mit anderen Zählrohren arbeiten zu können. Max. Taktfrequenz 200 kHz. Lieferbar ELO Heft (auch vorab gegen DM 8,90 Marken).

Preise: Bauteilesatz Strahlungsindikator mit ZP 1400	SO DM 289,10
Bauteilesatz digitale Auswertung	SO DM 114,00
Gehäuse mit Befestigungsmaterial	DM 18,90
Platine ELO 7/86 Satz = 2 Stück	DM 26,90

Unsere Bauteile sind speziell auf ELRAD-ELEKTOR-FUNKSCHAU-ELO- und PE-Bauanleitungen abgestimmt. Auch für Bestellungen aus dieser Anzeige können Sie das kostensparende Vorauskassen-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 6,50 für Porto und Verpackung (Ausland DM 10,90). Über DM 200,— Lieferwert entfallen diese Kosten (außer Ausland und So). (Auslandsüberweisungen nur auf Postgiro-Konto.) — Angebot und Preise freibleibend. Kein Ladenverkauf — Stadtparkasse Monchengladbach Konto-Nr. 81 059 — BLZ 310 500 00. Postgirokonto Köln 235 088 509.

# HECK-ELECTRONICS

Hartung Heck

Waldstraße 13 · 5531 Oberbettingen · Telefon 065 93/10 49

## SMD-Sortimente

### MIRA-SMD-Verpackungscontainer

(227 x 160 x 28 mm)  
mit 130 Einzeldöschen (leer)  
DM 29,50



### SMD-Hobbysortiment DM 139,—

mit 815 Chip-SMD-Bauteilen im Verpackungscontainer  
Widerstände: 66 Werte 10R-47M E12 je 10 St.  
Kondensatoren: 18 Werte 1p-470n E3 je 5 St.  
Dioden: 5 Typen je 5 St.  
Transistoren: 4 Typen je 10 St.

weitere Sortimente im SMD-Katalog

SMD-Bauteile und Zubehör, Miniatur-Elektronik-Bauteile, HF-Bauteile, Gehäuse, Miniaturlautsprecher u. a.  
SMD-Katalog und Hauptkatalog M16 (100 St.) gegen DM 3,— in Briefmarken

Ihr SMD-Spezialist

### MIRA-ELECTRONIC

K. und G. Sauerbeck Beckschlagergasse 9  
8500 Nürnberg 1 Tel. 0911/55 59 19

## IHR SPEZIALIST FÜR HIGH-END-BAUTEILE

### Alles für Aktiv-Konzepte lieferbar!

Metallfilmwiderstände Reihe E 96 1% Tol. 50 ppm Beyschlag, Draloric • 0,1% Tol. auf Anfrage • Kondensatoren 1%—5% Tol. Styroflex, Polypropylen, Polyester von Siemens, Wima • Elkos 10.000 µF von 40V—100V Roederstein Netzteile für Leistungsendstufen mit RK-Trafos, Siebdrosseln • "High-End"-Relais von SDS • ALPS-Potis 10K log./100K log. in Stereo • Hochvoltelkos für Röhrengeräte • alle Einzelteile für 100W PPP-Endstufe.

In Vorbereitung: **36-poliger Stufenschalter als Lautstärkesteller bestückt mit Tantal-Nickel-Chrom-Chips, absolut kurzschließend!**

8510 Fürth  
Waldstraße 10  
Telefon 09 11/70 53 95

**SCHERM electronic**

Neu: Ladengeschäft  
8510 Fürth  
Glückstraße 12  
Telefon 09 11/70 97 02

## 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 0440

### Platinenangebot

Platine: Audio-Cockpit	29,95 DM
Platine: Spannungswächter	4,45 DM
Platine: Metronom	12,75 DM
Platine: Antennen-Verteiler	6,95 DM
Platine: Frequenzmesser-Vorsatz	3,75 DM
Platine: Batterie-Checker	7,25 DM
Platine: Netz-Modem	17,30 DM
Platine: FBAS-RGB Wandler	14,80 DM
Platine: Video Kopierschutzfilter	9,65 DM
Platine: NDPL-Netzteil	9,30 DM
Platine: NDPL-Verstärker	19,20 DM
Platine: IR-Sender	9,95 DM
Platine: IR-Empfänger	10,90 DM
Platine: Röhrenverstärker Endstufe	31,60 DM
Netzteil	12,95 DM

Platine: Netzteil 3er Karte	15,80 DM
Platine: Thermostat	9,65 DM
Platine: TV Modulator	3,95 DM
Platine: Halogendimmer	8,50 DM
Platine: Black-Devil-Brücke	8,65 DM
Platine: Hybrid-Sinusgenerator	9,95 DM
Platine: Unterwasserleuchte	9,95 DM
Ausführliche Elrad Platinenliste ab 1978	kostenlos auf Anforderung

### Elrad Bauteilesätze

Bauteilesatz: Audiocockpit	98,50 DM
Bauteilesatz: Byte-Logger	97,95 DM
Bauteilesatz: Spannungskomparator	16,65 DM
Bauteilesatz: C-64-Sampler	29,30 DM
Bauteilesatz: Batterie-Checker	21,90 DM

Bauteilesatz: Netz-Modem	92,40 DM
Bauteilesatz: IR-Sender inkl. Netzteil	51,80 DM
Bauteilesatz: IR-Empfänger	40,30 DM
Bauteilesatz: Schlagwandler	112,40 DM
Bauteilesatz: Video Kopierschutzfilter	25,60 DM
Bauteilesatz: Metronom	34,50 DM
Bauteilesatz: Eprom Brenner	63,70 DM
Bauteilesatz: TV Modulator	39,85 DM
Bauteilesatz: Unterwasserleuchte	27,50 DM
Bauteilesatz: Black-Devil-Brücke	62,50 DM

Unsere 13seitige Elrad Bausatzliste mit Beschreibung können Sie kostenlos anfordern.  
(Liegt jeder Bestellung bei.)  
(Zu fast allen neuen Baueinheiten können wir ab Lager die Platinen und Bauteilesätze liefern.)

### Sonderposten Becher-Elkos

16 500 µF / 75 V	STK = 11,50 DM
30 000 µF / 50 V	STK = 14,90 DM
39 000 µF / 50 V	STK = 16,90 DM
44 000 µF / 50 V	STK = 18,90 DM
54 000 µF / 30 V	STK = 12,50 DM

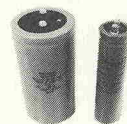
20 Becher-Elkos nach Ihren Kapazitätswünschen zusammengestellt (Spannungsbereich 6,3V—26 Volt) zum Superpreis von 14,95 DM  
Alle Becher-Elkos von namhaften Herstellern.

Diese Auflistung ist nur ein kleiner Auszug. Es stehen insgesamt 3000 Elkos in den verschiedenen Spannungen und Kapazitäten zum Verkauf. Lieferung solange Vorrat.  
Interessierten Kunden stellen wir kostenlos eine ausführliche Auflistung zur Verfügung.

### Wußten Sie schon?

Bei uns können Sie fast alle speziellen Bauteile aus Elrad Bausätzen einzeln bekommen.

Versand per Nachnahme, Vorkasse oder im Abbuchungsverfahren. Kein Mindestbestellwert.



## SONDERLISTE E 89: HITACHI MOSFET-SK 134/35 o. SJ 49/50 je 10,90 DM

Sanyo STK 084 G	30,00 DM
STK 459	25,00 DM
Elkos-Becher 10 000 µF 70/80 V	17,00 DM
10 000 µF 80/90 V	18,50 DM
12 500 µF 70/80 V	18,00 DM
12 500 µF 80/90 V	18,50 DM
Gehäuse 19" 1 HE	44,00 DM
2 HE	54,00 DM
3 HE	65,00 DM
Polklemmen 16 A Rot + SW	1,00 DM
Netzschalter 2x10 A	
mit Beleuchtung Marqu.	4,10 DM
Tastenschalter 3-fach	1,50 DM

Ringkerntrafo 300 VA 2 x 44 V	65,00 DM
dito 225 VA 2 x 27 V	61,00 DM
dito 500 VA 2 x 47 V	90,00 DM
dito 625 VA 2 x 56 V	108,00 DM
dito 160 VA 2 x 30 V	52,00 DM
Min. Kippschalter 1x Um, 2x Um	je 1,00 DM
Gleichrichter B 200 C 25 A	5,95 DM
B 40 C 25 A	3,95 DM
B 80 C 25 A I. Beine	2,20 DM
B 80 C 3200	2,00 DM
B 80 C 5000	2,50 DM
Halbleiter TL 072	0,49 DM
TL 062	0,49 DM
TL 074	0,80 DM
MC 1458 Dip	0,45 DM

IC UAA 1003/1	2,50 DM
SL 31281	2,50 DM
HA 1137 W	1,35 DM
HA 1457 W	1,70 DM
HA 11226	1,90 DM
CA 758 E RCA	1,80 DM
TBA 440 C	1,95 DM
LA 3301	1,50 DM
SN 74154 N	1,10 DM
CD 4040 AE	0,80 DM
3850 PC	2,70 DM
TCA 740	1,00 DM
MK 4027 P-3 Most.	2,40 DM
CA 3089 E RCA	1,70 DM

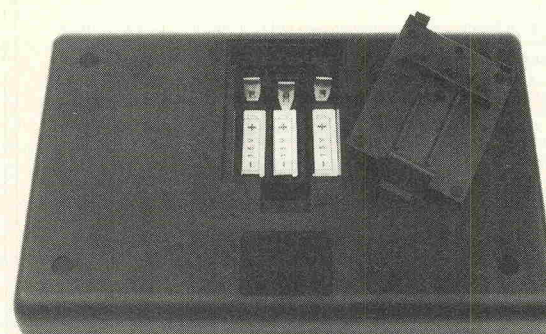
## ELEKTRONIK VERSAND EDITH LÜCKEMEIER · VILLENSTR. 10

6730 NEUSTADT/WSTR. · TEL. 063 21/3 36 94 · FAX 063 21/3 49 18

## SONDERLISTE E 89

ANFORDERN!





Gehäuse

## Oben Platte, unten Klappe

Batteriewechsel bei Geräten in kleinen Kunststoffgehäusen... Da muß meistens zunächst ein Schraubendreher her. Bei dem neuen Pultgehäuse der Firma Putzke aus Laatzen bei Hannover genügt ein Fingerdruck, denn ein Batteriefach für drei Mignonzellen ist bereits integriert. Mit Schraubendreher wäre auch nur schwer-

lich etwas auszurichten, denn nach erfolgter Montage wird das Gehäuse von oben verschraubt und erst dann mit seiner zugehörigen Alu-Frontplatte versehen, die separat und sauber (weil plan) bearbeitet werden kann und letztlich auch die Öffnungsschrauben optisch abdeckt.

## Kondensatoren

### Da paßt was rein

Die neuen Kondensatoren der Serie ACE CAP 200 von Murata, Nürnberg, werden mit derart hohen Kapazitäten gefertigt, daß sie

in vielen Anwendungen die Pufferbatterien von RAMs oder Solarversorgungen ersetzen können. Bei geringer Bauhöhe und einem Durchmesser von 11...12,5 mm stellen die Winzlinge Kapazitäten zwischen 18 000 µF und 100 000 µF bei 5,5 V

Nennspannung bereit, genug, um bei geringer Strombelastung Überbrückungszeiten bis in den Minutenbereich sicherzustellen.

Die Vorteile gegenüber Batterien und Akkus liegen auf der Hand: Die Kondensatoren sind polungsunabhängig, sie vertragen undefinierte und hohe Lade- und Entladeströme, sie lassen sich ohne Halterungen auf der Platine einlöten und sie sind wartungsfrei bei hoher Lebensdauer.

## Meßwertanzeige

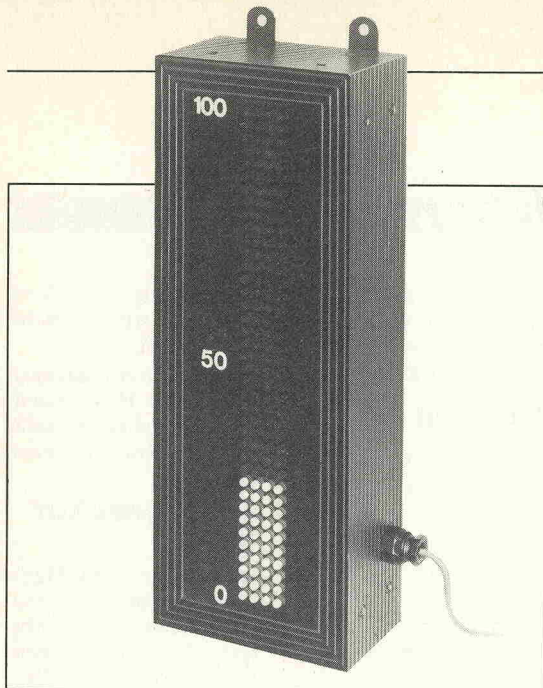
### Unübersehbar

Neue Groß-Bargraphen zeigt die Firma Schauf aus Haan vor: Mit Zeichenhöhen von

ANZEIGE

HALBLEITER									
74 LS					74 HC				
74 LS 01	74 LS 02	74 LS 03	74 LS 04	74 LS 05	74 HC 01	74 HC 02	74 HC 03	74 HC 04	74 HC 05
74 LS 06	74 LS 07	74 LS 08	74 LS 09	74 LS 10	74 HC 06	74 HC 07	74 HC 08	74 HC 09	74 HC 10
74 LS 11	74 LS 12	74 LS 13	74 LS 14	74 LS 15	74 HC 11	74 HC 12	74 HC 13	74 HC 14	74 HC 15
74 LS 16	74 LS 17	74 LS 18	74 LS 19	74 LS 20	74 HC 16	74 HC 17	74 HC 18	74 HC 19	74 HC 20
74 LS 21	74 LS 22	74 LS 23	74 LS 24	74 LS 25	74 HC 21	74 HC 22	74 HC 23	74 HC 24	74 HC 25
74 LS 26	74 LS 27	74 LS 28	74 LS 29	74 LS 30	74 HC 26	74 HC 27	74 HC 28	74 HC 29	74 HC 30
74 LS 31	74 LS 32	74 LS 33	74 LS 34	74 LS 35	74 HC 31	74 HC 32	74 HC 33	74 HC 34	74 HC 35
74 LS 36	74 LS 37	74 LS 38	74 LS 39	74 LS 40	74 HC 36	74 HC 37	74 HC 38	74 HC 39	74 HC 40
74 LS 41	74 LS 42	74 LS 43	74 LS 44	74 LS 45	74 HC 41	74 HC 42	74 HC 43	74 HC 44	74 HC 45
74 LS 46	74 LS 47	74 LS 48	74 LS 49	74 LS 50	74 HC 46	74 HC 47	74 HC 48	74 HC 49	74 HC 50
74 LS 51	74 LS 52	74 LS 53	74 LS 54	74 LS 55	74 HC 51	74 HC 52	74 HC 53	74 HC 54	74 HC 55
74 LS 56	74 LS 57	74 LS 58	74 LS 59	74 LS 60	74 HC 56	74 HC 57	74 HC 58	74 HC 59	74 HC 60
74 LS 61	74 LS 62	74 LS 63	74 LS 64	74 LS 65	74 HC 61	74 HC 62	74 HC 63	74 HC 64	74 HC 65
74 LS 66	74 LS 67	74 LS 68	74 LS 69	74 LS 70	74 HC 66	74 HC 67	74 HC 68	74 HC 69	74 HC 70
74 LS 71	74 LS 72	74 LS 73	74 LS 74	74 LS 75	74 HC 71	74 HC 72	74 HC 73	74 HC 74	74 HC 75
74 LS 76	74 LS 77	74 LS 78	74 LS 79	74 LS 80	74 HC 76	74 HC 77	74 HC 78	74 HC 79	74 HC 80
74 LS 81	74 LS 82	74 LS 83	74 LS 84	74 LS 85	74 HC 81	74 HC 82	74 HC 83	74 HC 84	74 HC 85
74 LS 86	74 LS 87	74 LS 88	74 LS 89	74 LS 90	74 HC 86	74 HC 87	74 HC 88	74 HC 89	74 HC 90
74 LS 91	74 LS 92	74 LS 93	74 LS 94	74 LS 95	74 HC 91	74 HC 92	74 HC 93	74 HC 94	74 HC 95
74 LS 96	74 LS 97	74 LS 98	74 LS 99	74 LS 100	74 HC 96	74 HC 97	74 HC 98	74 HC 99	74 HC 100
74 LS 101	74 LS 102	74 LS 103	74 LS 104	74 LS 105	74 HC 101	74 HC 102	74 HC 103	74 HC 104	74 HC 105
74 LS 106	74 LS 107	74 LS 108	74 LS 109	74 LS 110	74 HC 106	74 HC 107	74 HC 108	74 HC 109	74 HC 110
74 LS 111	74 LS 112	74 LS 113	74 LS 114	74 LS 115	74 HC 111	74 HC 112	74 HC 113	74 HC 114	74 HC 115
74 LS 116	74 LS 117	74 LS 118	74 LS 119	74 LS 120	74 HC 116	74 HC 117	74 HC 118	74 HC 119	74 HC 120
74 LS 121	74 LS 122	74 LS 123	74 LS 124	74 LS 125	74 HC 121	74 HC 122	74 HC 123	74 HC 124	74 HC 125
74 LS 126	74 LS 127	74 LS 128	74 LS 129	74 LS 130	74 HC 126	74 HC 127	74 HC 128	74 HC 129	74 HC 130
74 LS 131	74 LS 132	74 LS 133	74 LS 134	74 LS 135	74 HC 131	74 HC 132	74 HC 133	74 HC 134	74 HC 135
74 LS 136	74 LS 137	74 LS 138	74 LS 139	74 LS 140	74 HC 136	74 HC 137	74 HC 138	74 HC 139	74 HC 140
74 LS 141	74 LS 142	74 LS 143	74 LS 144	74 LS 145	74 HC 141	74 HC 142	74 HC 143	74 HC 144	74 HC 145
74 LS 146	74 LS 147	74 LS 148	74 LS 149	74 LS 150	74 HC 146	74 HC 147	74 HC 148	74 HC 149	74 HC 150
74 LS 151	74 LS 152	74 LS 153	74 LS 154	74 LS 155	74 HC 151	74 HC 152	74 HC 153	74 HC 154	74 HC 155
74 LS 156	74 LS 157	74 LS 158	74 LS 159	74 LS 160	74 HC 156	74 HC 157	74 HC 158	74 HC 159	74 HC 160
74 LS 161	74 LS 162	74 LS 163	74 LS 164	74 LS 165	74 HC 161	74 HC 162	74 HC 163	74 HC 164	74 HC 165
74 LS 166	74 LS 167	74 LS 168	74 LS 169	74 LS 170	74 HC 166	74 HC 167	74 HC 168	74 HC 169	74 HC 170
74 LS 171	74 LS 172	74 LS 173	74 LS 174	74 LS 175	74 HC 171	74 HC 172	74 HC 173	74 HC 174	74 HC 175
74 LS 176	74 LS 177	74 LS 178	74 LS 179	74 LS 180	74 HC 176	74 HC 177	74 HC 178	74 HC 179	74 HC 180
74 LS 181	74 LS 182	74 LS 183	74 LS 184	74 LS 185	74 HC 181	74 HC 182	74 HC 183	74 HC 184	74 HC 185
74 LS 186	74 LS 187	74 LS 188	74 LS 189	74 LS 190	74 HC 186	74 HC 187	74 HC 188	74 HC 189	74 HC 190
74 LS 191	74 LS 192	74 LS 193	74 LS 194	74 LS 195	74 HC 191	74 HC 192	74 HC 193	74 HC 194	74 HC 195
74 LS 196	74 LS 197	74 LS 198	74 LS 199	74 LS 200	74 HC 196	74 HC 197	74 HC 198	74 HC 199	74 HC 200
74 LS 201	74 LS 202	74 LS 203	74 LS 204	74 LS 205	74 HC 201	74 HC 202	74 HC 203	74 HC 204	74 HC 205
74 LS 206	74 LS 207	74 LS 208	74 LS 209	74 LS 210	74 HC 206	74 HC 207	74 HC 208	74 HC 209	74 HC 210
74 LS 211	74 LS 212	74 LS 213	74 LS 214	74 LS 215	74 HC 211	74 HC 212	74 HC 213	74 HC 214	74 HC 215
74 LS 216	74 LS 217	74 LS 218	74 LS 219	74 LS 220	74 HC 216	74 HC 217	74 HC 218	74 HC 219	74 HC 220
74 LS 221	74 LS 222	74 LS 223	74 LS 224	74 LS 225	74 HC 221	74 HC 222	74 HC 223	74 HC 224	74 HC 225
74 LS 226	74 LS 227	74 LS 228	74 LS 229	74 LS 230	74 HC 226	74 HC 227	74 HC 228	74 HC 229	74 HC 230
74 LS 231	74 LS 232	74 LS 233	74 LS 234	74 LS 235	74 HC 231	74 HC 232	74 HC 233	74 HC 234	74 HC 235
74 LS 236	74 LS 237	74 LS 238	74 LS 239	74 LS 240	74 HC 236	74 HC 237	74 HC 238	74 HC 239	74 HC 240
74 LS 241	74 LS 242	74 LS 243	74 LS 244	74 LS 245	74 HC 241	74 HC 242	74 HC 243	74 HC 244	74 HC 245
74 LS 246	74 LS 247	74 LS 248	74 LS 249	74 LS 250	74 HC 246	74 HC 247	74 HC 248	74 HC 249	74 HC 250
74 LS 251	74 LS 252	74 LS 253	74 LS 254	74 LS 255	74 HC 251	74 HC 252	74 HC 253	74 HC 254	74 HC 255
74 LS 256	74 LS 257	74 LS 258	74 LS 259	74 LS 260	74 HC 256	74 HC 257	74 HC 258	74 HC 259	74 HC 260
74 LS 261	74 LS 262	74 LS 263	74 LS 264	74 LS 265	74 HC 261	74 HC 262	74 HC 263	74 HC 264	74 HC 265
74 LS 266	74 LS 267	74 LS 268	74 LS 269	74 LS 270	74 HC 266	74 HC 267	74 HC 268	74 HC 269	74 HC 270
74 LS 271	74 LS 272	74 LS 273	74 LS 274	74 LS 275	74 HC 271	74 HC 272	74 HC 273	74 HC 274	74 HC 275
74 LS 276	74 LS 277	74 LS 278	74 LS 279	74 LS 280	74 HC 276	74 HC 277	74 HC 278	74 HC 279	74 HC 280
74 LS 281	74 LS 282	74 LS 283	74 LS 284	74 LS 285	74 HC 281	74 HC 282	74 HC 283	74 HC 284	74 HC 285
74 LS 286	74 LS 287	74 LS 288	74 LS 289	74 LS 290	74 HC 286	74 HC 287	74 HC 288	74 HC 289	74 HC 290
74 LS 291	74 LS 292	74 LS 293	74 LS 294	74 LS 295	74 HC 291	74 HC 292	74 HC 293	74 HC 294	74 HC 295
74 LS 296	74 LS 297	74 LS 298	74 LS 299	74 LS 300	74 HC 296	74 HC 297	74 HC 298	74 HC 299	74 HC 300
74 LS 301	74 LS 302	74 LS 303	74 LS 304	74 LS 305	74 HC 301	74 HC 302	74 HC 303	74 HC 304	74 HC 305
74 LS 306	74 LS 307	74 LS 308	74 LS 309	74 LS 310	74 HC 306	74 HC 307	74 HC 308	74 HC 309	74 HC 310
74 LS 311	74 LS 312	74 LS 313	74 LS 314	74 LS 315	74 HC 311	74 HC 312	74 HC 313	74 HC 314	74 HC 315
74 LS 316	74 LS 317	74 LS 318	74 LS 319	74 LS 320	74 HC 316	74 HC 317	74 HC 318	74 HC 319	74 HC 320
74 LS 321	74 LS 322	74 LS 323	74 LS 324	74 LS 325	74 HC 321	74 HC 322	74 HC 323	74 HC 324	74 HC 325
74 LS 326	74 LS 327	74 LS 328	74 LS 329	74 LS 330	74 HC 326	74 HC 327	74 HC 328	74 HC 329	74 HC 330
74 LS 331	74 LS 332	74 LS 333	74 LS 334	74 LS 335	74 HC 331	74 HC 332	74 HC 333	74 HC 334	74 HC 335
74 LS 336	74 LS 337	74 LS 338	74 LS 339	74 LS 340	74 HC 336	74 HC 337	74 HC 338	74 HC 339	74 HC 340
74 LS 341	74 LS 342	74 LS 343	74 LS 344	74 LS 345	74 HC 341	74 HC 342	74 HC 343	74 HC 344	74 HC 345
74 LS 346	74 LS 347	74 LS 348	74 LS 349	74 LS 350	74 HC 346	74 HC 347	74 HC 348	74 HC 349	74 HC 350
74 LS 351	74 LS 352	74 LS 353	74 LS 354	74 LS 355	74 HC 351	74 HC 352	74 HC 353	74 HC 354	74 HC 355
74 LS 356	74 LS 357	74 LS 358	74 LS 359	74 LS 360	74 HC 356	74 HC 357	74 HC 358	74 HC 359	74 HC 360
74 LS 361	74 LS 362	74 LS 363	74 LS 364	74 LS 365	74 HC 361	74 HC 362	74 HC 363	74 HC 364	74 HC 365
74 LS 366	74 LS 367	74 LS 368	74 LS 369	74 LS 370	74 HC 366	74 HC 367	74 HC 368	74 HC 369	74 HC 370
74 LS 371	74 LS 372	74 LS 373	74 LS 374	74 LS 375	74 HC 371	74 HC 372	74 HC 373	74 HC 374	74 HC 375
74 LS 376	74 LS 377	74 LS 378	74 LS 379	74 LS 380	74 HC 376	74 HC 377	74 HC 378	74 HC 379	74 HC 380
74 LS 381	74 LS 382	74 LS 383	74 LS 384	74 LS 385	74 HC 381	74 HC 382	74 HC 383	74 HC 384	74 HC 385
74 LS 386	74 LS 387	74 LS 388	74 LS 389	74 LS 390	74 HC 386	74 HC 387	74 HC 388	74 HC 389	74 HC 390
74 LS 391	74 LS 392	74 LS 393	74 LS 394	74 LS 395	74 HC 391	74 HC 392	74 HC 393	74 HC 394	74 HC 395
74 LS 396	74 LS 397	74 LS 398	74 LS 399	74 LS 400	74 HC 396	74 HC 397	74 HC 398	74 HC 399	74 HC 400
74 LS 401	74 LS 402	74 LS 403	74 LS 404	74 LS 405	74 HC 401	74 HC 402	74 HC 403	74 HC 404	74 HC 405
74 LS 406	74 LS 407	74 LS 408	74 LS 409	74 LS 410	74 HC 406	74 HC 407	74 HC 408	74 HC 409	74 HC 410
74 LS 411	74 LS 412	74 LS 413	74 LS 414	74 LS 415	74 HC 411	74 HC 412	74 HC 413	74 HC 414	74 HC 415
74 LS 416	74 LS 417	74 LS 418	74 LS 419	74 LS 420	74 HC 416	74 HC 417	74 HC 418	74 HC 419	74 HC 420
74 LS 421	74 LS 422	74 LS 423	74 LS 424	74 LS 425	74 HC 421	74 HC 422	74 HC 423	74 HC 424	74 HC 425
74 LS 426	74 LS 427	74 LS 428	74 LS 429	74 LS 430	74 HC 426	74 HC 427	74 HC 428	74 HC 429	74 HC 430
74 LS 431	74 LS 432	74 LS 433	74 LS 434	74 LS 435	74 HC 431	74 HC 432	74 HC 433	74 HC 434	74 HC 435
74 LS 436	74 LS 437	74 LS 438	74 LS 439	74 LS 440	74 HC 436	74 HC 437	74 HC 438	74 HC 439	74 HC 440
74 LS 441	74 LS 442	74 LS 443	74 LS 444	74 LS 445	74 HC 441	74 HC 442	74 HC 443	74 HC 444	74 HC 445
74 LS 446	74 LS 447	74 LS 448	74 LS 449	74 LS 450	74 HC 446	74 HC 447	74 HC 448	74 HC 449	74





365, 545 und 730 mm sind diese Displays wahrlich kaum zu übersehen, zumal die Segmente aus vier nebeneinanderliegenden, sehr hellen 5-mm-LEDs gebildet werden. In der Vertika-

len werden 48, 72 oder 96 LEDs eingesetzt. Die Ansteuerung der Mammut-Anzeigen kann analog erfolgen — zum Beispiel durch eine Stromquelle von 0...20 mA — oder

auch digital über eine RS-232-Schnittstelle. Die Stromversorgung geschieht über das Netz oder durch eine Gleichspannung von 12 V. Da die Module in einem spritzwassergeschützten Alu-Profilgehäuse arbeiten, eignen sie sich auch für den rauen Industrieinsatz.

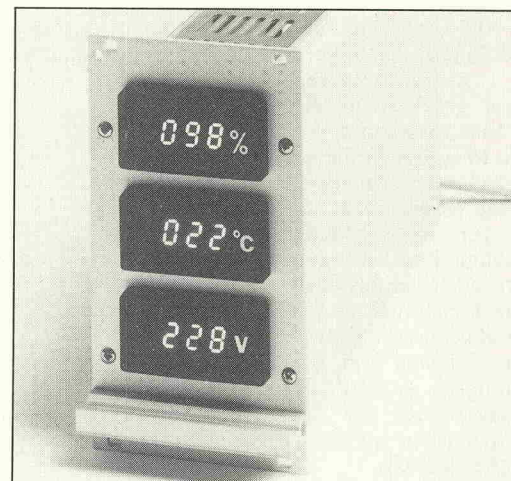
#### Meßgeräte

### Module für jeden Modus

Die neuen Mini-Digitalanzeigen der Serie MDA 1000 von der Firma Steutronic aus Löhne sind in SMD-Technik ausgeführt und haben somit lediglich ein Frontmaß von 48 x 24 mm bei einer Tiefe von nur 70 mm. Es gibt diese Instrumente,

die sich problemlos in 19-Zoll-Gehäuse einbauen lassen, mit verschiedenen normierten Strom- und Spannungsmessbereichen sowie auch speziell für Temperaturmessungen im Bereich -40...+120 °C.

Auf Wunsch werden die Module auch mit einem Grenzwertkontakt geliefert, dessen Ansprechschwelle sich mit Hilfe eines frontseitigen Potentiometers über den gesamten Meßbereich verschieben läßt.



ANZEIGE

## Die billige Kopie aus Taiwan kann langfristig sehr teuer werden.

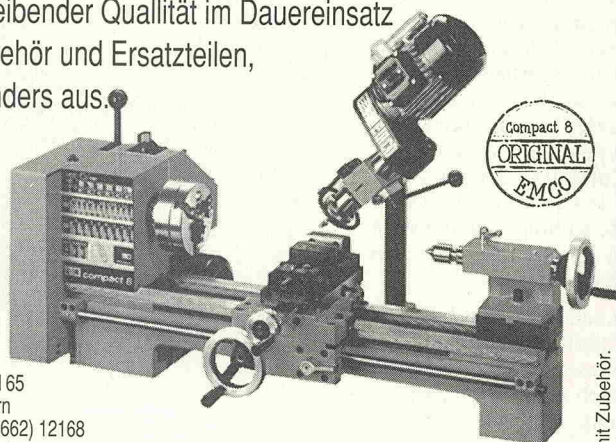
Hohe Arbeitsgenauigkeit bei gleichbleibender Qualität im Dauereinsatz und kurzfristige Liefertermine bei Zubehör und Ersatzteilen, zeichnen **EMCO** – Maschinen besonders aus.

**Überzeugende Technik zum attraktiven Preis.**



#### Technische Daten: EMCO FB-2

Max. Höhe zwischen Frästisch und Arbeitsspindel	370 mm
Ausladung der Spindel	163 mm
Tischgröße	630 x 150 mm
Längshub des Frästisches	380 mm
Querhub des Frästisches	140 mm
6 Drehzahlen	120/200/370/680/1100/2000 (50 Hz) U/min
Fräskopf	360° dreh- und schwenkbar



#### Technische Daten: EMCO Compact 8

Spitzenhöhe/Spitzenweite	105 mm/450 mm
Drehdurchmesser über Support	118 mm
Spindelnase	Werksnorm (ähnl. DIN 55021)
Morsekegel	MK 3
Spindeldurchlaß	20 mm
Arbeitsspindel-drehzahlen	100/250/350/500/850/1700 U/min
Vorschübe	
über Leitspindel	0,09 und 0,18 mm/U

**emco**

Sudetenstr. 10 · Postfach 1165  
8227 Siegsdorf / Oberbayern  
Tel. (08662) 7065 · Fax (08662) 12168

#### Anforderungscoupon:

Ausfüllen und schicken an:

**EMCO** Maier · 8227 Siegsdorf · Postfach 1165 · Tel. (08662) 7065

Bitte schicken Sie mir Informationsmaterial über:

☐ EMCO Compact 8 ☐ EMCO FB-2 ☐ Ges. Herstellungsprogramm

Absender: \_\_\_\_\_

Telefon: \_\_\_\_\_

82/89

Maschinenabbildungen teilweise mit Zubehör.



# Kataloge und Firmenschriften

Rechtzeitig zum 50-jährigen Jubiläum präsentiert die Firma Block ihren neu konzipierten

## Hauptkatalog

für 1989/90. Auf über 270 Seiten stellen hierin die Transformatorenbauer aus Verden/Aller ihr Lieferprogramm vor. Neu integriert in die gut gegliederte Übersicht wurde jedoch nicht nur die für den Einkäufer wichtige Preisliste, sondern auch ein ausführlicher technischer Teil mit vielen allgemeinen Hinweisen, Tabellen und Diagrammen, so daß der Katalog auch für Entwickler einen wertvollen Helfer darstellt.

Ebenfalls für den Labor-tisch des Entwicklers bietet Fischer Elektronik seine

## Neuheiten 1/89

in Katalogform an. Viele neue Kühlkörperarten sind zur alten Palette der Lüdenscheider Firma hinzu gekommen; ebenso ein aktuelles Angebot von silikongummierten Unterlegscheiben und Schläuchen für die verschiedensten Halbleitertypen. Auch in diesem Katalog findet der Techniker alle notwendigen Bemaßungen und Daten in Zuordnung zu den Produkten.

Anders als Trafos und Kühlkörper haben Gehäuse außer funktional auch noch formschön zu sein, und das mehr als 270 Seiten umfassende

## Gehäuse-Magazin 1989

der Firma bopla trägt dieser Anforderung Rechnung: Viele Farbphotos zeigen die zum Teil überraschend neuartigen Designs im Gehäusean-

gebot des Bündener Herstellers von ihren besten Seiten. Doch auch Bemaßungen, Skizzen und Daten kommen nicht zu kurz.

Ganz besonderen Wert auf Optik legt auch To-

Elektronik aus München kostenlos erhältlich sind, weisen jedoch auf die feinen Unterschiede hin:

- \* for Programmable Controller,
- \* for Telecommunication,

natürlich auch im Programm des Elektronik-Vertriebs elpro, der gerade seinen neuen

## Katalog '89

herausgebracht hat, denn von seinen

was ständig im Labor benötigt wird, findet man schnell.

Lange blättern dagegen wird jeder Hifi-Liebhaber, Boxenbauer oder PA-Spezialist im neuen Katalog

## Lautsprecher '89

der Firma LSV-Hamburg, in dem unter anderem Chassis der bekanntesten Hersteller angeboten werden, wie JBL, Electro-Voice, Dynaudio, Multicell, Goodmans... Außerdem werden natürlich auch komplette Bausätze für Hifi-, Musiker- und Discothekenboxen vorgestellt sowie Fertigboxen und Car-Hifi-Systeme.

Auf etwa 530 Seiten präsentiert die Firmaburster präzisionsmeßtechnik, Gernsbach, in ihrem

## Gesamtkatalog 1989

ein umfassendes Angebot an Sensoren, Geräten und Systemen zur Messung elektrischer, thermischer und mechanischer Größen. Die Produkte werden in ausführlichen Datenblättern beschrieben und jeweils mit Preis und Lieferzeit angeboten, so daß ein umständliches Suchen in separaten Preislisten entfällt.

Noch nicht in diesem Katalog enthalten sind die neuen

## DMS-Beschleunigungssensoren,

die im Gegensatz zu den bekannten piezoelektrischen Aufnehmern bereits ab einer Frequenz von 0 Hz arbeiten und keine Phasenverschiebungen bei dynamischen Messungen verursachen.



shiba bei drei ihrer neuesten Firmenschriften, denn das Thema

## Photo Couplers

haben sie zum gemeinsamen Inhalt. Die Untertitel der drei rund 30seitigen Broschüren, die über die Firma H3W-

\* for Inverter, Servo and Data Interface.

Optokoppler für die verschiedensten Bereiche werden in diesen englischsprachigen Heften mit Daten, Vergleichslisten und Schaltungsvorschlägen vorgestellt.

Optokoppler findet man

136 Seiten entfallen allein über 80 engbedruckte auf das große Halbleiterangebot. Bei den passiven Bauelementen setzt die Firma aus Ober-Ramstadt auf eine überschaubare Palette von Teilen namhafter Hersteller: Exotische Ware sucht man vergebens,



Mit vier Bauelementen:

# Tiefpaßfilter 5. Ordnung

ohne Offsetspannung

Michael Oberesch

Mit den beiden IC-Typen LTC 1062 und MAX 280 — als verbesserte Version — hat Maxim die Möglichkeit geschaffen, Tiefpaßfilter 5. und 10. Ordnung mit einem Mindestmaß an externer Beschaltung und auf engstem Raum zu realisieren. Da sich die Grenzfrequenzen dieser Filter zwischen 0 Hz und 20 kHz bemessen lassen, ergeben sich für die Bausteine weite Anwendungsbereiche — vom Anti-Aliasing-Filter in der digitalen Signalverarbeitung bis zum Einsatz in elektronischen Waagen und in Dehnungsmeßstreifenbrücken.

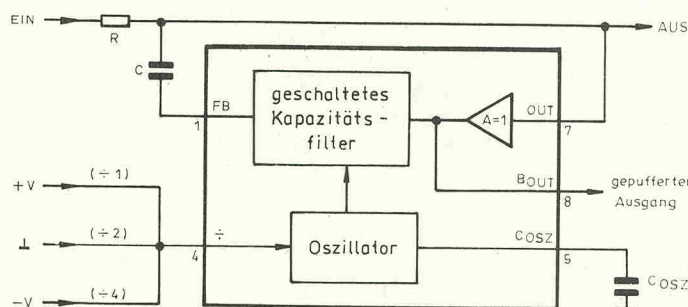


Bild 1 zeigt die Innenschaltung des MAX 280 und die minimale Außenbeschaltung, die im wesentlichen aus dem frequenzbestimmenden RC-Glied besteht, das im Signalweg liegt und bereits einen Tiefpaß 1. Ordnung darstellt. In Verbindung mit einem IC-internen, geschalteten Kapazitätsfilter, das über einen Pufferverstärker im Rückkopplungspfad liegt, ergibt sich aus der Anordnung ein fünfpoliges Filter.

Eine Besonderheit dieser Schaltungstechnik liegt darin, daß die Verbindung zwischen Ein- und Ausgang des Filters lediglich über den externen Widerstand R erfolgt und die eigentliche Filterschaltung nur im Wechselspannungspfad des Signals liegt, wodurch die Gesamtanordnung keinerlei Anteil zu einer Offsetspannung beiträgt, sofern das Ausgangssignal dem ungepufferten Anschluß OUT entnommen wird. Wird der gepufferte Ausgang BOUT benutzt, ist beim LTC 1062 mit einer Offsetspannung von etwa 20 mV zu rechnen, beim MAX 280 mit etwa 2 mV.

Einziges sonst noch benötigtes Bauelement ist der Kondensator COSZ, der die Frequenz des

**Bild 1. Innenschaltung und minimale Außenbeschaltung der Tiefpaßfilter-ICs MAX 280 und LTC 1062.**

internen Oszillators bestimmt. Ohne diesen externen Kondensator ist allein eine chip-interne

## Filtertakt und Oszillator

Kapazität von 33 pF wirksam, aus der sich eine nominelle Oszillatorfrequenz von 140 kHz ergibt. Bei einer Beschaltung mit COSZ errechnet sich die Frequenz aus:

$$f_{OSZ} = 140 \text{ kHz} \cdot \frac{33 \text{ pF}}{33 \text{ pF} + C_{OSZ}}$$

Allerdings ist dieser errechnete Wert mit einer relativ großen Toleranz von  $\pm 62,5\%$  (LTC 1062) bzw.  $\pm 19,5\%$  (MAX 280) behaftet, so daß sich entweder ein Ausmessen der tatsächlichen Frequenz direkt am Anschluß von COSZ empfiehlt oder aber die Verwendung einer Abgleichschaltung. Bild 2 zeigt ein Beispiel für eine Frequenz von 1 kHz:

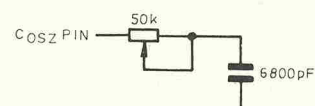
Der nach obenstehender Formel errechnete Wert für COSZ liegt bei 3900 pF. Verdoppelt man diesen Wert und schaltet zu dieser Kapazität ein 50-kΩ-Poti in Serie, so ergibt sich ein ausreichender Abgleichbereich zwischen etwa 500 Hz und 1,5 kHz, also von rund  $\pm 100\%$ .

Zwei Punkte sind bei der Bemessung der Oszillatorfrequenz fOSZ jedoch zu beachten:

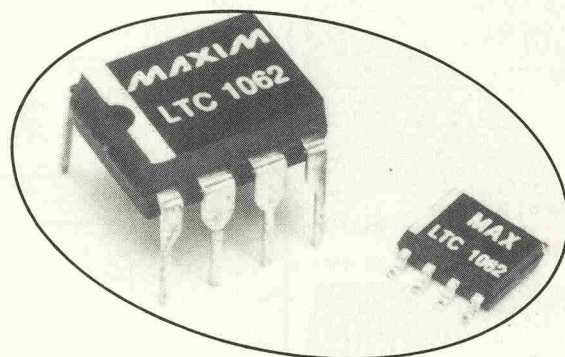
1.) Der Anschluß DIVIDER RATIO (Bild 3) bestimmt das Verhältnis von fOSZ zum internen Takt fCLK, der das Kapazitätsfilter schaltet. Liegt dieser Anschluß an +V, ergibt sich ein Verhältnis von 1/1, liegt er an GND ist es 2/1, und liegt er an -V beträgt das Verhältnis von fOSZ/fCLK 4/1.

2.) fCLK muß um den Faktor 100 größer sein als die gewünschte Grenzfrequenz des Tiefpasses.

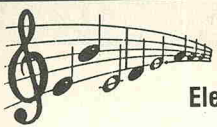
Eine genauere Taktung des Filters als sie durch den internen Oszillator möglich ist, kann durch eine externe Ansteuerung des Pins COSZ erreicht werden, wobei jedoch die Amplitude des verwendeten Taktsignals bis nahe an die Versorgungss-



**Bild 2. Mit dieser Oszillatorbeschaltung läßt sich der Frequenzbereich in einem weiten Verhältnis variieren.**







## Musik Elektronik

### Kawai K-5 Synthesizer

(Unverb. Preisempf. DM 3990,-)

Unser Preis: **DM 1995,-**



16-stimmiger Synthesizer mit 2 multifunktionalen Oszillatoren pro Stimme • Pro Oszillator kann stufenlos jeder Oberton bis zur 63. Harmonischen eingestellt werden, sowie 4 getrennten Hüllkurvengeneratoren zugewiesen werden • Filter mit Hüllkurvengenerator • VCA mit Hüllkurvengenerator • LFO mit 6 versch. Wellenformen • Hauptausgang sowie 4 prog. Einzelausgänge • MIDI-Multi-Mode mit dyn. Stimmzuordnung • 15-facher Split • 48 Single, 48 Multi-Sound-Speicher, erweiterbar über Cartridge • Großes LCD-Display •

### Kawai K-1 Synthesizer

unser Preis **DM 1390,-**

### Kawai K-1r 19" Synthesizer

unser Preis **DM 950,-**



16-stimmiger Synthesizer mit 256 Wellenformen • LFO • Hüllkurvengenerator • MIDI-Multi-Mode • Prog. Stereo-Ausgang • Erweiterbar über Cartridge • 64 Single, 32 Multi-Mode-Speicher •

### Casio VZ-1 Synthesizer

(unverb. Preisempf. DM 2499,-)

Unser Preis: **DM 1490,-**



16-stimmiger MIDI-Synthesizer • Großes LCD-Display, zeigt z. B. grafisch auch Hüllkurvengenerator an • MIDI-Multi-Mode • Mix sowie 2 Einzelausgänge • 4 Spitzbereiche und 4 Sendekanal möglich, so mit auch als Masterkeyboard einsetzbar • 64 interne freie Speicher • Lieferung incl. ROM-Card mit 128 Sounds • Anschlagsdynamik • After-Touch • Combinations-Programme •

### Boss MPD-4

Unser Tiefpreis:

**DM 265,-**

Drum-pad mit eingebautem Drum-to-MIDI-Wandler • Anschluß für weitere 3 Pads • Laßt sich an jeden MIDI-Synthesizer bzw. MIDI-Drum-Computer anschließen, um dessen Sounds über Pads oder Trigger-Mikrofone zu spielen •



### Korg KMS-30

Synthesizer

Unverb. Preisempfehlung

**DM 560,-**

Unser Tiefpreis:

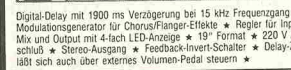
**DM 225,-**

Multifunktionaler Synthesizer mit MIDI-Geräte, DIN-Sync-Geräte (z. B. Korg DDM-110/220, MC-202, TR-606, TR-808 etc.) sowie Bandmaschinen und Cass.-Recorder zu synchronisieren • Anschlüsse: 2x MIDI-Out, MIDI-In, 2x DIN-Sync-Out, DIN-Sync-In, Tape-In/Out • Lieferung incl. Netzteil •

### Digitech RDS-1900 Digital-Delay

**DM 498,-**

Digital-Delay mit 1900 ms Verzögerung bei 15 kHz Frequenzgang • Modulationsgenerator für Chorus/Finger-Effekte • Regler für Input, Mix und Output mit 4-fach LED-Anzeige • 19" Format • 220 V Anschluss • Stereo-Ausgang • Feedback-Invert-Schalter • Delay-Zeit läßt sich auch über externes Volumen-Pedal steuern •



### Korg MEX-8000

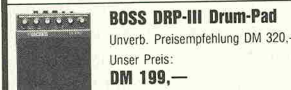
Unverb. Preisempfehlung

**DM 690,-**

Unser Preis:

**DM 199,-**

Speichererweiterung für Korg Synthesizer wie z. B. EX-800, Poly-800L, DW-6000, DWIEX-8000 etc. • Über MIDI lassen sich 4 Speicherbänke mit je 64 Sounds (also 256 Speicher) laden • Ladezeit ca. 2 Sekunden •



### BOSS DRP-III Drum-Pad

Unverb. Preisempfehlung DM 320,-

Unser Preis:

**DM 199,-**

Drum-Pad mit 6 eingetragenen digitalen Sounds wie: zerspringendes Glas, Kugelhocke, Timbales, Scratch, Vibra-Stap sowie Gong. Über weitere Regler lassen sich Anschlagsempfindlichkeit, Ausklingzeit, Tonhöhe sowie Sweep steuern. Triggering, Mix-Eingang, sowie Audio-Ausgang und Netzteil-Anschluß.

### Akai S-700 Sampling-Expander

Unverb. Preisempfehlung: DM 2090,-

AUDIO ELECTRIC Preis: **DM 1299,-**



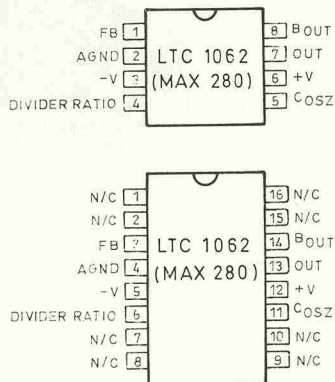
6-stimmiger 19" Sampler • 16 kHz Frequenzgang bei 12-Bit Auflösung • Eingebautes 2,8" Laufwerk • 6 Sound-Speicher mit je 0,8-3 Sekunden Aufnahmezeit, erweiterbar auf 16 Speicher • 6-faches Multisampling möglich • MIDI-Mono-Mode • Line und Mic-Anschluß zum selber sampeln • Wert über 100 Studiosounds als Zubehör lieferbar • Viele Nachbearbeitungsmöglichkeiten wie LFO, Filter, Overdrive, Rückwärtsabspielen, Release etc. Lieferung incl. 3 bespielten Disketten, 220 Volt.

Begrenzte Stückzahlen • Schnellversand per Post, Nachnahme • Alle Geräte originalverpackt mit Garantie • Ausführliches Informationsmaterial gegen DM 3,50 in Briefmarken.

**AUDIO ELECTRIC GmbH**  
Robert-Bosch-Straße 1  
7778 Markdorf (Bodensee)  
Tel. 0 75 44 / 7 16 08

# +++ Schaltungstechnik aktuell +++ neue Bauelemente

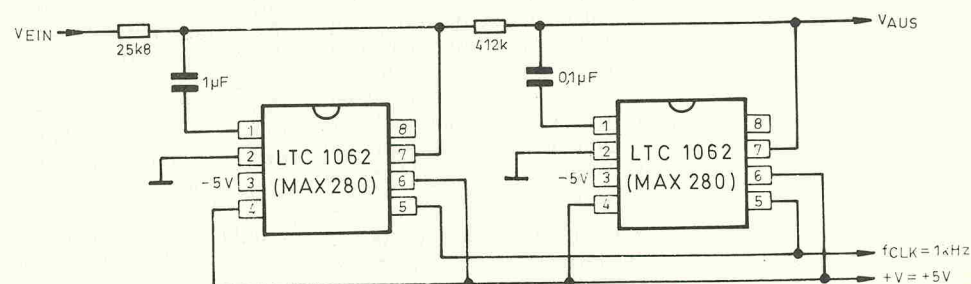
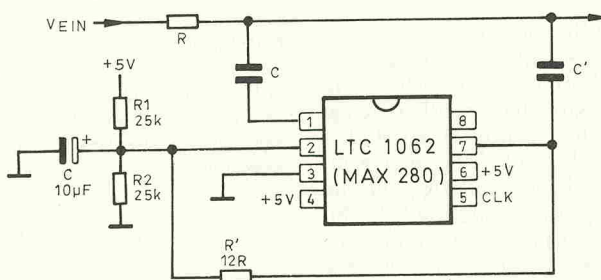
## altungstechnik aktuell +++ neue Bauelemente



**Bild 3. Die Bauelemente sind im 8-Pin-DIP- und im 16-Pin-SMD-Gehäuse erhältlich.**

spannungen  $\pm V$  reichen muß. Mit gepufferten CMOS-Gattern der 'B-Serie' ist diese Bedingung in jedem Fall erfüllt.

**Bild 4. Bei der Versorgung mit einer unsymmetrischen Speisespannung ergibt sich eine etwas aufwendigere Außenbeschaltung.**



## RC-Glied und Grenzfrequenz

Das externe RC-Glied an den Pins FB und OUT bestimmt die Grenzfrequenz  $f_G$  des Tiefpasses nach der Beziehung

$$f_G = \frac{1}{1,62 \cdot 2 \pi RC}$$

Der typische Wert für R sollte dabei um etwa 20 k $\Omega$  liegen, sein Minimalwert für ein Eingangssignal mit 1 V<sub>ss</sub> beträgt 1 k $\Omega$ . Wird ein möglichst flacher Filterverlauf entsprechend einer Butterworth-Charakteristik angestrebt, so sollte der errechnete RC-Wert möglichst genau eingehalten werden - ebenso wie ein exaktes Verhältnis von 100/1 für  $f_{CLK}/f_G$ .

## Schaltungsvarianten

Der Versorgungsspannungsbereich für die Filter-ICs reicht von  $\pm 2,35$  V bis  $\pm 8$  V, bzw. bei unsymmetrischer Versorgung nach Bild 4 von 4,75 V bis 16 V. In dieser Betriebsart ist die Einfügung von zwei weiteren Bauelementen notwendig: R' legt den Arbeitspunkt des internen Bufferverstärkers auf das künstlich geschaffene Mittpotential, C' trennt dieses Potential wiederum vom Si-

gnalweg ab. Diese zusätzliche Belastung der Schaltung durch R' und C' wird durch eine etwas abweichende Berechnung von RC ausgeglichen. Hier gilt:

$$\frac{f_G}{1,84} = \frac{1}{2 \pi RC}$$

Bild 5 zeigt die Kaskadierung zweier Filterbausteine zu einem Tiefpaßfilter 10. Ordnung. Der ungepufferte Ausgang der ersten Stufe kann dabei direkt mit dem Eingang der zweiten Stufe verbunden werden, wenn der verwendete Widerstand R' in der zweiten Stufe deutlich größer gewählt wird als der Widerstand R in der ersten Stufe, so daß diese möglichst wenig belastet wird.

Auch der Aufbau von Bandsperrern ist mit den ICs LTC 1062 und MAX 280 möglich, da die Filterbausteine innerhalb ihres Übertragungsbereichs eine Phasenverschiebung von 180° aufweisen, die bei einer Frequenz von  $f_{CLK}/118,3$  bzw. bei 0,85  $f_G$  liegt. Werden somit Eingangs- und Ausgangssignal der Schaltung addiert, ergibt sich an diesem Punkt ein Notch-Filterverhalten.

**Bild 5. Durch einfache Kaskadierung zweier ICs lassen sich Tiefpaßfilter 10. Ordnung realisieren, also mit einer Flankensteilheit von 60 dB/Oktave. Die angegebenen Werte beziehen sich auf eine Grenzfrequenz von 10 Hz, die Welligkeit im Durchlaßbereich beträgt dabei nicht mehr als 0,5 dB.**







# INDUSTRIE - MESSKARTEN PC, XT, AT

## Eigene Herstellung:

VD-8008 Videodigitalisierer mit Software für CGA, EGA, Genoa	991,-
VGA-Software für VD-8008 mit 64 Echtt-Graustufen, Abspeicherung im TIFF-Format	155,-
VD-8010 Videodigitalisierer, BAS in/out Halbbildverb., Color, TIFF, VGA	1498,-
Treiber	198,-
FBAS-RGB Splitter für Farbsignale in RGB umzuwandeln, für Videodigitalisierer	1198,-
EGA-BAS Adapter, wandelt RGB von CGA/EGA-Karte in BAS — Video um	119,-
TTY-Karte (20 mA-Loop) serielle COM1 Karte für Industrie, mit Optokopplereing.	298,-
RS-232/422 Wandler im ext. Gehäuse für Kabellängen bis 1000 Meter bei 9,6 kbit	498,-
PC-Oszilloscope LF inkl. AD-Karte & Software CGA, EGA	198,-
AD-Karte 8 Bit für PC/AT, 1 Kanal, 1 msec. kompl. inkl. Software	129,-
AD-Karte 8 Bit für PC/AT, 16 Kanal, 1 msec. kompl. inkl. mV-Software	198,-
AD/DA Karte 35 MHz, je 1 Kanal mit 8 Bit, für PC/AT & Software	548,-
AD 12 Bit Karte 7...25 µsec., 4 sample & hold, 16 Kanal, 16 TTL I/O und I/O	598,-
Multiplexer-Karte 1 auf 32 rüstet AD und DA Karten auf 32 Kanal auf	289,-
Proto-1 Prototypenkarte mit 24 TTL I/O (8255) und Lochrasterfeld	398,-
72 TTL-I/O mit 3x16 Bit Timer Quarzosc., I/O und Rechteckgeneratorschw.	249,-
Relais-1 Karte mit 8 Relais und 8 TTL I/O, zum Steuern von kleinen Lasten	368,-
Opto-1 Optokopplerkarte mit 16 Ein-, 8 Ausgängen (ca. 20 mA) inkl. Software	298,-
ST-1 Stepperkarte zum Steuern von Schrittmotoren, z. B.: iSERT-Motoren	283,-
1-Treiberkarte mit 4 Phasen, 30 VA, für ST-1 Karte zum Nachschalten	298,-
IZ-2 Frequenzzähler für PC/AT bis 1300 MHz inkl. BASIC-Software	479,-
Eprom-Simulatorkarte 2764-256 (32 KB) Echtzeit, verarbeitet Intel-Hex-Code	479,-
Z-80 EUROKIT mit PC-Assembler, Emulator, Eprommer 512K, Z-80 Rechner	1599,-
und Buch	—

## Aktuelles:

Farbdigitalisierer, ECHTZEIT 512x512 pix. für FBAS & RGB-Anschluß, PAL-Norm	5695,-
Page Maker 3.0 deutsch ALDIUS mit Mini-Windows, AT vers. liest TIFF-Files	2649,-
CCD-Industriekamera mit 500x500 pix. ab 3 LUX, BAS-Ausgang, 12 Volt	1799,-
Slot-Erweiterung für PC auf 4 Steckplätze, extern, mit Kabel komplett	256,-
48 TTL-I/O mit 3x16 Bit Timer und 16 LED auf einer Karte	248,-
Eprommer 256K mit Textolsokkel intern, kompl. inkl. Software	191,-
Eprommer 512K, externer Textolsokkel kompl. & Software	368,-
PAL-Programmer für PC/AT mit externem Metallgeh. & Textool kompl. mit Softw.	798,-
PAL-EPROM-87xx u. A. — Programmer, testet auch 74. ICs und DRAMS, SRAMS, CMOS	2154,-
AD-DA 12 Bit Karte mit 16 AD und 1 DA Kanal kompl. mit PASCAL-Software	248,-
AD-DA 14 Bit Karte mit 16 AD und 1 DA Kanal kompl. mit Treibersoftware	389,-
PS-2-Model Prototypenkarte, lange Ausführung	185,-

Kostenlose INFO anfordern. Versand erfolgt per NN. Mitglied im Computer-Ring.

**HEINRICH-KOLTER-ELECTRONIC**  
Steinstr. 22 · 5042 Ertstadt · Tel. 022 35/7 67 07 · Fax. 7 20 48

# albs



**SUB 20** — Entwickelt für den stereoplay-Subwoofer, die universelle aktive Frequenzweiche (Heft 6-7/88) ● mit regelbarer Subbaßanhebung 20 Hz von 0 bis 6 dB ● mit regelbarem Tiefpaßfilter 50-150 Hz und 12/24 dB ● mit Subsonicfilter 18 dB/15 Hz und...und...und...  
**SUB 20** — Das Fertiggerät für höchste Ansprüche

## Musik bleibt Musik durch rein DC-gekoppelte Electronic

DAC-MOS — die 100% DC-gekoppelten MOS-Fet-Leistungsverstärker mit sym. Eingang vervollständigen unsere erfolgreiche Serie RAM-4/PAM-10 (Testbericht stereoplay 9/86 (absolute) Spitzenklasse).  
Hi-End-Module von albs für den Selbstbau Ihrer individuellen Hi-Fi-Anlage ● DC-gekoppelter, symmetrischer Linearvorverstärker mit 1-Watt-CLASS-A-Kabeltreiber ● DC-gekoppelter RIAA-Entzerrvorverstärker ● Aktive Frequenzweichen — variabel und steckbar ● Gehäuse aus Acryl, Alu und Stahl — auch für hochprofessionelle 19"-Doppel-Mono-Blöcke ● Power-Pack-Netzteile bis 440 000 µF ● Vergossene, geschirmte Ringkerntrafo bis 1200 VA ● Viele vergoldete Audioverbindungen und Kabel vom Feinsten ● ALPS-High Grade-Potentiometer und albs Stufenschalter ...und vieles andere mehr.  
Ausführliche Infos DM 10,- (Briefmarken/Schein), Gutschrift mit unserer Bestellkarte. Änderungen vorbehalten, Warenlieferung nur gegen Nachnahme oder Vorkasse.

## albs-Alltronic

B. Schmidt · Max-Eyth-Straße 1 (Industriegebiet)  
7136 Otisheim · Tel. 070 41/27 47 · Tx 7263 738 albs

## BAUSÄTZE

\*\*\* enthält Bauteile, Fassungen, Verschiedenes und Platine(n) nach der Stückliste.  
(2) = enthält Teile wie (1), zusätzlich unbenutztes Gehäuse, Knöpfe, Kleinleiste.

**Heft 4/89:**

- ★ MMIC-Antennenverteiler (1) DM 36,60 (2) DM 61,40
- ★ Digitale Signalverarbeitung
- Speicherkarte mit 62256 und 27256 (leer) (1) DM 377,20 (2) DM 286,10
- A/D-D/A-Wandlerversion (1) DM 185,10 (2) DM 185,10
- Erweiterungskarte (1) DM 48,40 (2) DM 69,60
- ★ Metronom mit LS-TTL (1) DM 28,90 (2) DM 31,40
- ★ Breitbandvorverstärker, Tastkopfversion (1) DM 184,15
- dtb. Einbauelement (1) DM 184,15
- ★ Audio-Cockpit mit allen Optionen (1) DM 184,15

**Heft 3/89:**

- ★ Digitale Signalverarbeitung
- SYSTEMKARTE, 20 MHz-Version, ohne Eprom (1) DM 315,65
- programmiertes System-Eprom ist lieferbar (1) DM 26,50
- ★ Spannungskomparator (alle Akkutypen lt. Tabelle) (1) DM 124,70 (2) DM 21,90
- ★ Byte-Logger (AD-Wandler mit RS 232-Schnittstelle) (1) DM 21,90
- ★ Rücklaufschleife für Osz. (1) DM 21,90

**Heft 2/89:**

- ★ Halogenlampen-Dimmer mit SDS-Rel. und BUZ 10 A (1) DM 48,60
- ★ Aqua-Akku-Steuerelektronik mit Summer HMB-12 und Met.-bandwiderst., ohne Lampe (1) DM 36,40
- ★ ELISE Lichtsteuerung
- INP/DISP: mit Anzeigen und REK-Tastern (1) DM 33,60
- Trenn/Treiber: mit FD-16-1N3-BR (1) DM 124,70
- und da wäre noch (ohne „nebst“) (1) DM 89,-
- NTSync: (1) DM 115,-

**Preisliste über ELRAD-Bauelemente, aktive und passive Bauteile, (auch spez. Bauteile für Elrad-Anleitungen), PC-Systeme, -Erweiterungskarten und Zubehör gegen DM 3,- in Briefmarken auf**

**Diskette** im DOS-Format 5¼- oder 3½-Zoll (bitte angeben). Weitere Formate sind in Vorbereitung.

Versand per Nachnahme ohne Mindestbestellwert zuz. Porto und Verpackung.  
Bei Vorkasse auf PS-Konto Mch 4196 31-809 oder Sparkasse Bissingen Konto 625418 BLZ 722 515 20 spendenfreie Lieferung.

**STIPPLER-Elektronik Inh. Georg Stippler**  
Postfach 1133 · 8851 Bissingen · Tel. 090 05/4 63  
\*\*\*\*\*

## Angebot des Monats:

<b>Niedervolt Tischlampe aus elrad-Heft 2/89.</b>	DM 28,75
Bausatz ohne Platine und Trafo	DM 10,00
Platine	DM 37,40
100 VA Sicherheitstrafos vergossen	DM 3,95
Passendes Gehäuse PG 1005	DM 1,25
Spezial Zwillingslitze 2x2,5 mm², per m	DM 1,25

<b>Halogen-Kaltlicht-Reflektor Lampen Typ GX 5.3</b>	DM 24,30
12V-20W mit Sockel 38 Grad @ 51 mm	DM 24,30
12V-50W mit Sockel 40 Grad @ 51 mm	DM 24,30

## Transformator-Spannungsregler 6A

Mit diesem Spezial-Spannungsregler-Bausatz ist es möglich, Netztransformatoren und andere induktive Verbraucher zu regeln. Es können stromsparende Trafos bis max. 6A primärseitig geregelt, oder auf einfache Weise ohne großen Schaltungsaufwand regelbare Netzgeräte aufgebaut werden.

Technische Daten: 220 V 50 Hz, ca. 6A  
B 519 DM 27,50  
Passendes Gehäuse aus Polystyrol  
OT 652 DM 9,30

**KATALOG '89 nur gegen Vorkasse DM 3,20 + 1,80 Porto**

**HANS-A. OPPERMANN**  
ELEKTRONISCHE BAUELEMENTE  
Bahnhofstr. 17, 3074 Steyerberg, Telefon 057 64/21 49

**2 Wege, 3 Systeme Box, konzentrischer Strahler 120 W, 93 dB/W/m** 315,-

**2-3 Wege, 5 Systeme Box, konzentrischer Strahler 120 W, 96 dB/W/m** 523,-

**3 Wege, 5 Systeme Spitzenbox, konzentrischer Strahler 120 W, 97 dB/W/m** 2120,-

**5 Paare mit Görlitz-Podszus-Systemen vorrätig.**

Probieren (auch mit eigenen Platten) erwünscht!

**LAUTSPRECHER ZUM SELBERBAUEN**

Steinfurter Str. 37 4400 Münster Tel. 0251/27 74 48  
Öffnungszeiten Mo-Fr 14-18 Uhr Sa 10-14 Uhr

ICL 7107+7106, Intersil à 5,99  
ab 10 Stück à 5,65  
ab 25 Stück à 5,55  
ICL 7106R 6,95  
ab 10 Stück à 6,45  
ICL 7135 25,50  
2N3055 RCA 1,25  
2N3055 Motorola 1,-

Telefunken, 7-Segment-Anzeigen, 13 mm, rot  
D350 PA (gem. Anode) 1,20  
ab 25 Stück à 1,10  
D350 PK (gem. Anode) 1,20  
ab 25 Stück à 1,10

1/4-W-Kohleschichtwiderstände, 5%, axial, in 100er-Tüten, neue Ware.  
Lieferbare Werte von 1 Ω bis 10 MΩ.  
100 Stück, pro Wert (1 Tüte) 1,-

100 LED, Sortiment, 3+5 mm 5,-  
100 BC-Transistoren, Sortiment 5,-  
100 Tantal-Kondensatoren 5,-  
25 Polts 4+6 mm Achse 5,-  
25 Schieberegler, Sortiment 5,-  
100 MKH-Kondensatoren, Sortiment 5,-  
100 Ekos, Sortiment 5,-  
100 Cermet-Trimmer, sortiert 5,-

Wiederverkäufer Händlerliste schriftlich anfordern.

**Kostenlosen Katalog '89\* (200 Seiten) anfordern!**  
\* (wird bei Bestellung automatisch mitgeliefert) Fax 092 51/74 31

**SCHUBERTH electronic-Versand** 8660 Münchberg, Wiesenstr. 9  
Telefon 092 51/60 38

## MIDI-Bausätze

MIDI-Keyboards (Kunststofftasten) ab 298,-  
MIDI-Keyboards (gewichtete Tasten) ab 658,-  
MIDI-Keyboards (Echtholztasten) ab 648,-  
universelle MIDI-Nachrüstungen ab 148,-  
MIDI-Basspedale ab 178,-  
Drum-to-MIDI-Interface ab 98,-  
Masterkeyboard-Controller ab 79,-  
Modulationsräder, MIDI-ICs, Fuß-Taster, Kontakte...  
ausführliches Infomaterial DM 1,- (Briefmarken)

**DOEPFER-MUSIKELEKTRONIK**  
Lochhamer Str. 63 D-8032 Gräfelfing  
Tel. (089) 85 55 78 Fax 854 16 98  
(kein Ladenverkauf)

## \*Disco-Effects\*

**Nebelmaschinen**

**Gamma Fog MK III**  
Kompakte, aber äußerst leistungsfähige Nebelmachine mit ca. 300 cfm Nebelausstoß pro Minute bei niedrigem Verbrauch (ca. 80 ml pro Minute bei Verwendung von Nebelfluid B3). Für Dauerbetrieb ausgelegt, Fernbedienung im Lieferumfang enthalten! Näheres zu dieser Maschine finden Sie in unserem Katalog 88/89 auf Seite 40!

**Gamma Master Fog**  
Nebelmachine für den Großinsatz! Nebelausstoß: ca. 1000 cfm pro Minute, große Nebelausbreitweite, Anschluß an 220 V, genaueste Temperaturregelung, elektronischer und mechanischer Schutz gegen Übertemperatur und Überlast, Nebelfluid wird per Schlauch direkt aus dem Cubitainer angesaugt. Fernbedienung mit regelbarer Nebelleistung im Lieferumfang enthalten!

**898,- DM**

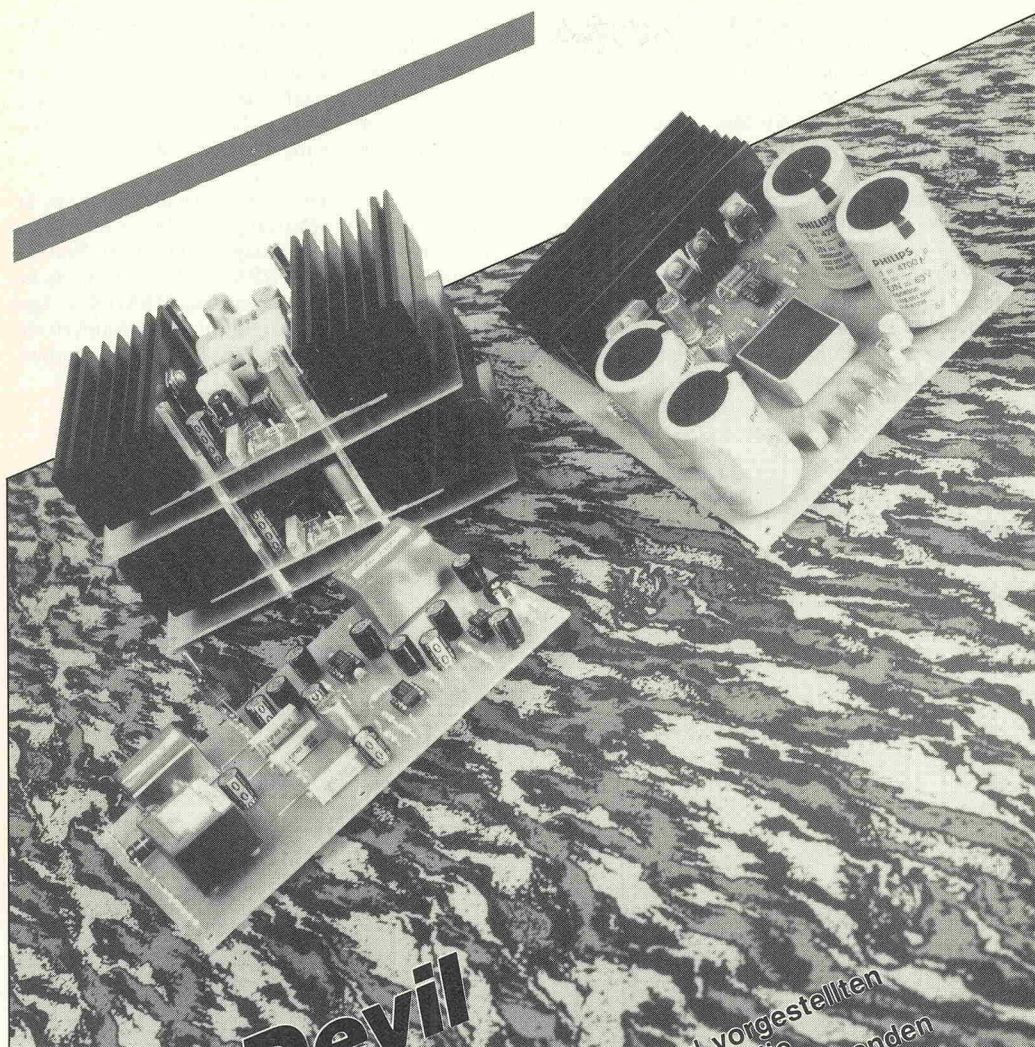
**1699,- DM**

Nebelfluid B2 (normal auflösend) im 5-l-Cubitainer 68,- DM  
Nebelfluid B3 (Longlife, beste Qualität) im 5-l-Cubitainer 95,- DM  
Weitere Spezialeffekte in unserem Katalog 88/89 auf den Seiten 39 bis 43, z. B.:  
Seitenblasenmaschine SP1 197,- DM  
Konfetti-Maschine 429,- DM

Unsere 112 Seiten starken LLV-Katalog 88/89 schicken wir gerne gegen Einsendung der Schutzgebühr von 5,- DM (Briefmarken, Scheck, Schein) zu.

**LLV**  
Lautsprecher & Lichtanlagen, Versandhandel, Grimm-Boss GbR  
Eifelstr. 6 · 5216 Niederkassel 5 · Tel. 02 28/45 40 58





# Auto-Devil

Gerhard Haas

Nachdem die Klangeigenschaften des früher in elrad vorgestellten Verstärkerkonzepts 'Black Devil' in audiophilen Kreisen die entsprechende Würdigung erfahren hat, sollen sie dem Autofahrer die Musikliebhaber nicht vorenthalten werden. Die in diesem Beitrag vorgestellten drei Schaltungen, Verstärker, Limiter und Spannungswandler, können jedoch auch als eigenständige Lösungen für andere Anwendungen eingesetzt werden.

Die Bauanleitung zum 'Black Devil' sowie die dazugehörigen Grundlagen wurden bereits in den Heften 1/88, 2/88 und 9/88 ausführlich abgehandelt. Hier soll deshalb nur kurz auf die eigentliche Verstärkerschaltung eingegangen werden; einige Überlegungen zum Verstärker im Auto allgemein sind jedoch durchaus angebracht.

Wenn der Motor und somit der Generator läuft, ist mit maximal etwa 14 V Bordspannung zu rechnen. Im Idealfall könnte man mit einer Ausgangsspannung von knapp 5 V<sub>eff</sub> an 4 R rechnen. Damit sind gerade gut 6 W Sinusleistung erreichbar. Die Spannungsabfälle an Transistoren ( $U_{CEsat}$ ) und Emitterwiderständen ( $U_{RE}$ ) sind dabei noch nicht berücksichtigt (siehe Bild 2). In Brückenschaltung steht die doppelte Ausgangsspannung zur Verfügung, so

daß sich die vierfache Leistung an der gleichen Last ergibt. Die Ausgangstransistoren müssen dann aber auch den doppelten Strom vertragen. Bei leistungstärkeren Typen dagegen steigt auch die Sättigungsspannung an, so daß sich nicht exakt die vierfache Ausgangsleistung ergibt. Weiterhin treten die Spannungsabfälle an Ausgangstransistoren und Emitterwiderständen zweimal auf. Echte Abhilfe für höhere Leistungsausbeute schafft nur eine mittels Spannungswandler hochgesetzte Betriebs-Spannung.

In den typischen Autoverstärker-ICs werden meist einige schaltungstechnische Klimmzüge gemacht, damit die Spannungsabfälle an den Ausgangstransistoren und Emitterwiderständen möglichst klein bleiben. Man kommt der theoretisch erreichbaren Ausgangsleistung auch sehr nahe. Messungen und Versuchsaufbauten jedoch ergaben, daß diese ICs in der Handhabung nicht immer ganz unproblematisch sind. Entweder ist mit hoher Schwingneigung zu rechnen, wenn die Verstärkerbandbreite groß ist, oder die Verstärker sind schwingsicher, dann läßt der Frequenzgang zu wünschen übrig. Ebenfalls ist das Klirrfaktorverhalten nicht sehr befriedigend. Nur über ein sehr gut ausgestuftes Layout und exakte Dimensionierung lassen sich Verstärker aufbauen, an die einigermaßen High-End-Maßstäbe angelegt werden können.

Die ganzen Schwierigkeiten umgeht man natürlich mit einem diskreten Verstärker wie dem Black-Devil. Bei niedriger Betriebsspannung hat er jedoch einen Nachteil: Die Sättigungsspannungen an den Darlingtontransistoren sind relativ hoch. Dies wird aber in Kauf genommen und durch eine etwas höhere Wandlerspannung ausgeglichen.

Die schon aus elrad 1/88 bekannte Verstärker-Schaltung ist in Bild 3 dargestellt. Es sind nur geringfügige Umdimensionierungen notwendig, damit gegenüber den ursprünglichen 63 V die auf rund 40 V verringerte Betriebsspannung verwendet werden kann. In Bild 4 ist der Bestückungsplan gezeigt. In den Tabellen 1 und 2



sind die Leistungsdaten des Verstärkers aufgeführt.

Aufbau und Abgleich der Endstufe dürften kaum Probleme bereiten. Die beiden Endtransistoren müssen vor der Montage mit Wärmeleitpaste eingestrichen werden. Der Transistor T3 wird zum Kühlkörper hingebogen und bekommt einen dickeren Klecks Wärmeleitpaste verpaßt, so daß guter thermischer Kontakt sichergestellt ist. In die Betriebsspannungsschaltung schaltet man nun einen Strommesser, die Mittelpunktsspannung (Pluspol von C7) wird mit einem Voltmeter überwacht. Ein einfaches Netzgerät, das etwa 40 V und 2 A abgibt, kann als Spannungsquelle dienen. Nach dem Einschalten gleicht man mit P2 auf etwa 60 mA Stromaufnahme ab, die Mittelpunktsspannung sollte mit P1 etwa auf die halbe Betriebsspannung gebracht werden. Nun wird noch mit Sinusgenerator, Oszilloskop und Lastwiderstand (4 R, mindestens 50 W belastbar) die dynamische Kontrolle durchgeführt. Die Endstufe steuert man bei 1 kHz für etwa zehn Minuten halb aus und läßt sie gut warmlaufen. Danach wird der Ruhestrom nochmals auf 60 mA einstellt. Zum Schluß wird voll ausgesteuert, wobei man mit P1 auf symmetrisches Klippen einstellt. Damit ist die Inbetriebnahme der Endstufe vorläufig abgeschlossen.

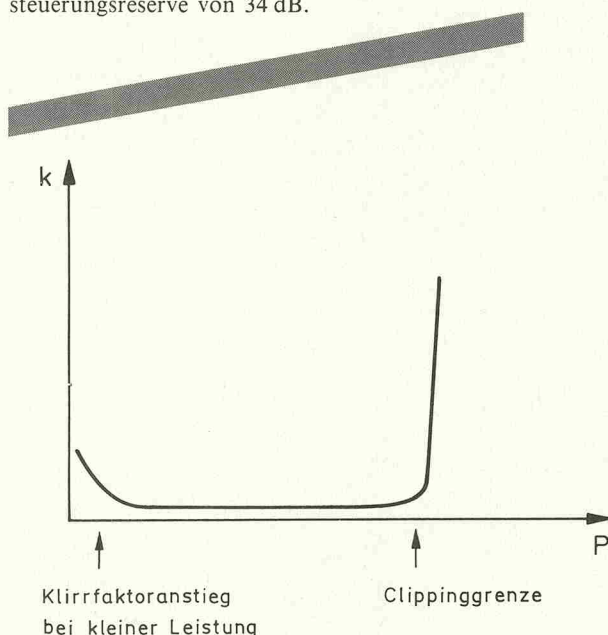
Ein Problem wird bei Autoleistungsverstärkern oft übersehen oder falsch gelöst. Beim Fahren ist je nach Fahrzeug, Geschwindigkeit und Straße mit verschiedenen hohen Grundgeräuschen zu rechnen. Damit z.B. bei Sprache immer die gleiche Verständlichkeit erreicht wird, kann die Lautstärke geschwindigkeitsabhängig nachgeregelt werden. Dies wird bei einigen Autoradiotypen auch gemacht. Bei sowieso schon hoch eingestellter Lautstärke kann es soweit kommen, daß der Verstärker keine ausreichenden Reserven mehr für Aussteuerungsspitzen hat. Der Effekt äußert sich dadurch, daß ab einer bestimmten Reglerstellung die Lautstärke nicht mehr wesentlich zunimmt, der Lautsprecher aber statt wohlklingender Musik zunehmend Krächzen von sich gibt.

Ein eleganter Weg ist der Einsatz eines Limiters, der dem Verstärker vorgeschaltet wird und auf ein Verhältnis von 1:10 eingestellt ist (siehe Bild 5). Bei einer Zunahme des Eingangspegels um 10 dB erhöht sich der Ausgangspegel um nur 1 dB. Nähme man nun einen Verstärker mit 25 W an 4 R (10 V) und sorgte dafür, daß der Limiter 2 dB unter Vollaussteuerung einsetzt, hätte man bezogen auf einen im Auto durchaus üblichen Grundpegel von 2 V an 4 R (1 W) eine stattliche Aussteuerungsreserve von 34 dB.

Wird der Limitereinsatzpunkt bereits auf 3 dB unter Vollaussteuerung gelegt, steigt die Aussteuerungsreserve auf respektable 43 dB an! Man kann also mit dieser Konfiguration mit hoher Grundlautstärke Musik hören und vermeidet Verzerrungen bei Lautstärkespitzen (allerdings geht das natürlich auf Kosten der Dynamik). Subjektiv wird hier der 25-W-Verstärker unter gleichen Bedingungen genauso laut sein wie

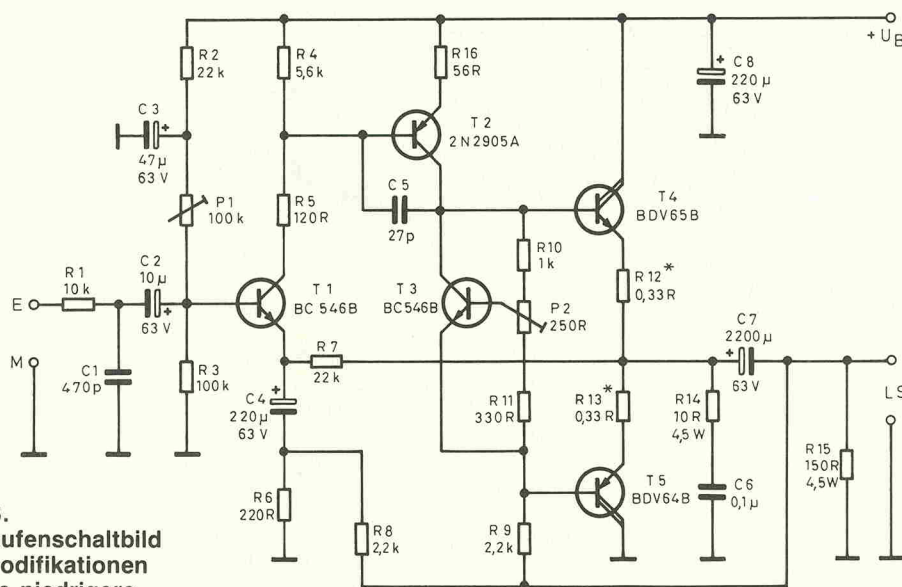
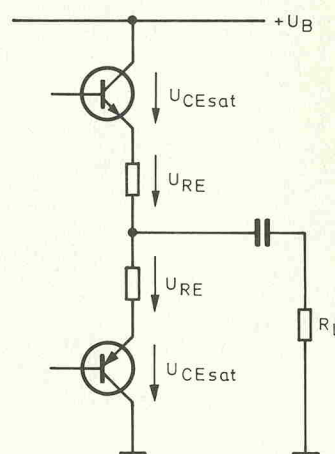
ein 100-W-Verstärker. Die Pegelverhältnisse sind im Diagramm in Bild 6 gezeigt. Je nach Lage des Limitereinsatzpunkts läßt sich die Aussteuerungsreserve festlegen.

Die hier verwendete Limiter-schaltung wurde einschließlich Grundlagen im elrad Sonderheft REMIX 1 ausführlich beschrieben. Im REMIX 2 kam dann ein etwas modifizierter Limiter in einer Mischpultan-



**Bild 1. Typischer Klirrfaktorverlauf einer normalen Endstufe. Der Anstieg bei kleinen Leistungen fällt beim Black Devil sehr viel weniger ausgeprägt aus.**

**Bild 2. Prinzipschaltbild einer Gegentaktendstufe mit eingezeichneten Spannungsabfällen.**



**Bild 3. Endstufenschaltbild mit Modifikationen für die niedrigere Betriebsspannung.**

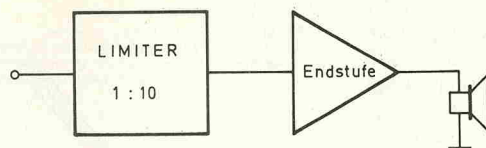
\* siehe Stückliste



wendung zum Einsatz. Bei der vorliegenden Bauanleitung ist er als Begrenzer vor eine Transistorendstufe geschaltet. Die Konfiguration in Bild 5 ist aber so universell, daß sie als 'Abfallprodukt' auch anderweitig in der PA- und Studioteknik eingesetzt werden kann. Der Stromlaufplan für die Limiterplatine (Bild 7) zeigt die Schaltungsdetails. Über C1 und R1 gelangt das Eingangssignal auf den invertierenden Eingang von IC1. In die Gegenkopplungsschleife ist das Limiter-

Modul ALC-6100 geschaltet. Das Ausgangssignal von IC1 führt auf IC3, welches als Treiberverstärker für das Limiter-Modul arbeitet. Mit S1 kann die Limiterfunktion ein- und ausgeschaltet werden. Das Ausgangssignal von IC1 gelangt außerdem auf den invertierenden Eingang von IC2. Dieses IC dient als Aufholverstärker und dreht gleichzeitig die Phase.

Der Abgleich des Limiters wird mit den Trimpotios P1, P3



**Bild 5.**  
**Blockschaltbild**  
**einer Endstufe**  
**mit Limiter.**

und P4 bei 1 kHz in der nun beschriebenen Reihenfolge gemacht. P1 wird voll aufgedreht und man legt an E einen Pegel von -17 dBm an. Dann wird P4 solange verstellt, bis an MP2 ein Pegel von -6 dBm ansteht. Dabei sollte die LED D1 glimmen und anzeigen, daß der Limitereinsatzpunkt erreicht ist. Zuletzt stellt man mit P3 den Ausgangspegel so ein, daß die angeschlossene Endstufe bei den angegebenen Pegeln etwa 1 bis 1,5 dB unter der Clipping-Grenze gesteuert ist. Jetzt wird die später verwendete Signalquelle angelegt und bei Vollausgangspegel derselben verstellt man P1 solange, bis an MP1 ein Pegel von -17 dBm meßbar ist. Damit ist der Abgleich beendet. Der Limiter ist nun nach Kurve 1 in Bild 6 abgeglichen.

Am Ausgang A' kann das Signal direkt vom Ausgang von IC1 abgenommen werden. Beispielsweise läßt sich hier ein Pegelmesserschließen, dessen 0-dB-Punkt mit P2 abgeglichen werden kann. Dann werden der Limitereinsatzpunkt und die aktuellen Pegelverhältnisse exakt angezeigt. Die LED-Anzeige über D1 soll nur grob den Limitereinsatzpunkt anzeigen. Sie fängt bei etwa 2 dB vor Begrenzungseinsatz schwach an zu glimmen. Nach Begrenzungseinsatz leuchtet sie voll auf.

Für andere Einsätze als im Auto kann die Verwendung von Eingangs- und Ausgangsübertragern auf der Limiterplatine Vorteile bringen. Die korrekte Schaltung dafür ist außerhalb

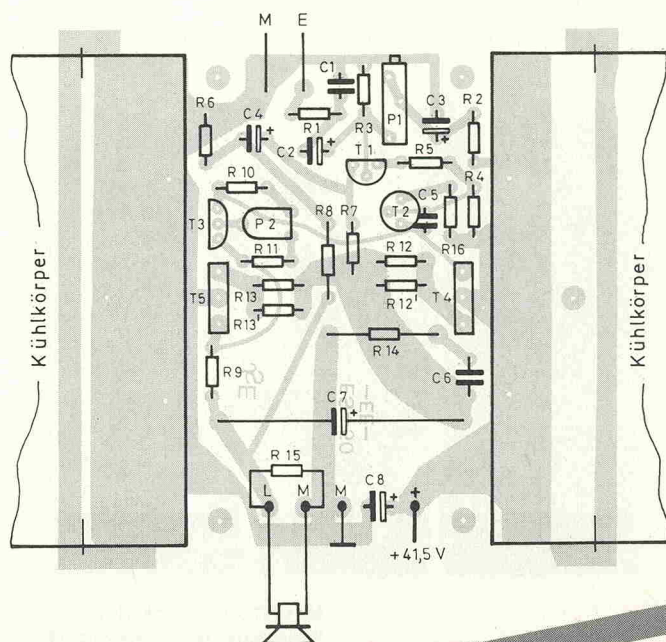
der gestrichelten Linie im Schaltbild angegeben. Ebenso ist auf der Platine und im Bestückungsplan der entsprechende Platz vorgesehen. Wenn der Ausgangsübertrager eingesetzt wird, müssen die im Schaltplan mit \* gekennzeichneten Widerstände R17 und R18 entfallen. Weiterhin ist der Spannungsregler IC4 vorgesehen. Er sorgt zusammen mit den dazugehörigen Bauteilen für gute Entkopplung der Limiterbetriebsspannung von der Wandlerspannung. In Bild 8 ist der Bestückungsplan der Limiterplatine abgebildet.

**Ein Limiter — normalerweise die Notbremse im Studio — erfüllt auch im Auto einige sinnvolle Aufgaben.**

Endstufen- und Limiterplatine können im Auto nur betrieben werden, wenn eine höhere Spannung zur Verfügung steht. Dafür sorgt der Spannungswandler, dessen Schaltplan in Bild 9 gezeigt ist. In elrad wurde das Thema Spannungswandler schon öfters behandelt, so daß hier nicht jedes Detail und die Einzelfunktion besprochen werden soll. In unserem Wandler werden sehr moderne Bauteile eingesetzt, die einen hohen Wirkungsgrad und leichte Nachbaubarkeit sichern. Es handelt sich um einen Aufwärtswandler mit Speicherdrossel. Das zentrale Bauteil ist der L 296 von SGS, der für unsere Anwendung alle nötigen Funktionen beinhaltet. Da das IC nicht die Spitzenströme liefern kann, die für die gewünschte hohe Leistung notwendig sind, müssen externe Transistoren zugeschaltet werden. Der IC-Ausgang Pin 2 ist gut geeignet zum Treiben dieser externen Leistungsschalter.

### Stückliste — Verstärker —

Widerstände, Metallschicht		C3	47µ/63 V
MR25 1 %		C4	220µ/63 V
R1	1k	C5	27p Keramik
R2,7	22k	C6	100n MKT
R3	100k	C7	2200µ/63 V axial
R4	5k6	C8	220µ/63 V
R5	10k	Trimpotios	
R6	220Ω	P1	100 k 10-Gang-Spindeltrimmer
R8,9	2k2	P2	250 R
R10	1k	Halbleiter	
R11	330R	T1	BC 546 B selektiert
R12,13	2x OR68 parallel Metallbandwiderstand 5 W RM 10	T2	2 N 2905 A
R14	10R 4,5 W Metalloxid	T3	BC 546 B
R15	10R 4,5 W Metalloxid	T4	BDV 65 B
R16	56R	T5	BDV 64 B
Kondensatoren		Sonstiges	
C1	470µ Keramik	2 Kühlkörper SK 68 SA	
C2	10µ/63 V selektiert	100 mm	
		1 Kühlstern KK 50 22 K W	

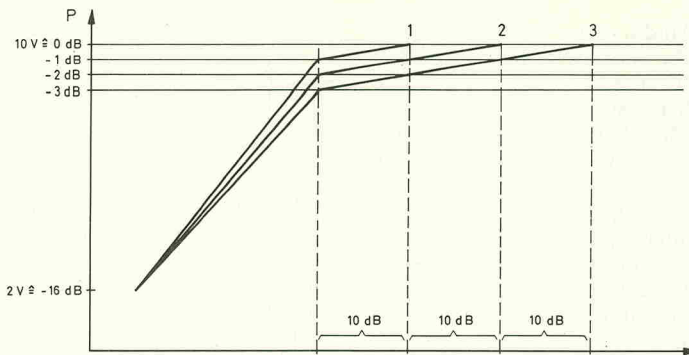


**Bild 4. Bestückungsplan**  
**für die Endstufe. Zu**  
**beachten ist, daß die**  
**Kühlkörper nicht**  
**potentialfrei sind.**



## 2 x 30 Watt im Auto

Getaktete Spannungswandler sind ein Spezialgebiet. Man muß sich klar machen, daß man einen 'Störsender' baut und mit Hf umgeht. Bei unserer Anwendung treten Spitzenströme in der Größenordnung von weit über 10 A auf, sowie Spannungen bis über 40 V. Es wird kräftig Energie umgesetzt und das bei 90 kHz und rechteckförmigem Spannungsverlauf! Rechtecke sowie die bei Spannungswandlern immer auftretenden Partialschwingungen können selbst bei einer relativ niedrigen Grundfrequenz noch bis in den UKW-Bereich hineinreichen und dort Störungen verursachen. Ein gu-



ter Aufbau der Schaltung und ein sauberes Layout sowie eine ordentliche Platine sind Grundvoraussetzungen für korrekte und störungsfreie Funktion.

In unserem Wandler kommt außer dem L 296 der moderne Leistungs-FET BUZ 12 zur Anwendung. Die Leistungsdaten sind  $U_{DS} = 50 \text{ V}$ ,  $I_D = 36 \text{ A}$  und  $R_{DSon} = 28 \text{ m}\Omega$ . Ein FET wäre leicht überlastet, deshalb werden zwei Stück parallel geschaltet. In der gemeinsamen Sourceleitung liegt der Widerstand  $R_S$ , der als Fühlwiderstand für die Strombegrenzung dient. Wer jedoch in der Stückliste nachsieht, sucht diesen Widerstand vergeblich. Ein genau definiertes Stück Leiterbahn genügt und ist auch besser als eingelötete Widerstände, um die gewünschten  $50 \text{ m}\Omega$  zu erzeugen. Dazu ist es wichtig, die Angaben zur Leiterplatte in der Stückliste zu beachten (Kupferdicke  $70 \mu$ ). Steigt der Spitzenstrom zu stark an, spricht der Komparator IC2 an und schaltet über den Eingang Pin 4 von IC1 den Ausgang Pin 2 für die Leistungstransistoren ab. Die Eingangsbeschaltung von IC2a unter-

**Bild 6. Durch geschickten Abgleich des Limiters läßt sich eine erhebliche Aussteuerungsreserve gewinnen.**

drückt kurze Störspitzen. Über die Bauteile R1, C6 und D1 wird die Referenzspannung für IC2 erzeugt. Z-Dioden mit Nennspannungen um 6 V haben ausreichend niedrige Temperaturkoeffizienten, so daß keine weiteren Stabilisierungsmaßnahmen notwendig sind.

IC1 ist so beschaltet, daß beim Einschalten ein Softstart erfolgt, d.h. die Ausgangsspannung läuft langsam hoch. Weiterhin sind Strombegrenzung und Spannungsausregelung so ausgelegt, daß nicht sofort bei Aussteuerungsspitzen ein Ansprechen erfolgt. Eine zu schnelle Strombegrenzung würde einfach die Ausgangsspannung abschalten, Tonaussetzer wären die Folge. Ebenfalls wurde die Spannungsausregelung langsam gemacht. Die 'Black Devil'-Endstufe ist auf gute Impulswiedergabe ausgelegt. Ein zu emsig regelnder Spannungswandler würde die guten Eigenschaften der Endstufe schnell verschlechtern.

Am Eingang des Spannungswandlers sind C1 bis C5 angeordnet. Mehrere parallel geschaltete Kondensatoren haben einen geringeren Ersatz-Se-

## Technische Daten 1

Frequenz	max. Ausgangsspannung an	
	2 $\Omega^*$	4 $\Omega^{**}$
20 Hz	6.1 V	8.4 V
40 Hz	6.9 V	10.2 V
100 Hz	7.3 V	10.9 V
1 kHz	7.4 V	11.1 V
10 kHz	7.4 V	11.1 V
20 kHz	7.4 V	11.1 V

\* Wandlerspannung = 34 V, C7 erhöht auf  $4700 \mu\text{F}$

\*\* Wandlerspannung = 41.5 V, C7 =  $2200 \mu\text{F}$

Leistungen gemessen mit Batteriespannung zwischen 11.5 und 12 V, beide Kanäle voll ausgereutert!

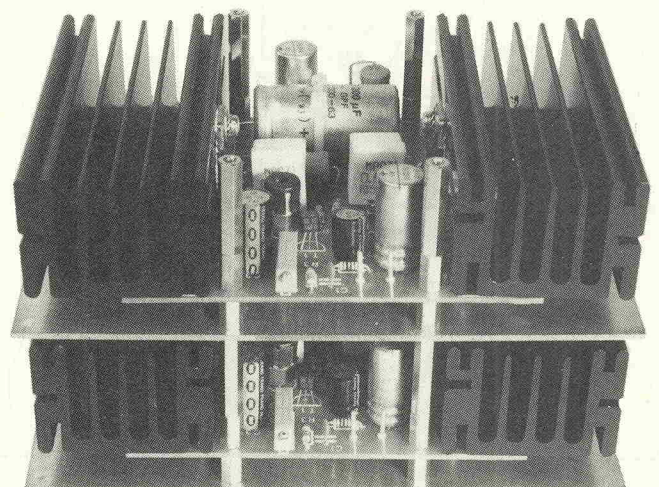
Leistung an 4 $\Omega$ bezogen auf die Frequenz		Leistungsabfall
1 kHz	25 W	0 dB
100 Hz		-0.3 dB
40 Hz		-1.7 dB
20 Hz		-3.5 dB

Frequenzgang bei  
1 W an 4  $\Omega \leq 10 \text{ Hz} \dots \geq 100 \text{ kHz} \pm 0.5 \text{ dB}$

Frequenzgang bei  
10 W an 4  $\Omega \leq 20 \text{ Hz} \dots 50 \text{ kHz} \pm 0.2 \text{ dB}$

Klirrfaktor an 4 $\Omega$ bei verschiedener Aussteuerung				
Frequenz	Ausgangsspannung	Ausgangsspannung		
		10 V	2 V	0.2 V
40 Hz	nicht meßbar	$\leq 0.09 \%$	$\leq 0.08 \%$	$\leq 0.2 \%$
100 Hz	$\leq 0.06 \%$	$\leq 0.03 \%$	$\leq 0.06 \%$	$\leq 0.2 \%$
1 kHz	$\leq 0.05 \%$	$\leq 0.03 \%$	$\leq 0.06 \%$	$\leq 0.1 \%$
10 kHz	$\leq 0.06 \%$	$\leq 0.03 \%$	$\leq 0.06 \%$	$\leq 0.1 \%$

Signalanstiegs- und Abfallzeit bei  $v_U = 20 \text{ dB}$   
und  $U_E = 1.5 \text{ V}$   
Eingangswiderstand  $\approx 30 \text{ k}\Omega$



**Ein Stereoblock der Endstufe fertig montiert.**



rien-Widerstand und geringere wirksame Induktivität, so daß Störungen, die aus dem Wandler in das Bordnetz gelangen könnten, besser unterdrückt werden. Falls dennoch Störungen auftreten, ist eine Drossel-Kondensator-Kombination empfehlenswert, wie sie z.B. bei mobilen Funkanlagen (CB im Auto) eingesetzt wird. Sie muß allerdings für wenigstens 20 A ausgelegt sein.

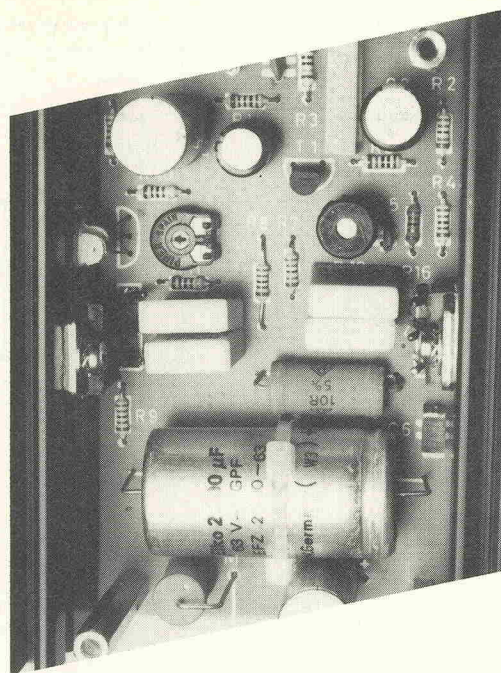
Der Wandler funktioniert nach dem Prinzip, daß zunächst eine Induktivität (L1) mit großem Strom bei kleiner Spannung magnetisch aufgeladen wird. Dann wird schlagartig der Strom abgeschaltet (T1 und T2). Die Induktivität hat jedoch das Bestreben, den Stromfluß aufrecht zu erhalten. Es gibt jetzt nur die Möglichkeit, über D2 die Kondensatoren C12 bis C14 zu laden. Wenn das Magnetfeld in der Induktivität zusammenbricht, entsteht eine hohe Spannungsspitze bei geringerem Strom als dem Ladestrom. Damit haben wir den Effekt der Spannungserhöhung erreicht. Über R15, P1 und R16 wird ein Teil der Ausgangsspannung abgegriffen und IC1 zugeführt. Wenn die Ausgangsspannung je nach Last schwankt, erfolgt die Nachregelung über das Tastverhältnis. Je nach Leistungsbedarf sind T1 und T2 länger oder kürzer eingeschaltet und laden L1 mehr oder weniger auf. D2 ist eine schnelle und leistungsstarke Schottky-Diode.

**Der Wandler ist natürlich nicht nur zur Spannungsversorgung von Verstärkern einsetzbar.**

Geringer Spannungsabfall und schnelles Schalten sind damit gewährleistet. Die üblichen und preiswerten Netzgleichrichterdioden wären bei diesen hohen Schaltfrequenzen und Spitzenströmen sehr schnell zerstört.

Zum Aufbau, der Bauteileauswahl und der Inbetriebnahme sind noch einige Dinge zu sagen. Alle Kondensatoren, vor allem die Elkos mit höheren Kapazitäten, müssen für Schaltnetzteile geeignet sein. Die Hersteller geben für ihre Baureihen die entsprechenden Empfehlungen und Datenblätter heraus. Ein ungeeigneter Elko stellt für die hohe Taktfrequenz keine annähernd reine Kapazität dar, sondern eine Mischung aus relativ hoher Induktivität, hohem Widerstand und Kondensator dar.

Man könnte die Speicherdrossel selbst anfertigen. Bei den Laborversuchen stellte es sich heraus, daß dies keinen Vorteil bringt. Wenn man das Bewickeln und den Zusammenbau nicht richtig beherrscht, schwankt der Wirkungsgrad des Wandlers. Zudem sind die Einzelteile für eine Speicherdrossel annähernd gleich teuer wie für ein fertiges Exemplar.



Für den Autobetrieb ist es wichtig, den Auskoppelko mit einer Schelle festzuzurren.

Speicherdrosseln werden inzwischen von vielen Herstellern als Standardware angeboten. Für

unseren Wandler ist nur auf die Belastbarkeit von 10 A und die Induktivität von 63 µH zu achten.

Die Inbetriebnahme des Wandlers ist recht einfach. Wenn alle Bauteile richtig verlötet sind, und das ist hier besonders wichtig, da gleich große Ströme fließen, muß die Schaltung sofort funktionieren. Eine doppelte Kontrolle der richtigen Verschaltung ist hier auf jeden Fall angebracht. Wer seiner Kunst nicht ganz traut, kann einen Hochlastwiderstand von etwa 5 R in die Zuleitung schalten. Damit ist der Strom bei 12 V auf relativ ungefährliche Werte begrenzt. Ohne Last läuft dann am Ausgang die Spannung hoch. Mit P1 muß sie sich zwischen etwa 33 V und 44 V einstellen lassen. Ein Wert von 41,5 V ist für unsere Anwendung richtig. Zu nahe an 50 V sollte man nicht herankommen, denn dann sind die Grenzwerte von T1, T2 und D2 schnell erreicht.

Ein Leistungstest sollte auf jeden Fall durchgeführt werden. Als Stromquelle nimmt man am besten gleich eine Autobatterie oder eine Stromquelle, die bei 12 V problemlos 20 A abgeben kann. Am Ausgang des Wandlers sollten dann über 2 A bei 41,5 V abnehmbar sein. Vorsichtshalber schaltet man eine Sicherung von 16 A in die Batteriezuleitung um Schlimmstes zu verhüten.

## Technische Daten 2

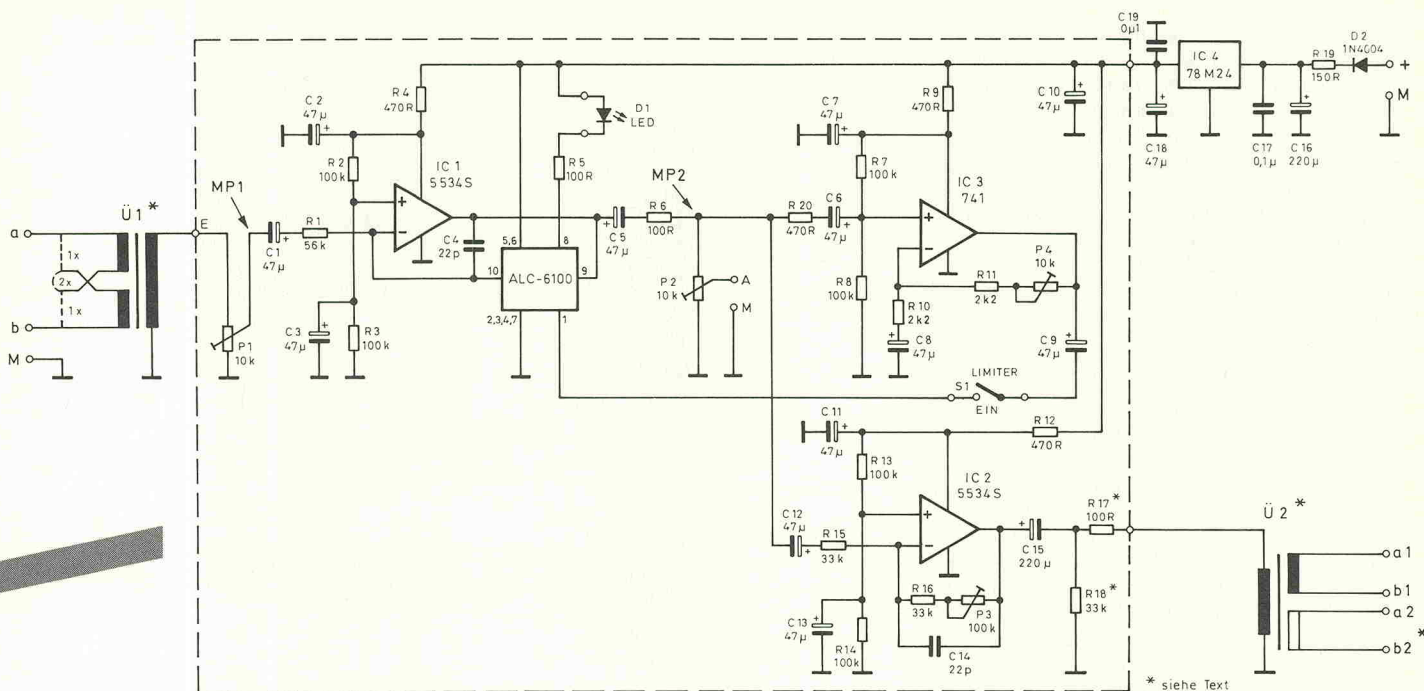
Dämpfungsfaktor statisch bei 1 kHz		
Spannung bei 8 Ω	bei 4 Ω	Dämpfungsfaktor
0.1 V	0.099 V	50
1.0 V	0.990 V	50
10.0 V	9.980 V	250

Dämpfungsfaktor dynamisch bei 1 kHz, NF-Spannung wird über 1 kΩ in den Ausgang der Endstufe eingespeist.		
Einspeisungsspannung	Spannung am Endstufen-Ausgang	Dämpfungsfaktor
1 V	0.1 mV	≈ 40
10 V	0.9 mV	≈ 44

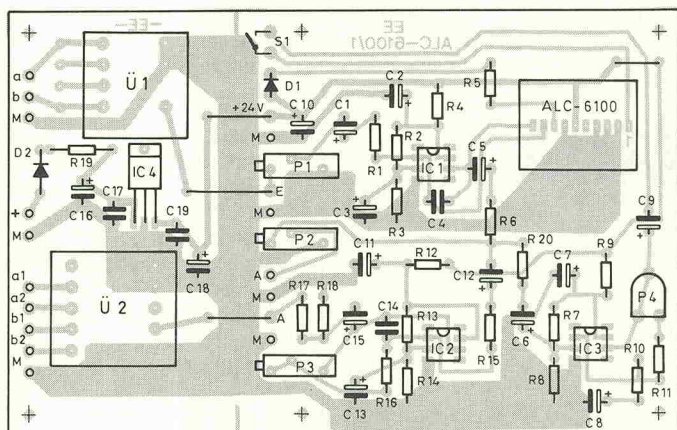
Fremd- und Geräuschspannungswerte bezogen auf 0 dBm			
	Generatorwiderstand		
	0 Ω	600 Ω	2.2 kΩ
Fremdspannung	—87 dBm	—83 dBm	—81 dBm
Geräuschspannung eff. dB(A)	—95 dBm	—91 dBm	—88 dBm

Geräuschspannungsabstand bezogen auf 50 mV 83 dB  
 Geräuschspannungsabstand bezogen auf 5 V 103 dB  
 Geräuschspannungsabstand bezogen auf Vollaussteuerung 114 dB  
 Eingangsempfindlichkeit für Vollaussteuerung +6 dBm 1.55 V  
 Verstärkung ≈ 20 dB





\* siehe Text



Damit die Limiterschaltung (Bild 7, oben) möglichst universell einsetzbar ist, können am Eingang und am Ausgang Trafos nachgerüstet werden. Die Platine (Bild 8, links) ist so ausgelegt, daß man die Trafosektion auch absägen kann.

sollten einen Querschnitt von wenigstens 4 mm<sup>2</sup> aufweisen. Für die Endstufenzuleitungen werden Litzen mit wenigstens 1,5 mm<sup>2</sup> Querschnitt verwendet. Der Limiter kann jederzeit aus dem Wandler gespeist werden, da ein Kanal nur etwa 20 mA aufnimmt. Endstufen und (falls gewünscht) Limiter sollten ebenfalls in Metallgehäuse mit Lüftungsschlitzen eingebaut werden. Das Gehäuse dient zur Abschirmung gegen Störungen von außen bzw. beim Wandler gegen Abstrahlung von innen.

Wenn der Wandler ordnungsgemäß funktioniert, sollte er in ein Metallgehäuse mit Lüftungsschlitzen eingebaut werden. Die Eingangszuleitungen

Der Wandler ist ausgelegt für zwei Endstufen. Beide Endstufen müssen bei Vollaussteue-

## Stückliste

### — Limiter —

Metallschichtwiderstände 1 %

0,7 W

R1	56 kΩ
R2,3	100 kΩ
R4	470 Ω
R5,6	100 Ω
R7,8	100 kΩ
R9	470 Ω
R10,11	2,2 kΩ
R12,20	470 Ω
R13,14	100 kΩ
R15	33 kΩ
R16	33 kΩ
R17	100 Ω
R18	33 kΩ
R19	150 Ω 1,5 W
Metalloxid 5 %	

Alle Elkos Frako, 40 V, Keramikkos RM 5

C1,2,3	47 µF
C4	22 pF Keramik
C5,6,7,8,9,10,11,12,13	47 µ

C14	22 pF Keramik
C15	220 µF
C16	220 µF
C17	0,1 µF Keramik
C18	47 µF
C19	0,1 µ Keramik

### Halbleiter

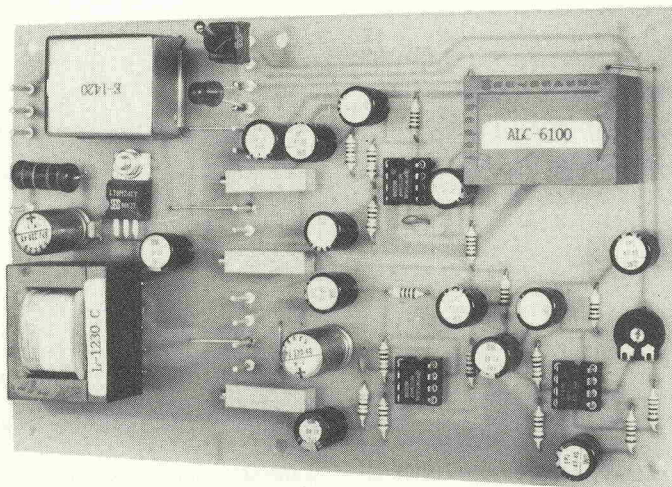
IC 1,2	NE 5534 S
IC3	741
IC4	78 M 24
D1	LED 5 mm rot
D2	1 N 4004

### Potis

P1,2	10 kΩ Zehngangspindeltrimmer
P3	100 kΩ Zehngangspindeltrimmer
P4	10 kΩ Trimpoti liegend

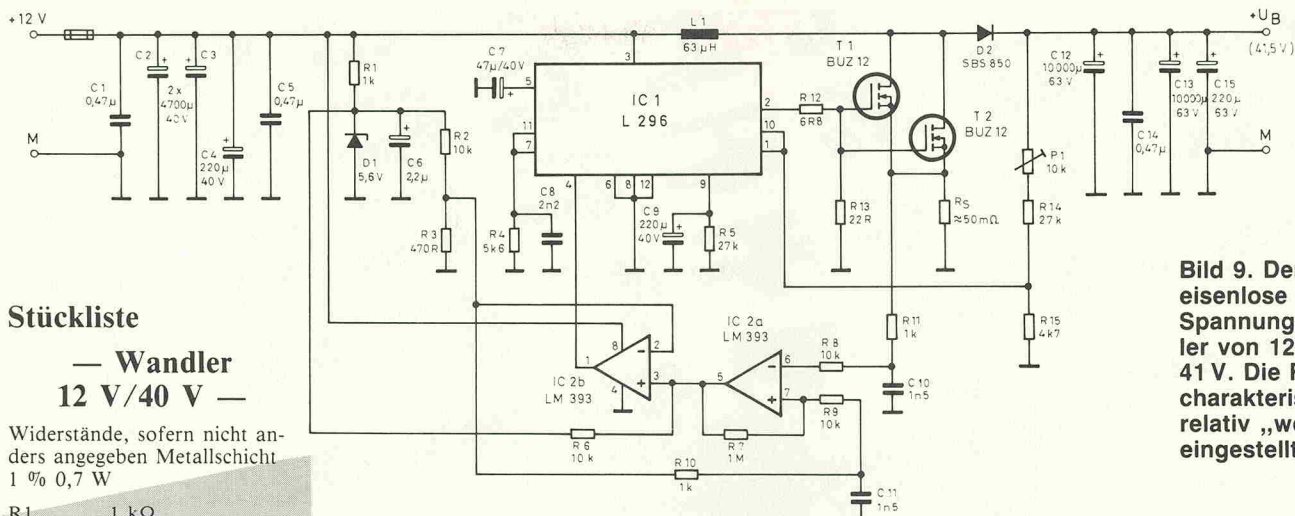
### Sonstiges

Limitermodul	ALC-6100
S1	Kippschalter 1 x EIN
3 Sockel	DIL 8



Das Layout der Limiterplatine ist für symmetrischen und „normalen“ Betrieb vorbereitet.





## Stückliste

### — Wandler 12 V/40 V —

Widerstände, sofern nicht anders angegeben Metallschicht 1 % 0,7 W

R1	1 kΩ
R2	10 kΩ
R3	470 R
R4	5,6 kΩ
R5	27 kΩ
R6	10 kΩ
R7	1 MΩ
R8,9	10 kΩ
R10,11	1 kΩ
R12	6,8 Ω 1,5 W
R13	22 Ω 4,5 W
R14	27 kΩ
R15	4,7 kΩ

#### Kondensatoren

C1	0,47 µF/100 V
	MKH
C2,3	4700 µF/40 V oder
	10000 µF/40 V
C4	220 µF/40 V
C5	0,47 µF/100 V
C6	2,2 µF/63 V
C7	47 µF/40 V
C8	2,2 µF/250 V
C9	220 µF/40 V
C10,11	1,5 nF/250 V
C12,13	10000 µF/63 V
C14	0,47 µF/100 V
C15	220 µF/63 V

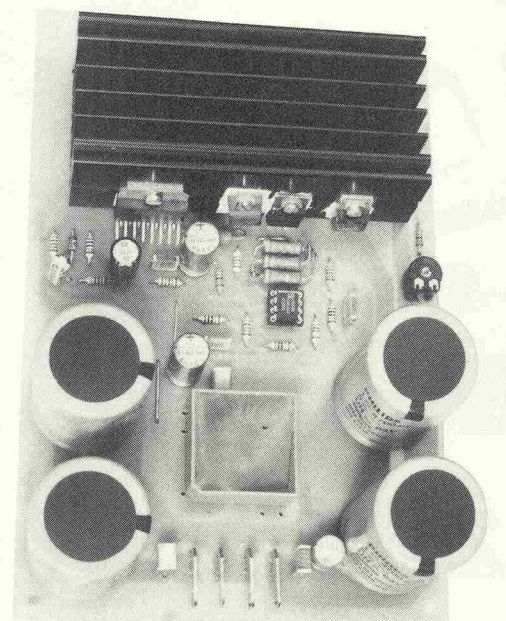
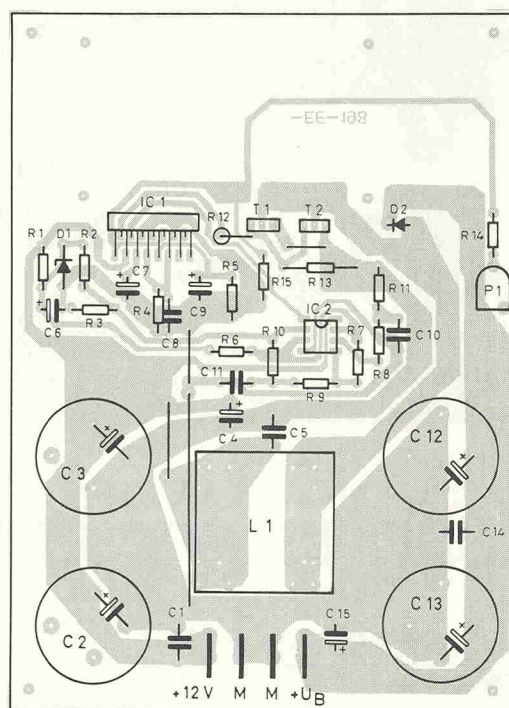
#### Halbleiter

IC1	L 296
IC2	LM 393
T1,2	BUZ 12/BUZ 11
D1	ZPY 5,6
D2	SBS 850 (GI)

#### Sonstiges

P1 Trimpoti liegend 10kΩ  
L1 Speicherdrossel 63 µH/10 A  
1 Kühlkörper SK 68/100  
3 Satz Isoliermaterial für TO 220  
4 Flachstecker für Printmontage  
1 Platine Epoxy 1,5 mm  
70 µm Kupfer verzinnt

**Bild 9. Der eisenlose Spannungswandler von 12 V auf 41 V. Die Regelcharakteristik ist relativ „weich“ eingestellt.**



**Bild 10. Der Widerstand  $R_5$  ist als definierter Leiterstreifen in das Layout integriert.**

nung bei 1 kHz am Wandler geprüft werden. Es ist empfehlenswert, den Endstufenabgleich nochmals am betriebsbereiten Wandler zu wiederholen. Die in der Datentabelle angegebenen Werte müssen unbedingt beachtet werden. Wer 2-R-Betrieb wünscht, muß die Wandlerspannung entsprechend niedriger einstellen. Bei 4-R-Betrieb ist die höhere Wandlerspannung maßgebend.

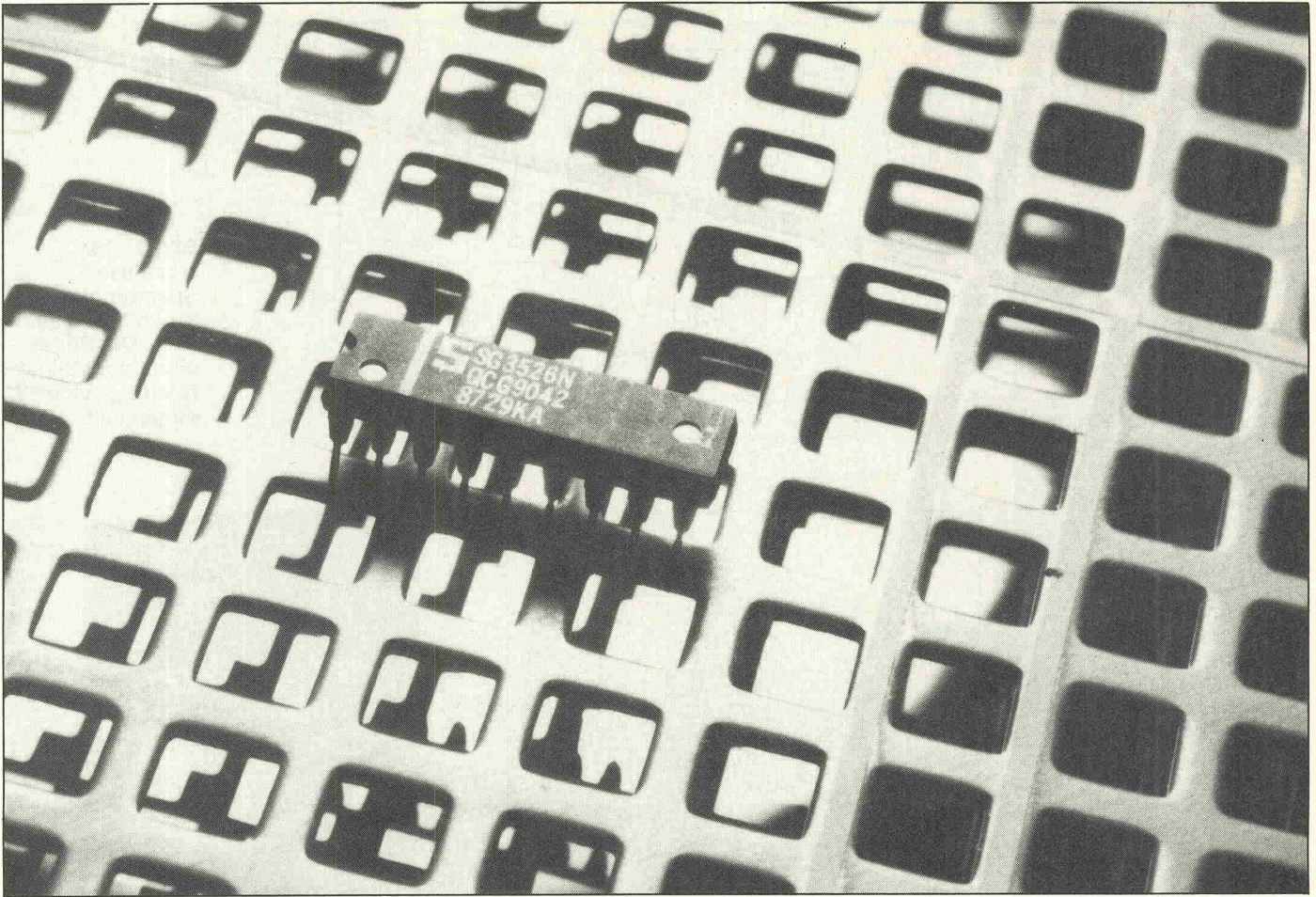
Zum Schluß noch einige Hinweise. Die 'Black Devil'-Endstufe ist nicht kurzschlußsicher, dafür bietet sie hohe Impulstreue. Bei fester Installation kann in der Regel nichts passieren, wenn die vorher geprüften

Bausteine eingebaut werden. Der Wandler begrenzt ab einem Maximalausgangsstrom von 3,5 A. Eine relative Kurzschlußsicherheit ist damit vorhanden. Da den Autoendstufen jeweils nur 30 W entnommen werden, aber die gleichen leistungsstarken Endtransistoren wie in der 50 W Version eingesetzt sind und noch mit verringerter Betriebsspannung gefahren wird, stehen Leistungsreserven zu Verfügung.

Für den Autobetrieb muß der Auskoppelklo mit einem Kabelbinder fest an der Platine fixiert werden. Es ist genügend Platz auf der Leiterplatte, so daß die nötigen Löcher nachge-

bohrt werden können. Weiterhin ist zu beachten, daß die Kühlkörper Potential haben! So mancher 'Black Devil' landete tatsächlich in der 'Hölle', weil die Schaltung an den Kühlkörpern befestigt wurde. Auch Isolationen zwischen Transistoren und Kühlkörpern nützen nichts, da das Layout so gestaltet ist, daß die Kühlkörper zwangsläufig Potential führen. Zur Befestigung sind Bohrungen auf der Platine vorgesehen, mit denen der Gesamtaufbau über Stehbolzen einfach zu montieren ist. Wenn wegen Schwingsicherheit die Kühlkörper mechanisch fixiert werden sollen, muß dieses über Kunststoffschrauben erfolgen.





# Zerhacke und herrsche

**Integrierte Ansteuerschaltungen für getaktete Spannungswandler am Beispiel des SG 3526**

**Jürgen Beckmann**

Nicht nur im industriellen Bereich werden zunehmend Schaltnetzteile für die Stromversorgung elektronischer Geräte und Anlagen eingesetzt. Immer mehr IC-Hersteller bieten hierzu spezielle Steuerbausteine an. Technik und Arbeitsweise dieser Steuer-ICs sollen im folgenden anhand des Bausteins SG 3526 untersucht werden.

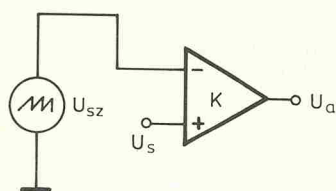
Die Stromversorgung elektrischer und elektronischer Geräte und Anlagen erfolgt üblicherweise mit Netzteilen oder Batterien. Konventionelle Netzteile bestehen aus Netztrafo, Gleichrichter und Ladekondensator.

Eine stabilisierte Strom- oder Spannungsversorgung wird durch ein Stabilisierungsteil erreicht. Derartige Schaltungen, die in herkömmlicher Form mit Längsregeltransistoren realisiert werden, weisen meist hohe Leistungsverluste auf und erfordern einen dementsprechend großen Netztransformator. Dabei erhöhen sich die Gesamt-

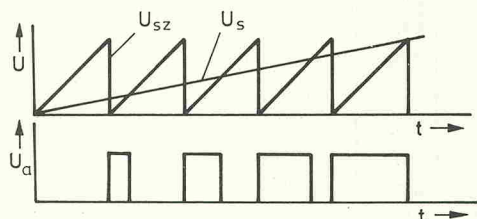
verluste, die Erwärmung der Geräte steigt, und es ergibt sich ein recht unbefriedigender Wirkungsgrad; bei eventuellen Netzüberspannungen muß der Längstransistor die zusätzliche Differenzleistung ebenfalls aufnehmen und (in unerwünschte Abwärme) umsetzen.

Die Entwicklung moderner Bauelemente bewirkt im Gebiet der Netzteilfertigung die Ablösung der herkömmlichen Technik durch neue Methoden. Der Trend zur Miniaturisierung, die dadurch zwingend erforderliche Reduzierung der Verlustleistung eines Gerätes und der





**Bild 1. Grundsaltung eines Impulsbreitenmodulators.**



**Bild 2. Das Ausgangssignal des Impulsbreitenmodulators ist (bei gleichförmigem Verlauf der Sägezahnspannung  $U_{sz}$ ) lediglich von der Höhe der Spannung  $U_s$  abhängig.**

rator — benötigt, um eine Information entsprechend Bild 2 zu kodieren. Dabei wird der Komparator so beschaltet, daß die Sägezahnspannung  $U_{sz}$  am invertierenden und die Signalspannung  $U_s$  am nichtinvertierenden Eingang des Komparators anliegen. Übersteigt der Momentanwert der Signalspannung den Momentanwert der Sägezahnspannung, liegt der Ausgang des Komparators auf logisch H; ist er kleiner, so liegt der Ausgang auf L.

Wie aus Bild 2 ersichtlich, entstehen je nach Größe der Signalspannung breite oder schmale Impulse am Ausgang des Komparators; das Tastverhältnis ist proportional zur Höhe der Spannung  $U_s$ .

Um die Ausgangsspannung konstant zu halten, muß diese

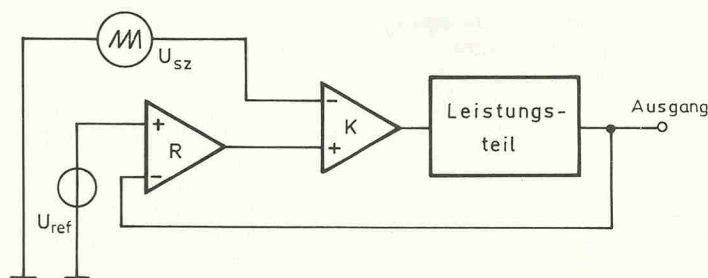
- programmierbarer Softstart
- externe Synchronisation
- interne Unterspannungskontrolle
- programmierbare Taktfrequenz bis 400 kHz
- interne 5-V-Referenzspannungsquelle
- TTL- und 5-V-CMOS-kompatible Ein- und Ausgänge
- Spannungsbereich 8 V...35 V

Bild 4 zeigt den internen Aufbau, Bild 5 die Pinbelegung des SG 3526. Deutlich zu erkennen sind der Impulsbreitenmodulator sowie eine umfangreiche Steuerlogik und mehrere Überwachungseinheiten. Die Versorgungsspannung für sämtliche internen Schaltkreise wird an Pin 17 angelegt; sie liegt im Bereich zwischen 8 V und 35 V. Die Spannung für die Ausgangstreiberstufen wird Pin 14 zugeführt. Sie darf ebenfalls einen Wert von 35 Volt nicht überschreiten.

steigende Strombedarf hochkomplexer, digitaler Systeme zählen zu den entscheidenden Gründen dafür, daß in den nächsten Jahren die konventionellen Netzteile zunehmend durch sogenannte Schaltnetzteile abgelöst werden.

Schaltnetzteile sind 'getaktete Stromversorgungen', sie zerhacken die zuvor gleichgerichtete und gesiebte Netzspannung. Wesentliches Kennzeichen dieser Schaltungstechnik ist, daß die Halbleiter ausschließlich als Schalter eingesetzt werden. Dadurch entstehen lediglich Schaltverluste und Durchlaßverluste, woraus ein wesentlich höherer Wirkungsgrad resultiert als er mit analogen Verfahren (Längsregler) zu erreichen ist.

Die so zerhackte Spannung kann in jede beliebige andere Spannung — beliebig sowohl in der Kurvenform als auch in der Höhe — transformiert werden. Das Abtastsignal selbst verläuft zumeist rechteckförmig, seine Frequenz liegt im Bereich bis etwa 100 kHz. Bedingt durch diese relativ hohe Arbeitsfrequenz können recht kleine Transformatoren mit Ferritkernen verwendet werden. Sie dienen nicht nur zur Spannungsübersetzung und zur galvanischen Netztrennung, sondern je nach Arbeitsprinzip auch zur



**Bild 3. Der dem Impulsbreitenmodulator K vorgeschaltete Regelverstärker R bestimmt die Höhe der Ausgangsspannung.**

mit einer Referenzspannung  $U_{ref}$  verglichen werden. Aus diesem Grund wird dem Impulsbreitenmodulator entsprechend Bild 3 ein Regelverstärker R vorgeschaltet. Die Rückgewinnung der ursprünglichen Zeitfunktion erfolgt mit Hilfe eines LC-Tiefpasses.

Der Schaltkreis SG 3526 ist ein kompletter Steuerbaustein für Schaltnetzteile. Er besitzt sowohl einen Impulsbreitenmo-

Speicherung der magnetischen Energie.

Zur Variation und Regelung der Ausgangsspannung eines Schaltnetzteils wird im allgemeinen das Prinzip der Impulsbreiten- oder auch Impulsdauermodulation (Abk.: PWM=pulse width modulation) angewendet. Hierbei wird die Nachricht über das Tastverhältnis, also die Impulsdauer im Verhältnis zur gesamten Abtastperiodendauer, kodiert. Wie Bild 1 zeigt, werden zur Realisierung der Impulsbreitenmodulation grundsätzlich nur zwei Einheiten — ein Sägezahn-generator und ein Kompa-

**Getaktete Spannungsregler zeichnen sich im Gegensatz zu Linearreglern durch einen relativ hohen Wirkungsgrad aus.**

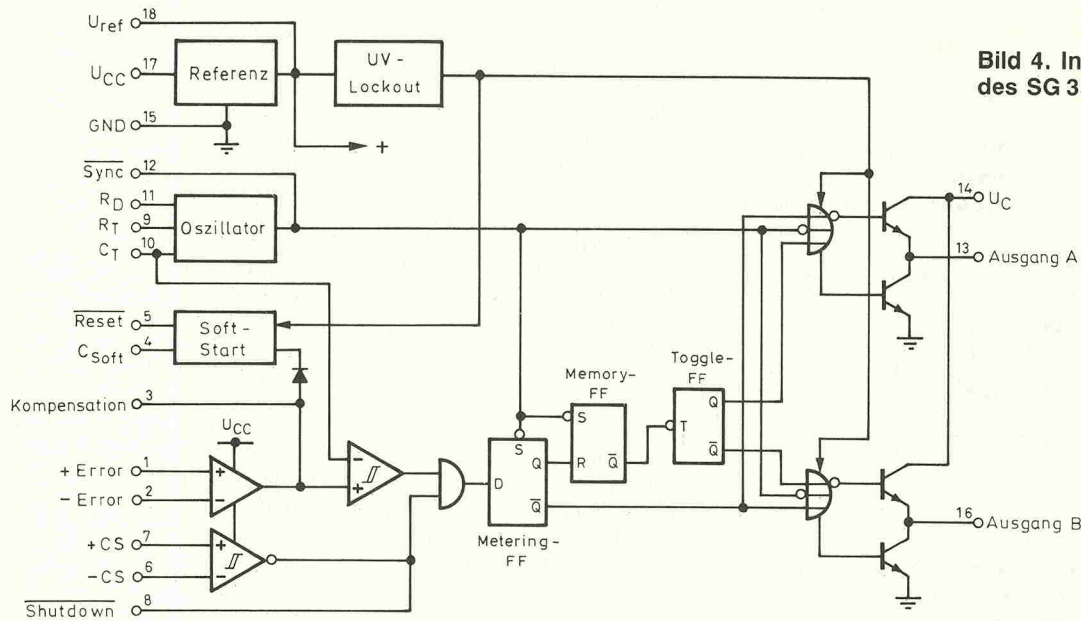
dulator sowie einige nützliche Zusatzfunktionen. Im einzelnen sind dies:

- interne Strombegrenzung

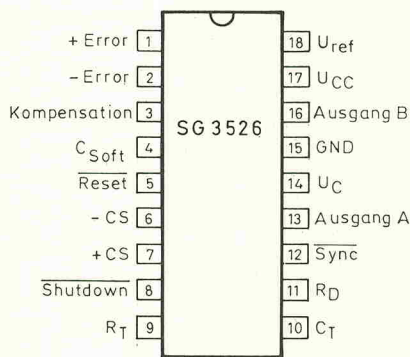
Ferner ist eine Referenzspannungsquelle (5 Volt) integriert, deren Ausgangsspannung an Pin 18 zur Verfügung steht. Da diese Spannung chipintern mit einer temperaturkompensierten Z-Diode stabilisiert wird, besitzt sie eine Genauigkeit von 1% im gesamten Versorgungsspannungsbereich von 8 V...35 V. Der maximale Ausgangsstrom beträgt 20 mA, kann aber durch Hinzuschalten eines externen Transistors auf höhere Werte angehoben werden. Die interne Referenz wird sowohl für die Spannungsstabilisierung als auch für die Strombegrenzung eingesetzt.

Zur Spannungsstabilisierung dienen der Impulsbreitenmodulator sowie der Regelverstärker (Anschlüsse an den Pins 1 und 2). Dabei wird der Regelverstärker — je nachdem, ob es sich um eine positive oder negative Ausgangsspannung handelt — entsprechend den Grundsaltungen in Bild 6 und Bild 7 beschaltet. In beiden Fällen bildet der Regelverstärker die Differenz zwischen Referenzspannung und Ausgangsspannung. Der Regelverstärker erhöht die Spannung an seinem Ausgang (Pin 3) so lange, bis diese Differenz den Wert Null annimmt. Die Bandbreite des Verstärkers beträgt





**Bild 4. Interne Schaltung des SG 3526.**

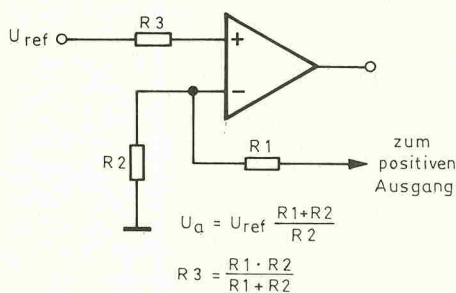


**Bild 5. Pinbelegung des Bausteins SG 3526.**

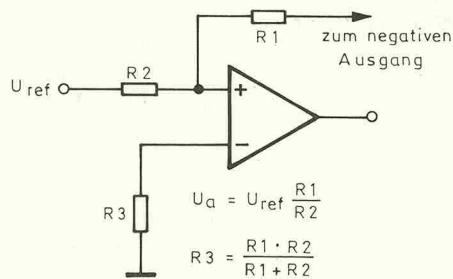
1 MHz, die Gleichspannungsverstärkung 68 dB.

Mit einem geeigneten Kompensationsnetzwerk, das zwischen Pin 3 und Masse geschaltet wird, können die Verstärkung sowie die Frequenzcharakteristik variiert werden. Im Normalfall wird dort eine Kapazität von 100 pF eingesetzt — je nach Anwendungsfall können aber auch komplexe Netzwerke eingefügt werden.

Da der Baustein für die Ansteuerung von Gegentakt-Leistungsstufen gedacht ist (siehe Bild 8), werden die impulsbreitenmodulierten Signale zunächst durch eine Steuerlogik aufbereitet, bevor sie als Gegentakt-Signal zu den Ausgängen (Pin 13 und Pin 16) gelangen. Dieser Schaltungsteil muß a) sicherstellen, daß die beiden Leistungsschalter nicht gleichzeitig schalten, und b) unterbinden, daß während eines Zyklus einer der beiden Schalter überhaupt nicht schaltet, da die Ströme im Leistungsteil ansonsten stark anstiegen und somit die Gefahr einer Zerstörung der Leistungsschalter bestünde.

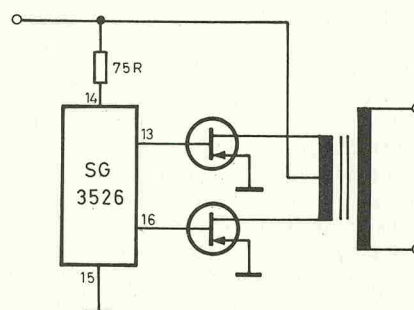


**Bild 6. Prinzipielle Beschaltung des Regelverstärkers für positive ...**



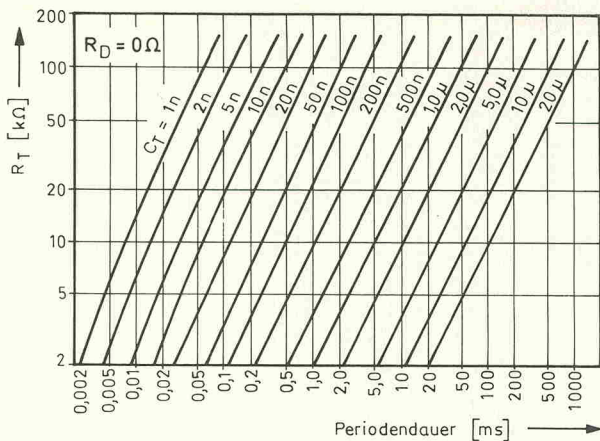
**Bild 7. ... und für negative Ausgangsspannungen.**

**Bild 8. Die Transistoren der Leistungsstufe werden im Gegentakt angesteuert.**



Um diese Möglichkeit auszuschließen, werden die an den Ausgängen anstehenden Gegentakt-Signale zuvor mit einer Totzeit versehen, deren Dauer mit dem Widerstand  $R_D$  (zwischen Pin 11 und Masse) beeinflusst werden kann. Hierbei handelt es sich um eine kurze Zeitspanne, innerhalb derer beide Schalter offen sind, also kein Ansteuersignal erhalten. Da jeder Transistor eine gewisse Zeit benötigt, um vom leitenden in den gesperrten Zustand überzugehen (Sperrverzögerungszeit), wird durch die Totzeit sichergestellt, daß kein Schalttransistor leitet, bevor der andere nicht sperrt. Die Totzeit läßt sich von ca. 1,5  $\mu$ s ( $R_D = 0 \Omega$ ) bis 9,5  $\mu$ s ( $R_D = 22 \Omega$ ) einstellen, wobei





**Bild 9. Die Komponenten  $R_T$  und  $C_T$  bestimmen die Periodendauer und damit die Arbeitsfrequenz des Impulsbreitenmodulators.**

die Taktfrequenz sowie die Sperrverzögerungszeit der verwendeten Leistungstristoren zu berücksichtigen sind. Die Taktfrequenz wird durch den Widerstand  $R_T$  und durch die Kapazität  $C_T$  zwischen Pin 9 bzw. Pin 10 und Masse bestimmt.

Den Zusammenhang zwischen Abtastfrequenz, Widerstand  $R_T$  und Kondensator  $C_T$  zeigt die Grafik in Bild 9. Zur Dimensionierung wird für eine gewünschte Abtastfrequenz die

Kapazität vorgegeben und an der y-Achse der zugehörige Widerstandswert abgelesen. Da auf der x-Achse nicht die Frequenz (Hz), sondern die Periodendauer (ms) angegeben ist, muß hier der Kehrwert gebildet werden.

Der Oszillator gibt (an Pin 10) eine Sägezahnspannung ab, die dem Impulsbreitenmodulator zugeführt wird, sowie (an Pin 12) eine Rechteckspannung, aus der auch die Totzeit abgeleitet wird. Gleichzeitig dient der letztgenannte Anschluß (Pin 12) als Synchronisations-Eingang bzw. -Ausgang, so daß mehrere Bausteine synchron betrieben werden können.

Zudem befindet sich in diesem Baustein eine Sanftanlaufschaltung (Soft Start), die die Lei-

stungsbaulemente vor zu hohen Einschalt-Stromstößen schützt. Nach dem Einschalten wird der Kondensator  $C_{soft}$  mit einem Strom von  $100 \mu A$  geladen. Hat die Spannung am Kondensator einen Wert von 5 Volt erreicht, ist gleichzeitig der Arbeitszyklus des Impulsbreitenmodulators linear bis auf 100% angestiegen.

Für den Kondensator  $C_{soft}$ , der zwischen Pin 4 und Masse geschaltet wird, sind Kapazitäten im Bereich zwischen  $0,5 \mu F$  und  $5 \mu F$  zulässig. Wird der Reset-Anschluß (Pin 5) nach Masse geschaltet, so werden die Ausgänge des Modulators gesperrt sowie der Sanftanlaufkondensator entladen. Der Baustein befindet sich damit im Stand-by-Modus.

Ebenfalls eine interessante Einheit bildet der Unterspannungskontrollkreis, der die Ausgangsstufe abschaltet und den Kondensator  $C_{soft}$  entlädt, falls die Betriebsspannung unter 7,5 Volt fällt. Er besteht aus einer 1,2-V-Referenzspannungsquelle und einem Komparator mit Schmitt-Trigger-Eingängen, der entsprechend Bild 10 beschaltet ist. Steigt die Referenzspannung auf 4,4 Volt an, werden die Ausgänge und der Reset-Anschluß freigegeben; fällt sie unter 4,2 Volt (entspricht einer Betriebsspannung von ca. 7,5 V), werden die Ausgänge gesperrt und der Reset-Anschluß auf Masse gelegt.

Zur Überstrombegrenzung ist ein Komparator vorhanden, der über eine UND-Verknüpfung den Ausgang des Impulsbreitenmodulators sperren kann. Die Eingänge (Pin 6 und Pin 7) dienen dabei als Stromfühler, sie werden je nach An-

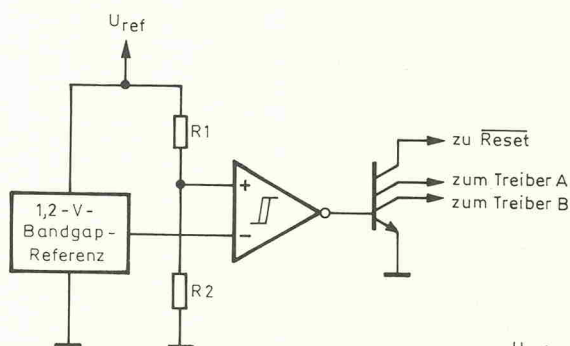
wendungsfall beschaltet. Eine recht universell einsetzbare Applikation zeigt Bild 11.

In der gezeigten Prinzipschaltung wird die am Widerstand  $R_s$  abfallende Spannung auf den nichtinvertierenden Eingang des Komparators gegeben. Erreicht diese Spannung die mit dem Potentiometer P1 eingestellte Vergleichsspannung, so tritt die Strombegrenzung in Kraft. Da die Schaltungsmasse für den Komparator des Bezugspotential bildet, muß der Widerstand  $R_s$  in die Masseleitung des Leistungsteils gelegt werden. Wird eine externe Schaltung zur Strombegrenzung verwendet, so kann diese über Pin 8 ebenfalls die Ausgänge des Impulsbreitenmodulators sperren.

Die Ausgangstreiberstufen sind für einen Nennstrom von 100 mA und einen Spitzenstrom von 200 mA ausgelegt. Damit können Leistungs-MOSFETs ohne zusätzliche Stromverstärkungsmaßnahmen angesteuert werden. Wenn der untere Transistor der Ausgangstreiberstufen in die Sättigung gesteuert wird, gibt es genau im Schaltmoment einen Kurzschluß zwischen  $U_c$  und Masse. Um die resultierende Stromspitze zu begrenzen, ist es zweckmäßig, einen Widerstand (ca.  $75 \Omega$ ) in Reihe zu Pin 14 zu legen.

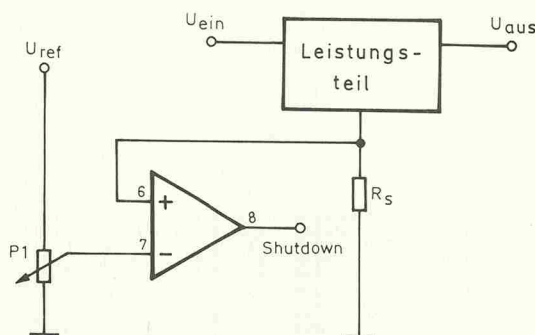
Die drei digitalen Steueranschlüsse (Pin 12, Pin 8 und Pin 5) können sowohl als Eingang als auch als Ausgang benutzt werden. Zur Erhöhung der Störsicherheit ist es ratsam, diese Steueranschlüsse über je einen Pull-up-Widerstand (einige  $k\Omega$ ) an 5 V zu legen. Damit wird gleichzeitig die Kompatibilität zu TTL- bzw. 5V-CMOS-Logiksystemen hergestellt.

Der Baustein SG 3526 ist somit universell einzusetzen, und dank der recht umfangreichen integrierten Einheiten können Schaltnetzteile sowie Wechselrichter mit geringer externer Beschaltung aufgebaut werden. Da der Impulsbreitenmodulator jede beliebige Kurvenform kodiert, können auch Ansteuerschaltungen für Sinuswechselrichter und Frequenzumrichter ohne großen Bauteilaufwand realisiert werden. □



**Bild 10. Die Ansprechschwelle des Unterspannungsdetektors liegt bei 4,2 V. Diese Spannung wird immer dann unterschritten, sobald die Betriebsspannung auf einen Wert unter 7,5 V absinkt.**

**Bild 11. Prinzipschaltung der Überstrombegrenzung.**





#### Transistoren

2 N	BC	BD	BF	BU	IRF
1613	-44	107A	-28	548C	-08
1711	-45	108A	-30	549B	-08
1893	-45	108B	-30	549C	-08
2102	-48	108B	-30	550B	-08
2218	-45	108C	-30	550C	-08
2218A	-45	109B	-30	556A	-08
2219	-45	109C	-30	556B	-08
2219A	-51	140-10	-59	557A	-08
2221	-52	140-10	-59	557B	-08
2221A	-52	140-10	-59	557C	-08
2222	-53	141-6	-61	558B	-08
2222A	-53	141-10	-61	558C	-08
2368	-40	141-16	-64	559A	-08
2369	-44	159C	-60	559B	-08
2369A	-48	160-10	-64	559C	-08
2484	-52	160-16	-66	560B	-08
2646	1,29	161-6	-61	560C	-08
2647	1,71	161-6	-61	560C	-08
2894	-92	161-10	-44	617	-08
2904	-48	161-16	-44	618	-08
2904A	-48	167A	-16	635	-31
2905	-45	167B	-16	636	-31
2905A	-45	167C	-16	637	-31
2906	-31	168B	-16	638	-28
2906A	-38	168C	-16	639	-31
2907	-33	169B	-16	640	-31
2907A	-38	169C	-16	641	-31
3019	-61	170A	-11	676	-52
3020	1,13	170B	-11	677	-52
3053	-62	170C	-11	678	-52
3054	-1,36	173C	-23	679	-71
3055	1,09	177A	-30	880	-71
3055RCA1,46	177B	-30			
3375	65,44	178A	-30		
3439	1,44	178B	-30		
3440	1,20	179A	-58	-7	
3453	3,94	179B	-58	-7	
3632	66,59	182A	-10	58-8	
3700	-44	182B	-10	58-9	
3702	-20	183A	-08	58-10	
3703	-23	183B	-08	58-11	
3704	-20	183C	-08	58-12	
3705	-20	184B	-10	59-9	
3706	-21	184C	-10	59-10	
3707	-18	192	-78	78-7	
3708	-23	212A	-10	78-8	
3709	-23	212B	-10	78-9	
3710	-23	213A	-10	78-10	
3711	-20	213B	-10	79-8	
3712	2,74	213C	-10	79-9	
3713	3,01	214B	-10	79-10	
3713	3,29	214C	-10	79-11	
3779	2,01	237A	-11	115	-79
3792	2,06	237B	-10	127	-92
3819	-81	238A	-10	128	-92
3820	-98	238B	-10	129	-92
3821	1,71	238C	-10	135	-40
3822	1,71	239A	-10	136	-40
3823	1,71	239C	-10	137	-40
3824	2,40	250A	-13	138	-40
3866	2,08	250B	-13	139	-40
3903	-24	250C	-13	140	-40
3904	-24	251A	-18	142	1,36
3905	-24	251B	-18	143	1,36
3906	-18	253A	-16	144	1,36
3963	-93	253B	-21	167	675
4030	1,03	253C	-21	168	676
4031	-86	256A	-12	169	677
4032	-86	256B	-14	170	678
4033	-57	257B	-14	175	679
4036	-85	261A	-62	176	680
4037	-81	261B	-62	177	681
4391	1,34	262A	-68	178	682
4392	1,34	262B	-68	179	683
4393	1,20	264B	-78	180	684
4416	1,50	264C	-78	185	705
4427	1,36	264D	-78	186	706
4456	2,10	301	-61	187	707
4857	2,10	302	-61	188	708
4858	2,10	303	-61	189	709
4859	1,92	304	-61	190	710
4860	1,92	307A	-10	201	712
4861	1,92	307B	-10	202	713
4870	1,39	308A	-20	203	714
5179	2,20	308B	-20	204	715
5296	1,03	308C	-10	207	813
5401	-28	309B	-11	208	814
5415	1,37	309C	-11	226	826
5416	1,47	327-16	-12	227	827
5461	1,27	327-25	-11	228	829
5494	2,23	327-40	-11	229	830
5496	1,87	328-16	-12	230	831
5551	-27	328-25	-12	231	832
6027	-48	328-40	-12	232	833
6028	-51	337-16	-12	233	834
6050	4,18	337-25	-11	234	835
6051	4,37	337-40	-11	235	836
6052	5,02	338-16	-12	236	837
6053	3,93	338-25	-12	237	838
6054	4,23	338-40	-12	238	839
6055	3,69	341-6	1,00	239	840
6056	3,69	360-10	-75	239B	702
6057	3,99	361-6	-75	239C	703
6058	4,21	368	-33	240	841
6059	4,21	369	-33	240B	842
6099	1,17	413B	-13	241	843
6101	2,96	413C	-13	241A	844
6107	1,06	414B	-13	241A	845
6109	1,06	414C	-13	241B	846
6111	2,80	415A	-23	241C	847
6121	1,13	415B	-23	242	848
6122	1,17	415C	-23	242A	849
6123	2,22	416A	-23	242B	850
6124	1,17	416B	-23	242C	851
6126	1,29	416C	-23	243	852
6282	3,94	516	-27	243A	853
6283	4,28	517	-30	243B	854
6284	4,34	546A	-08	243C	855
6285	4,07	546B	-08	244	856
6286	4,07	546C	-08	244A	857
6287	4,51	547A	-08	244B	858
6288	1,34	547B	-08	244C	859
6290	1,27	547C	-08	245	860
6292	1,27	548A	-08	245A	861
6542	4,71	548B	-08	245B	862

#### Transistoren

BD	BDW	BC	BCD	BCD	BCD
243C	1,75	74A	2,23	470	-51
246	1,75	74B	2,23	471	-51
246A	1,71	83C	2,53	472	-51
246B	1,75	83D	2,53	494	-20
246C	1,75	83E	3,01	495	-20
249	2,33	84B	2,53	496	-20
249B	2,36	84C	2,53	523	-100
249C	2,36	84D	3,00	524	-100
250	2,33	93C	1,03	595	-97
250B	2,33	93D	1,19	613	2,39
250C	2,22	94B	1,05	617	2,39
262	2,97	94C	1,26	658	1,32
301	1,35	94D	1,35	659	1,32
303	1,44	18	2,23	757	-67
304	1,44	23	2,23	758	-67
311	2,53	33C	1,02	759	-67
312	2,53	34	1,02	760	-67
313	2,83	34A	1,10	761	-67
314	2,83	34B	1,10	762	-67
315	3,01	34C	1,10	763	-67
316	3,01	34D	1,10	764	-67
317	3,01	34E	1,10	765	-67
318	3,31	62	2,76	869	-52
319	3,31	62A	3,25	870	-52
376	5,52	62B	3,25	871	-52
377	5,52	62C	3,25	872	-52
378	5,52	62D	3,25	873	-52
380	5,52	63A	3,22	926	-68
410	1,01	63C	3,32	939	-72
434	3,64	64A	3,50	960	-96
435	3,64	64B	3,50	961	-96
436	3,64	64C	3,50	962	-96
437	3,64	64D	3,50	963	-96
438	3,64	64E	3,50	964	-96
439	3,64	64F	3,50	965	-96
440	3,64	64G	3,50	966	-96
441	3,64	64H	3,50	967	-96
442	3,64	64I	3,50	968	-96
443	3,64	64J	3,50	969	-96
444	3,64	64K	3,50	970	-96
445	3,64	64L	3,50	971	-96
446	3,64	64M	3,50	972	-96
447	3,64	64N	3,50	973	-96
448	3,64	64O	3,50	974	-96
449	3,64	64P	3,50	975	-96
450	3,64	64Q	3,50	976	-96
451	3,64	64R	3,50	977	-96
452	3,64	64S	3,50	978	-96
453	3,64	64T	3,50	979	-96
454	3,64	64U	3,50	980	-96
455	3,64	64V	3,50	981	-96
456	3,64	64W	3,50	982	-96
457	3,64	64X	3,50	983	-96
458	3,64	64Y	3,50	984	-96
459	3,64	64Z	3,50	985	-96
460	3,64	64A	3,50	986	-96
461	3,64	64B	3,50	987	-96
462	3,64	64C	3,50	988	-96
463	3,64	64D	3,50	989	-96
464	3,64	64E	3,50	990	-96
465	3,64	64F	3,50	991	-96
466	3,64	64G	3,50	992	-96
467	3,64	64H	3,50	993	-96
468	3,64	64I	3,50	994	-96
469	3,64	64J	3,50	995	-96
470	3,64	64K	3,50	996	-96
471	3,64	64L	3,50	997	-96
472	3,64	64M	3,50	998	-96
473	3,64	64N	3,50	999	-96
474	3,64	64O	3,50	1000	-96

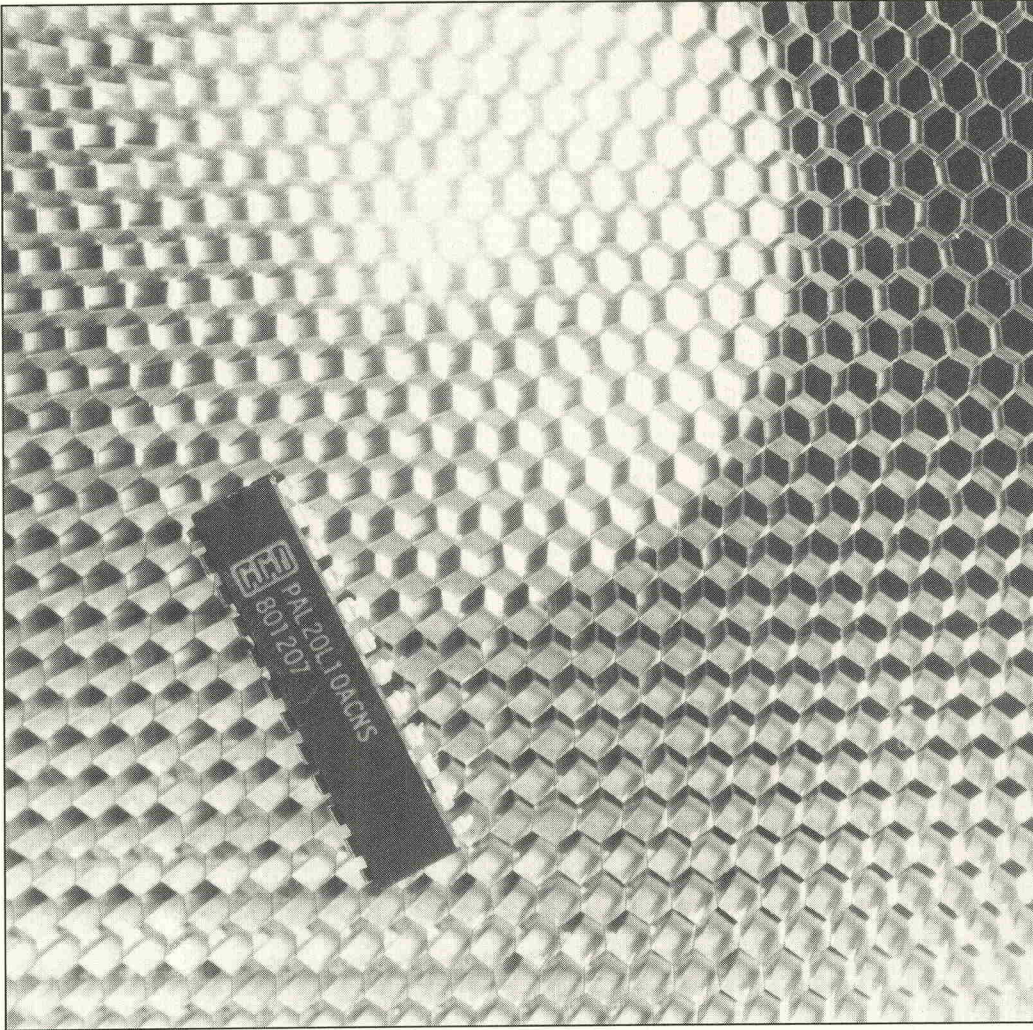
#### Transistoren

BU	IRF	IRF	IRF	IRF	IRF
500	12,97	157	191,48	781	-20
501	12,97	157	191,48	782	-20
502	12,97	157	191,48	783	-20
503	1,47	1501	2,28	784	-20
504	1,47	1502	2,28	785	-20
505	1,47	1503	2,28	786	-20
506	1,47	1504	2,28	787	-20
507	1,47	1505	2,28	788	-20
508	1,47	1506	2,28	789	-20
509	1,47	1507	2,28	790	-20
510	1,47	1508	2,28	791	-20
511	1,47	1509	2,28	792	-20
512	1,47	1510	2,28	793	-20
513	1,47	1511	2,28	794	-20
514	1,47	1512	2,28	795	-20
515	1,47	1513	2,28	796	-20
516	1,47	1514	2,28	797	-20
517	1,47	1515	2,28	798	-20
518	1,47	1516	2,28	799	-20
519	1,47	1517	2,28	800	-20
520	1,47	1518	2,28	801	-20
521	1,47	1519	2,28	802	-20
522	1,47	1520	2,28	803	-20
523	1,47	1521	2,28	804	-20
524	1,47	1522	2,28	805	-20



TL	ZN	uPC	AN	HA	LA	LB	M
022 DIP 2,06	1,40	1283C 9,14	5701N 2,60	526	3,17	1172S 20,03	4140 1,50
044 DIL 4,18	409CE 3,60	1284C 12,87	5710 9,21	527	3,28	1173S 20,93	4142 1,62
061 DIP -76	411E 5,54	1288B 5,76	5710 6,64	527	3,17	1174S 21,12	4142 1,62
062 DIP -85	414Z 2,04	1291H 3,39	5712 2,74	534	3,39	11747A 24,16	4146 2,66
064 DIL 1,12	415E 2,84	1350C 3,09	5720 8,26	536	4,10	11749 23,57	4160 2,84
066 DIP 2,15	416E 3,56	1351C 3,07	5722 3,30	546	2,51	11751 26,82	4162 4,13
071 DIP -82	424E 2,26	1352C 12,53	5730 3,39	547	3,10	12001 11,50	4170 3,24
072 DIP -82	424E 2,26	1356C 4,86	5732 2,31	612	4,58	12002 24,42	4175 3,09
074 DIL 1,06	424P 2,21	1358H 2,62	5730 2,62	612	3,54	12003 6,92	4178 3,54
080 DIP 2,15	425E 11,70	1361C 7,96	5753 4,28	618	3,10	12004 26,17	4180 5,45
081 DIP -68	426E 5,96	1362C 5,68	5760 5,20	631	11,94	12009 24,16	4180 5,45
082 DIP -78	427E 23,34	1363C 6,78	5900 3,73	651	7,22	12010 5,90	4182 3,90
083 DIL 1,98	428E 19,39	1364C 12,97	6041 3,73	656	2,81	12016 5,90	4183 4,86
084 DIL 1,06	429E 10,77	1365C 10,46	6120 5,20	658	6,11	12017 2,96	4185 5,75
170C -61	432C 107,78	1366C 4,72	6130N 5,20	681	8,11	12026 7,07	4190 5,45
172C 1,20	432E 47,43	1367C 10,17	6135 7,63	683A	7,37	12028 28,37	4195 6,64
191 DIL 5,05	433C 30,73	1373H 4,43	6209 7,63	683A	7,37	12029 18,16	4200 3,50
317C 1,22	434E 9,20	1373C 5,31	6247 2,88	684A	7,66	12034 16,16	4200 3,50
430C -92	435E 13,14	1378H 4,28	6249 3,39	704	2,66	12045 7,37	4201 3,50
431C -93	436E 3,22	1379C 7,37	6250 3,04	707	3,54	12046 7,37	4210 8,54
494CN 2,15	447E 13,80C 11,50	6251 9,10	715	2,36	12047 8,62	4220 3,15	1292
495CN 2,22	448E 22,83	1382C 5,24	6304 14,67	710	3,24	12048 10,62	4230 4,86
497CN 3,94	449E 8,41	1384C 9,73	6310 10,75	806	3,10	12049 1,41	1403
500CN 21,13	450E 21,78	1387C 9,14	6320N 4,94	843	3,24	12049 3,24	4260 4,13
501 DIL 12,49	451E 21,78	1394C 4,13	6321 22,10	853	25,33	12048 4,96	4261 4,72
502 DIL 17,71	458 2,42	1397 8,84	6326N 6,76	1104LS	5,77	13001 7,53	4265 6,24
503 DIL 10,46	458B 2,63	1410C12,83	6331 28,73	1320	4,13	13002 9,73	4270 6,24
505 DIL 10,46	458B 2,63	1410C12,83	6331 28,73	1320	4,13	13003 13,13	4420 3,17
507 DIP 2,80	459P 9,74	1470H 2,22	6340 20,18	1332	3,24	13004 14,44	4422 3,24
601 DIP 3,62	490 9,74	1470H 2,22	6340 20,18	1332	3,24	13005 14,44	4422 3,24
604 DIP 3,62	502E 45,80	1473HA 2,81	6341N 8,26	1350	3,21	13006 16,66	4440 4,54
607 DIP 2,66	1034E 5,70	1473HA 2,81	6342 4,86	1360	3,44	13008 15,00	4445 4,54
782CKC 6,42	1040RD26,58	1480C17,29	6343 9,10	1604	2,74	13012 15,56	4446 4,16
7702 DIP 2,07	1060C 6,39	1480C17,29	6344 12,30	3302	8,69	13012 15,56	4446 4,16
7705 DIP 1,77	1066E 15,42	1505 0,77	6346 10,30	3304	4,43	13013 15,56	4446 4,16
7709 DIP 2,22	111E 19,76	1514CA 6,49	6350 16,99	3706	4,43	13013 15,56	4446 4,16
7712 DIP 2,22	216E 22,63	1514CA 6,49	6350 16,99	3706	4,43	13013 15,56	4446 4,16
7715 DIP 2,22	234E 32,84	1514CA 6,49	6350 16,99	3706	4,43	13013 15,56	4446 4,16
TL	ZN	uPC	AN	HA	LA	LB	M
251 DIP 3,72	20C 10,32	103 7,28	6361N 8,59	3204	6,05	11130 3,63	4530 5,60
254CN 10,27	27C 7,28	103 7,28	6361N 8,59	3204	6,05	11130 3,63	4530 5,60
271CP 1,20	30C 6,64	115 3,57	6364S 5,20	6104	4,58	11150 2,07	4538 5,60
272CP 2,06	41C 8,56	206 9,02	6367K 14,30	6109	4,58	11150 2,07	4538 5,60
274CN 2,06	81C 12,09	210 3,70	6371 6,86	6110	4,58	11150 2,07	4538 5,60
372CP 2,03	272C 2,31	211 6,34	6387 14,69	6124	2,96	11180 4,43	5002 2,73
374CN 2,03	320C 5,60	214Q 4,34	6390 6,20	6128	2,81	11181 1,94	5003 2,73
555CP 1,59	554C 5,51	217P 7,33	6391 6,20	6130	3,24	11181 1,94	5003 2,73
556 DIL 2,32	555H -7,57	227 6,84	6550 2,22	609	5,31	1201 2,16	5005 2,66
1068S 3,94	558C 12,20	234 13,56	6551 1,70	6219	5,46	1207 2,16	5012 2,66
1118 4,45	566H 1,75	236 7,29	6552 1,57	6229	5,77	1210 2,81	5112 3,04
123P 7,10	571C 1,81	240P 3,28	6554 2,77	6238	4,97	1222 2,51	5111 1,92
143M 4,45	573C 1,89	241P 3,21	6610 1,70	6250	3,83	1223 2,51	5112 3,04
208B 3,86	574 -8,89	246 9,74	6611 1,87	6301	4,43	1231 4,13	5115 1,92
209B 4,62	575C 2,09	246 9,74	6611 1,87	6301	4,43	1231 4,13	5115 1,92
210B 3,83	576H 6,19	252 5,31	6611 1,87	6301	4,43	1231 4,13	5115 1,92
211 6,31	577H 1,98	253P 3,28	6621 1,44	6305	3,60	1240 3,54	5524 2,50
212 9,38	580C 10,61	260P 4,43	6621 1,44	6305	3,60	1240 3,54	5524 2,50
217B 2,15	585C 3,21	262 4,94	6673 3,50	6933	2,41	1262 2,96	5528 2,36
237B 3,08	587C 2,81	264 7,07	6673 3,50	6933	2,41	1262 2,96	5528 2,36
243 2,47	592H 1,77	271 5,91	6680 2,66	6680	2,66	1262 2,96	5528 2,36
244B 2,38	596C 4,86	272 7,03	6681 2,66	6680	2,66	1262 2,96	5528 2,36
245B 2,74	1001H 7,37	277 8,59	7001 9,45	1125	9,58	1354 5,16	5700 5,31
258B 2,74	1004H 14,82	281 12,83	7060 3,61	1127	9,58	1354 5,16	5700 5,31
263B1 4,71	1009C 10,67	288 16,39	7062 5,73	1137H	8,26	1357N 8,26	5700 5,31
267B 2,74	1012C 2,21	294 13,00	7071 5,83	1138	12,67	1362 1,93	6355 2,00
413 4,67	1020H 6,83	295 14,53	7072 5,83	1138	12,67	1362 1,93	6355 2,00
427B 2,40	1021C 7,96	301 12,83	7073 5,83	1138	12,67	1362 1,93	6355 2,00
463 2,66	1023H 1,47	302 10,06	7064K 4,64	1166	5,54	1365 3,16	6358 1,70
646 5,13	1024H 2,91	303 11,87	7110 3,83	1167	9,58	1368 6,49	7003 8,54
647 4,11	1025H 6,49	304 9,39	7112 4,72	1167	9,58	1368 6,49	7003 8,54
664 6,18	1026C 3,06	305 9,39	7114E 4,58	1197	2,96	1373 8,41	7007 9,23
1096B 10,39	1027C 3,06	306 38,59	7115E 4,58	1197	2,96	1373 8,41	7007 9,23
206B 5,61	1031H 4,28	307 11,16	7116 4,58	1197	2,96	1373 8,41	7007 9,23
1032H 1,51	1031H 4,28	307 11,16	7116 4,58	1197	2,96	1373 8,41	7007 9,23
1033C 5,56	315 5,29	7118 2,93	1211 9,31	7015N	10,32	1576 18,71	7229P 3,90
1037H 7,22	316 9,10	7120 3,09	1306V 9,50	1390	6,71	7017 8,26	7555 22,99
1042C 6,92	318 15,00	7130 3,83	1319 9,14	1460	7,07	7018 2,07	7556 11,79
2003 -1,73	321 5,31	7131 3,10	1361 5,17	1461	6,64	7020 8,54	7557 4,28
2004 -9,95	1152H 2,11	332 11,05	7140 3,21	1366W	5,17	1503 12,10	7025 7,07
2801 -1,68	1154H 11,36	324 1,16	7143 5,64	1374A	5,64	1374A 5,64	7027 1,37
2802 1,68	1155H 14,37	331 8,93	7145H 6,59	1367	10,00	2001 2,50	7031 8,41
2803 1,29	1158H 5,16	337 15,52	7146 3,99	1368	5,40	2010 2,50	7032 14,00
2804 1,68	1161C 3,83	340P 4,20	7147 6,38	1368B	6,11	2100 8,99	7034 8,41
145 13,57	1163H 2,22	342 13,26	7148 3,21	1370	12,05	2011 6,30	7042 8,41
160 3,77	1165C 4,72	343 8,70	7150 21,38	1371	8,59	2101 5,01	7045 3,99
180 1,80	1167C 3,77	345 8,54	7151 7,37	1372	6,19	2113 7,07	7046 4,86
4002 6,16	1168C 4,67	353A 6,20	7152 5,99	1374A	5,64	1374A 5,64	7050 3,99
205 1,70	1170H 4,13	355 4,94	1156N 6,24	1377A	6,24	1377A 6,24	7060 8,88
208 1,70	1171C 3,24	360 1,91	1158H 7,11	1384	14,88	2211 11,96	7072 4,50
209 1,70	1173C 6,14	362 3,82	7160 7,11	1385	8,43	2220 4,64	7077 9,30
210 1,70	1176C 4,08	363N 4,26	7161N 6,94	1388	7,60	2600 7,52	7090 9,69
210CN 8,59	365 0,31	366P 3,64	7166 6,94	1389	6,19	2730 3,69	7110 9,73
215CN 8,59	367 0,31	367 3,64	7167 6,94	1389	6,19	2730 3,69	7110 9,73
320P 2,69	1180C 5,84	374P 2,40	7169 6,67	1392	6,19	2730 3,69	7110 9,73
555CP 1,05	1181H 2,60	377 4,87	7170 8,23	1394	6,24	2120 4,13	7212 0,01
1468CN 5,07	1182H 2,60	608P 2,74	7178 6,07	1396	16,94	3133 8,32	7220 3,98
1488P -7,1	1183H 5,06	610P 4,17	7212 6,49	1397	8,06	3150 1,77	7225 2,96
1489P -7,1	1185H 4,56	612 4,86	7213 1,83	1398	6,59	3155 2,96	7225 2,96
2200CP 1,63	1189H 5,35	829 7,73	7218 2,63	1406	1,77	3160 1,66	7509 5,01
2203 1,00	1187V 1,00	187V 3,22	7220 5,60	1452N	3,54	3161 1,61	7509 5,01
2204 1,03	1188H 7,37	399I 5,90	7221 4,72	1123	6,64	3170 2,36	7510 5,01
2206CP 6,76	1191 4,13	5010 9,36	7223 4,72	1123	6,64	3170 2,36	7510 5,01
2207CP 6,16	1197C 3,62	5023 7,73	7224 3,30	1121	5,31	3201 1,77	7620 14,88
2208CP 4,34	1198H 8,69	5033 8,63	7254 3,69	1215SA	12,37	3210 1,77	7751 10,90
2209CP 4,62	1200V 10,17	5111 10,61	7310 1,57	1221	6,64	3225 2,07	7804 4,86
2211CP 9,64	1210 6,05	5120 7,80	7311 1,77	1222H	5,16	3226 2,07	7804 4,86
2212CP 9,64	1211C 8,47	5132 7,11	7320 1,77	1223	5,16	3226 2,07	7804 4,86
2216CN 4,62	1216H 2,88	5151 9,53	7362 7,96	1225	4,13	3324 3,54	7806 5,31
2220CP 9,69	1212C 2,88	5120 3,30	7370C 19,74	1226	10,75	3301 5,70	7810 5,83
2240CP 3,78	1215V 3,31	5215 3,83	7410 3,09	1227	4,58	3330 2,23	7811 6,49
2243CP 3,77	1216V 3,83	5250 5,45	7414 4,34	1228	5,83	3330 2,23	7812 4,58
2254CP 3,14	1217V 7,66	5255 8,11	7420 3,73	1229	3,62	3361 2,81	7830 3,54
2271CP 2,69	1221C 2,69	5260 6,50	7421 12,35	4,86	3,62	3365 2,81	7830 3,54
2556CP 2,69	1222C 2,69	5261 6,50	7422 12,35	4,86	3,62	3365 2,81	7830 3,54
3403CP -9,93	1222C 2,						





**Die Logik durchgebrannter Sicherungen:**

# PALs

**Pe wie Programmable, A wie Array und eL wie Logic.**

**Hartmut Duwald, Kurt Werner**

Immer noch mühen sich zwischen hochentwickelten VLSI- oder gar ELSI-Chips vereinzelt Logikgatter redlich ab. Und das muß auch so sein: Sie machen die Individualität eines digitalen Systems aus. Aber immer noch werden diese Logikfunktionen vielerorts mit Bausteinen der Vierundsiebziger-Serie realisiert. Und das muß nun wirklich nicht sein. Seit einiger Zeit schon gibt es Bauelemente, die derartige Aufgaben wesentlich eleganter zu lösen vermögen: PALs.

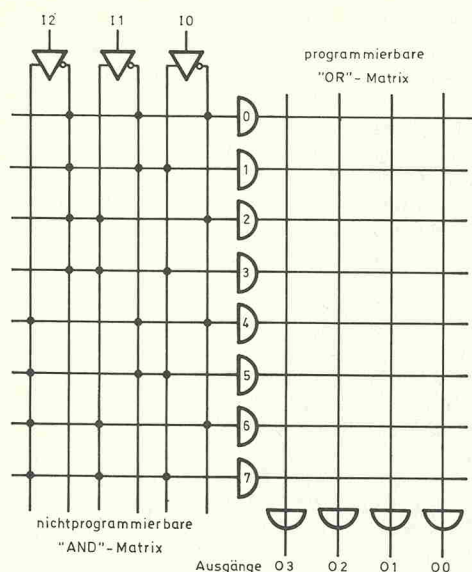
Moderne Schaltungen haben unter einer Krankheit zu leiden: der äußerlichen Schwindsucht. Immer mehr Schaltungsteile verschwinden in vielbeinigen Gehäusen. Der Erreger dieser Krankheit ist vor allen Dingen in der wachsenden Komplexität der Systeme zu suchen. Dennoch: Auch bei der noch so weit fortgeschrittenen Very Large Scale Integration verbleiben im real existierenden Schaltungszusammenhang Lücken, die normalerweise nur mit 'diskreten' Logikbausteinen der

altbekannten 74er-Familie zu stopfen sind. Und damit gehts auch schon los: Hier ein AND, dort ein OR und ganz hinten ein NICHTNURSONDERNAUCH. Macht unterm Strich drei ICs, von denen jedes nur teilweise genutzt wird. Reichlich uneffektiv. Und manchmal einfach nicht machbar. Dann nämlich, wenn die Platine ohnehin schon so voll ist, daß für einen derartigen Luxus kein Platz mehr vorhanden ist. Hier muß ein PAL her. Programmierbare Logik eben. Und ganz nebenher — manchmal aber auch ganz hauptsächlich — helfen diese Bausteine durch ihre Flexibilität Entwicklungszeiten und -kosten sparen: Denkfehler werden nicht mehr durch ein neu zu erstellendes Layout bestraft.

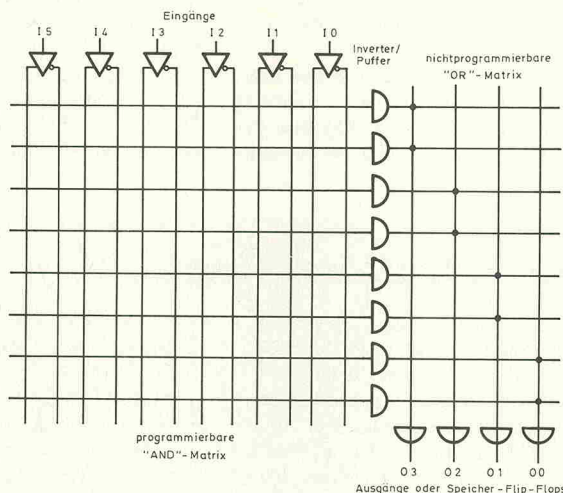
Im Prinzip handelt es sich bei den PALs um 'etwas andere' PROMs. Tatsächlich sind auch PROMs vielseitig einsetzbare logische Schaltwerke, deren Aufbau sie allerdings für Anwendungen als Speicherbausteine prädestiniert. Ein Blick auf Bild 1 verdeutlicht diese Aussage. Die Eingänge werden über eine festverdrahtete Matrix auf AND-Gatter geführt, wobei die Verbindungen der Matrix so gewählt sind, daß für jedes binäre Bitmuster an den Eingängen genau ein AND-Gatter durchschaltet. Indem die folgende OR-Matrix programmierbar ist, lassen sich allen möglichen Eingangszuständen definierte Ausgangszustände zuordnen.

Bei den PALs verhält es sich genau umgekehrt. Wie aus Bild 2 ersichtlich, ist hier ist die Eingangsmatrix programmierbar, während die OR-Matrix festverdrahtet ist. Sinn und Zweck dieser Einrichtung leuchten ein, wenn man in Betracht zieht, daß sich alle logischen Funktionen als OR-Verknüpfungen von Mintermen darstellen lassen. Unter Mintermen versteht man AND-Verknüpfungen von  $n$  binären Variablen, in denen jede Variable genau einmal vorkommt, entweder negiert oder nicht negiert (Tabelle I). Somit ist das Einsatzgebiet für PALs außer natürlich durch die Anzahl der Eingänge nur durch die pro Ausgang zur Verfügung stehende Anzahl der OR-Verknüpfungen





**Bild 1. Typisch PROM: Festverdrahtete Ausgangsmatrix.**



**Bild 2. Typisch PAL: Festverdrahtete Ausgangsmatrix.**

fungen begrenzt. Und diese ist ja — wie bereits erwähnt — durch die Festverdrahtung vorgegeben. Um dennoch möglichst effektiv logische Schaltungen optimieren zu können, werden PALs in vielen verschiedenen Größen angeboten. Aber nicht nur in der Größe unterscheiden sich diese Bausteine. So gibt es PALs mit Registerausgängen, mit EXOR-Gattern anstelle der üblichen OR-Gatter, mit Komplementär- oder Tristate-Ausgängen usw. Und nicht zuletzt kann man auch noch zwischen PALs mit invertierenden oder nichtinvertierenden Ausgängen wählen. Diese Unterschiede lassen sich einfach vom Namen des jeweiligen PALs ablesen, wofür es einfache Grundregeln gibt: Die erste Zahl gibt jeweils die Anzahl der Eingänge an. Der mittlere Buchstabe unterscheidet den Ausgangstyp:

H = nicht invertierender Ausgang

- L = invertierender Ausgang
- R = Registerausgang
- A = logisch Sonderfunktion
- X = mit Register und EXOR-Gattern
- C = mit Komplement-Ausgang (ein Ausgang invertiert, der andere nicht)
- V = mit programmierbarer Ausgangszeile
- P = programmierbare Polarität

Die letzte Zahl gibt schließlich die Anzahl der Ausgänge an.

Bei der Auswahl eines geeigneten PALs und dem Aufstellen der logischen Gleichungen und der Pin-Liste ist jedoch folgendes zu beachten: Nicht jeder Pin kann als Ein- bzw. Ausgang benutzt werden. Darüberhinaus gibt es auch interne Rückkopplungen der Ausgänge, so daß diese Ausgänge als Eingänge benutzt werden können. Wichtig ist hierbei noch, daß diese Rückkopplung unab-

hängig von einer möglichen Tristate-Bedingung des Ausganges ist. Ein Blick in das jeweilige Datenblatt verschafft jedoch Klarheit und vermeidet böse Überraschungen.

### **Durch Schwäche stark: Sollbruchstellen ermöglichen die Programmierung eines PALs.**

PALs können nicht genauso wie EPROMs programmiert werden, da hier ja nicht mit direkten Adressen gearbeitet wird. Um also an die Sicherungen gelangen zu können, besitzen die meisten Pins eines PALs eine Doppelfunktion: Je nach Gehäusegröße werden im Programmiermodus ganz bestimmte Pins zur Adressierung der Spalten und Zeilen der Eingangsmatrix herangezogen. Durch Anlegen einer erhöhten Programmiervoltage an ebenfalls festgelegte Ausgangspins, wird die jeweilige Sicherung irreversibel zerstört, und der betreffende Eingang hat auf die Bildung des Ausgangsproduktes keinen Einfluß mehr.

Von besonderem Interesse ist, daß es in einem PAL eine Sicherung gegen unbefugtes Auslesen gibt. Wird sie zerstört, kann niemand mehr den Inhalt

des PALs auslesen. Dies hat für PALs ohne Register natürlich nur eine geringe Bedeutung, da man ja alle Eingangskombinationen anlegen und sich die entsprechenden Ausgangskombinationen merken kann. Durch einen geeigneten Disassembler können die logischen Gleichungen wieder erstellt werden. Bei Register-PALs ist die Situation grundsätzlich anders. Wird zum Beispiel innerhalb des PALs ein Zähler programmiert, an den man von außen nicht herankommt, der aber erst bei genau einer Eingangskombinationsfolge reagiert, ist eine Rekonstruktion des Inhalts nahezu unmöglich.

Das folgende Beispiel soll den Einsatz eines PALs in einer Mikroprozessorschaltung verdeutlichen. In Bild 3 stellt der eingekreiste Bereich die Logik zur Dekodierung der Adreß- und Steuersignale des Prozessors 6800 dar. Die Ausgänge kontrollieren die Lese- und Schreibzyklen eines insgesamt 2048x8 Bit großen statischen Speichers, der aus vier 1Kx4 Bit-SRAMs besteht. Normalerweise baut man diese Logik aus diskreten TTL-Bausteinen zusammen. Um Platz zu sparen und das Layout einfacher zu gestalten, soll sie in ein PAL verfrachtet werden. Zuerst stellt man fest, daß acht Eingänge und sechs Ausgänge benötigt werden, wenig genug für ein PAL 10L8. Als nächstes wird man eine Wahrheitstabelle aufstellen. Nun fragt sich, wie man diese Tabelle dem PAL aufbrennen kann.

Programmiert werden PALs nämlich nicht etwa nach logischen Tabellen, sondern man versucht das 'L'- oder 'H'-wer-

A B C	A*B*C	A*B* $\bar{C}$	A* $\bar{B}$ *C	A* $\bar{B}$ * $\bar{C}$	$\bar{A}$ *B*C	$\bar{A}$ *B* $\bar{C}$
1 1 1	1	0	0	0	0	0
1 1 0	0	1	0	0	0	0
1 0 1	0	0	1	0	0	0
1 0 0	0	0	0	1	0	0
0 1 1	0	0	0	0	1	0
0 1 0	0	0	0	0	0	1
0 0 1	0	0	0	0	0	0
0 0 0	0	0	0	0	0	0

**Tabelle I. 6 der 8 möglichen Minterme einer Funktion mit drei Variablen.**

A B C	F	Minterne
0 0 0	0	$\bar{A}*\bar{B}*\bar{C}$
0 0 1	1	$\bar{A}*\bar{B}*C$
0 1 0	1	$\bar{A}*B*\bar{C}$
0 1 1	0	$\bar{A}*B*C$
1 0 0	0	$A*\bar{B}*\bar{C}$
1 0 1	1	$A*\bar{B}*C$
1 1 0	0	$A*B*\bar{C}$
1 1 1	0	$A*B*C$

**Tabelle II. Vollständige Wahrheitstabelle einer Schaltfunktion mit drei Variablen und den zugehörigen Funktionswerten der Ausgangsvariablen F.**



den eines Ausgangs mit Hilfe einer logischen Gleichung zu beschreiben. Besitzt das PAL einen invertierenden Ausgang, beschreibt man das 'L'-werden dieses Pins. Oder einfacher, man beschreibt das 'H'-werden vor dem Ausgangsinverter. Damit können die folgenden Er-

klärungen sich auf invertierenden sowie nicht invertierenden PALs beziehen, ohne diese explizit unterscheiden zu müssen.

Bei der Beschreibung der logischen Gleichungen benutzt man die Boolesche Algebra, deren Grundzüge hier als bekannt

vorausgesetzt werden (siehe Kasten auf S. 35). Um Verwirrungen zu vermeiden: Während in der Digitaltechnik das 'High' und 'Low' meistens durch 'H' und 'L' dargestellt wird, gibt es in der Booleschen Algebra die Begriffe 'wahr' und 'unwahr', denen hier 'L' und '0' zugeord-

net werden. Man beachte also, daß 'L' in der Booleschen Algebra eine andere Bedeutung hat, als in der Digitaltechnik.

Weiter oben wurde der Begriff „Minterm“ erläutert. Fischt man sich aus einer Wahrheitstabelle alle diejenigen Minter-

## Zum Beispiel eine Autoalarmanlage

Bei gewissen Zeitgenossen erfreuen sich Autos nach wie vor einer ungebrochenen Beliebtheit als Zielobjekt ihrer besitzübergreifenden Profession. Die folgende Schaltung demonstriert, wie mit Hilfe eines PALs und wenig Aufwand ein bedienungsfreundlicher Apparat zur Detektierung krimineller Energie aufgebaut werden kann.

Kernstück der gesamten Schaltung ist ein PAL 16R4, das für die Verarbeitung der Steuersignale zuständig ist, die vom Zündschloß und den Türkontakten geliefert werden. Der jeweilige Zustand, in dem sich dieser Automat befindet, wird mit Hilfe von zwei Leuchtdioden angezeigt.

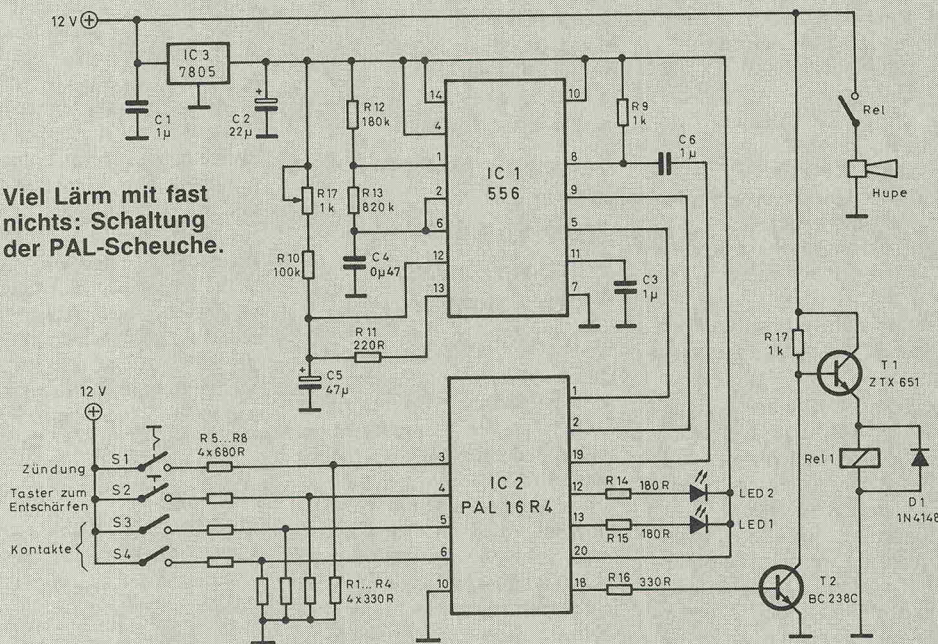
Belebt wird die Schaltung durch den Taktgenerator,

durch den Taktgenerator, der mit dem Timerbaustein NE556 realisiert ist. Dieser Baustein enthält zwei voneinander völlig unabhängige Timer, von denen der eine hier den Taktimpuls für das PAL erzeugt und der andere für eine Zeitverzögerungsschaltung eingesetzt wird. Die Schnittstelle zur Hupe wird durch ein Relais realisiert. Als Alarmsensoren

zum Einschalten des Innenlichtes, oder auch akustische Aufnehmer, wie Mikrofone oder Ultraschallsensoren verwendet werden. Da das PAL mit einer Spannung von 5 V betrieben werden muß, ist ein 5-V-Festspannungsregler vorgesehen.

Nach dem Ausschalten der Zündung wird in der Schaltung ein Timer gestartet, dessen Ablaufzeit mit einem Trimpotentiometer zwischen 8...25 s eingestellt werden kann. Während dieser Zeit blinkt die grüne Leuchtdiode, und der Insasse kann das Auto verlassen. Nachdem der Timer abgelaufen ist, schaltet sich die Alarmanlage scharf. In diesem Zustand blinkt die rote LED. Wenn jetzt ein Kontakt ausgelöst wird, z.B. durch das Öffnen der Tür, setzt sich erneut ein Timer in Bewegung. In diesem Moment beginnen beide Leuchtdioden zu blinken. Mit Ablauf des Timers zieht das Relais an, und die Hupe beginnt ihre einbrecherscheuchende Tätigkeit in ca. 1-Sekunden-Intervallen. Falls während der Ablaufzeit des Timers jedoch die Zündung eingeschaltet wird, entschärft sich die Alarmanlage selbsttätig.

**Viel Lärm mit fast nichts: Schaltung der PAL-Scheuche.**



### Stückliste

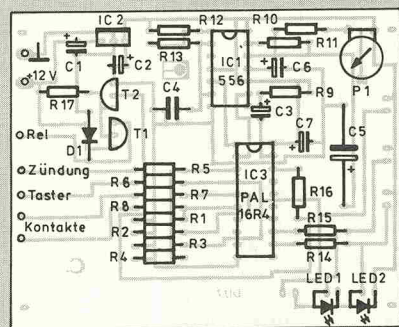
Widerstände  
R1...4,16 330R  
R5...8 680R  
R9,17 1k  
R10 100k  
R11 220R  
R12 180k  
R13 820k  
R14,15 180R  
P1 Trimmer, 500k

Kondensatoren  
C1,3,6,7 1µ, Tantal  
C2 22µ/16V, Tantal

C4 0µ47  
C5 47µ/25V, liegend

Halbleiter  
D1 1N4148  
LED1 LED rot  
LED2 LED grün  
T1 ZTX651  
T2 BC238C  
IC1 NE556  
IC2 7805  
IC3 PAL16R4

Sonstiges  
1 Taster  
1 Relais  
1 Platine



Um sich beispielsweise beim Be- und Entladen die lästigen Kommentare der Hupe zu ersparen, hat man die Möglichkeit, die Anlage mittels eines Tasters zu entschärfen. Dazu muß dieser Taster gleichzeitig mit dem Ausschalten der Zündung betätigt werden. Ansonsten hat er keinerlei Einfluß auf die gesamte Schaltung.



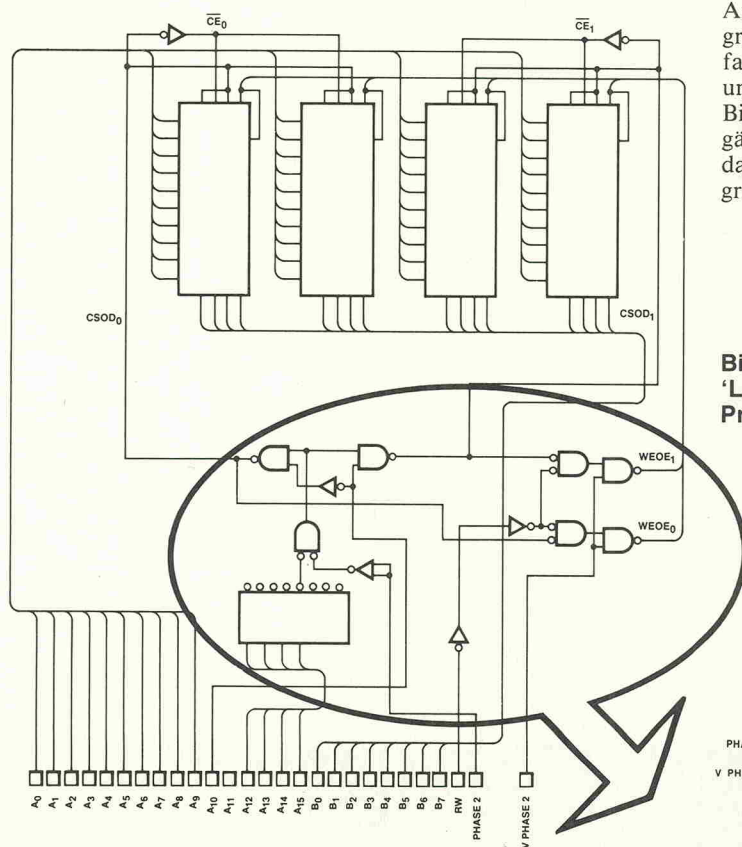
Boolesche Algebra		
Kommutativ-Gesetz	$A * B = B * A$ $A + B = B + A$	
Assoziativ-Gesetz	$A * (B * C) = (A * B) * C$ $A + (B + C) = (A + B) + C$	
Distributiv-Gesetz	$A * (B + C) = A * B + A * C$ $A + B * C = (A + B) * (A + C)$	
Postulate:	$0 * 0 = 0$ $1 + 1 = 1$ $\bar{0} = 1$	
	$1 * 0 = 0$ $0 + 1 = 1$ $\bar{1} = 0$	
	$0 + 0 = 0$ $1 * 1 = 1$	
Theoreme:	$A + 0 = A$ $A * 1 = A$ $A + 1 = 1$ $A * 0 = 0$	
	$A * A = A$ $(\bar{A}) = \bar{A}$ $(A) = A$ $A * \bar{A} = 0$	
	$A + \bar{A} = 1$ $A + A = A$ $A + \bar{A} = 1$	
	$(\bar{A} + \bar{B} + \bar{C} + \dots) = \bar{A} * \bar{B} * \bar{C} * \dots$ $\bar{A} + \bar{B} + \bar{C} + \dots = (\bar{A} * \bar{B} * \bar{C} * \dots)$ $(\bar{A} * \bar{B} * \bar{C} * \dots) = \bar{A} + \bar{B} + \bar{C} + \dots$ $\bar{A} * \bar{B} * \bar{C} * \dots = (\bar{A} + \bar{B} + \bar{C} + \dots)$	
	— DeMorgan	
	— DeMorgan	
	$A * (A + B) = A + A * B = A$ $A + A * B = A * (A + B) = A$	
	* = AND    + = OR	

### Der Erste-Hilfe-Kasten zur Booleschen Algebra.

me heraus, die ein 'L' am Ausgang zur Folge haben, und faßt diese durch eine OR-Verknüpfung zusammen, so spricht man von der 'disjunktiven Normalform'. Für Tabelle II ergibt sich beispielsweise als disjunktive Normalform der Funktion F:

$$F = (\bar{A} * \bar{B} * C) + (\bar{A} * B * \bar{C}) + (A * \bar{B} * C)$$

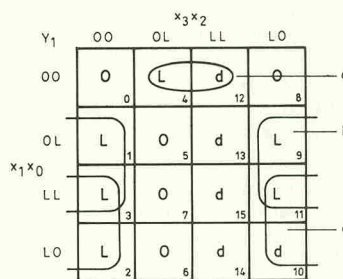
Diese Darstellung einer logischen Gleichung kommt der inneren Struktur eines PALs sehr entgegen. So verwundert es nicht, daß der Assembler, den man zum programmieren von



**Bild 3. Ein Fall für ein PAL: 'Lose' Gatter in einem Prozessorsystem.**

PALs benötigt, die Beschreibung der Gleichungen in genau dieser Form erwartet. Leider liegen die zu realisierenden Funktionen in den seltensten Fällen in der disjunktiven Normalform vor, so daß sie oft erst durch geeignete Verfahren in diese übergeleitet werden müssen. Es gibt zwei gebräuchliche Verfahren, die diese Vereinfachung bewerkstelligen. Das erste, recht simple Verfahren nach Karnaugh erfolgt graphisch, während das zweite Verfahren nach Quine-McCluskey eine komplizierte und rechenintensive Prozedur darstellt, die am geeignetsten auf Computern abläuft. Beide Verfahren dienen dazu, überflüssige Bedingungen in Gleichungen und auch Gleichungen im Ganzen zu erkennen und zu beseitigen. Damit vereinfachen sich die Gleichungen oft erheblich und sie haben den großen Vorteil, daß die Ergebnisse direkt zur Programmierung von PALs eingesetzt werden können.

Die Vereinfachung von logischen Gleichungen nach Karnaugh lohnt sich eigentlich nur in den Fällen, bei denen nicht mehr als vier Eingangsvariablen benötigt werden. Ist die Anzahl der Eingangsvariablen größer, wird das gesamte Verfahren sehr unübersichtlich und fehlerträchtig. Wie in Bild 4 zu sehen, bilden die Eingänge (in diesem Fall X0...X3) das Grundgerüst eines Diagramms, das für jede Aus-



**Bild 4. Die Minimierung einer Schaltfunktion per grafischem Verfahren: Karnaugh-Diagramm.**

gangsvariable getrennt angelegt werden muß. Dabei werden die möglichen Kombinationen der zugehörigen Eingangswerte so angeordnet, daß sich für zwei benachbarte Felder jeweils nur ein Bit ändert. Das gilt auch für die in horizontaler oder vertikaler Richtung entgegengesetzten Randfelder. Diese Anordnung ist eine zwingende Vor-

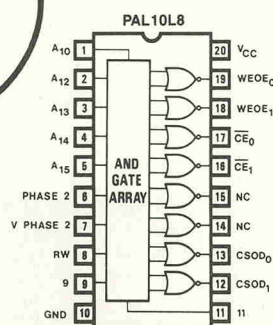
### Darf's auch was weniger sein? Rezepte à la Karnaugh und Quine-McCluskey.

aussetzung für das hier beschriebene Verfahren. Anschließend werden in diese Tabelle die Ausgangszustände des betreffenden Ausgangs eingetragen. Dabei gibt es drei Möglichkeiten: Low(O), High(L) und 'spielt keine Rolle'(d).

Sind diese Vorbereitungen abgeschlossen, versucht man, benachbarte Felder zusammenzufassen, in denen der Ausgangszustand 'L' erscheint. Nachbarschaft heißt hier (siehe auch Bild 4):

- zwei horizontale oder vertikal benachbarte Felder (a)
- eine Gruppe von vier Feldern, von denen jedes jeweils mit zwei anderen benachbart ist (b,c)
- eine Gruppe von acht Feldern, von denen jedes mit drei anderen benachbart ist.

So entfällt beispielsweise nach Bild 4 durch die Zusammenfassung (a) der Eingang X3 aus dem betreffenden Term. Logisch: Denn wenn X0 und X1





negiert sind und X2 auf 'L' liegt, nimmt der Ausgang in jedem Fall den Wert 'L' an, egal was am Eingang X3 passiert. Es lassen sich also durch dieses Zusammenfassen jeweils eine, zwei oder drei Eingangsvariable und maximal ein, drei oder sieben Terme in der Gleichung eliminieren. Übrigens können bei der Zusammenfassung die 'd'-Felder je nach Bedarf als ein '0'- oder 'L'-Feld angesehen werden. Im Beispiel ergibt sich damit folgende Gleichung:

$$Y_1 = (\overline{x_0} * \overline{x_1} * x_2) + (x_0 * \overline{x_2}) + (x_1 * \overline{x_2})$$

Diese Gleichung steht in der geforderten disjunktiven Normalform und kann direkt zum Programmieren des PALs eingesetzt werden.

Die ganze Prozedur kann natürlich auch für invertierende Ausgänge eingesetzt werden. Dann müssen nur anstatt der 'L'-Felder die '0'-Felder zusammengefaßt werden.

Das zweite Verfahren wurde von Quine-McCluskey entwickelt. Hierbei handelt es sich um ein numerisches Verfahren, das nach einem vorgegebenen Algorithmus abläuft. Zuerst werden die Eingangsvariablen zusammengefaßt und als Dezimalzahl interpretiert. Dabei werden nur die Zahlen betrachtet, die einen Ausgangszustand 'L' ergeben. Soll zum Beispiel bei den Eingangszuständen  $x_4/x_3/x_2/x_1/x_0 = 0/L/O/O/L$  der betreffende Ausgang den logischen Zustand 'L' annehmen, so wird der Eingangszustand mit der Dezimalzahl 9 gekennzeichnet. Alle Eingangszustände werden anschließend in Gruppen mit gleichem Gewicht — also gleicher Anzahl von 'L'-Stellen — zusammengestellt und die Gruppen nach wachsendem Gewicht geordnet (1. Tabelle in Bild 5).

Alle Ausdrücke zweier benachbarter Gruppen werden verglichen und Minterme — wenn möglich — eliminiert. Das geschieht dadurch, daß Ausdrücke zusammengefaßt werden, die sich in nur einer Stelle unterscheiden. Diese Ausdrücke werden durch Abhaken markiert. In einer zweiten Tabelle werden nun die zusammengefaßten Ausdrücke wieder auf gleiche Weise geordnet, wobei die eliminierten Varia-

blen durch einen Leerstrich gekennzeichnet werden. Die Ausdrücke der neuen Tabelle werden wieder zusammengefaßt und in einer dritten Tabelle geordnet. Es dürfen jetzt die Ausdrücke zusammengefaßt werden, welche die Leerstriche an gleicher Stelle aufweisen und sich sonst nur in einer Stelle unterscheiden. Dieser Algorithmus wird solange fortgesetzt bis keine Zusammenfassungen mehr möglich sind. Die nicht abgehakten Ausdrücke in allen Tabellen sind sogenannte Primimplikanten.

Ein Primimplikant ist eine AND-Verknüpfung von Variablen, die die Eigenschaft besitzt, daß eine beliebige Eingangsfunktion, die vorher den Ausgang auf 'L' setzt, nach dem Entfernen einer einzigen Variablen den Ausgang nicht mehr auf 'L' legen kann. Anschaulicher könnte man sagen, daß eine weitere Vereinfachung und Unterteilung des Primimplikanten nicht mehr möglich ist — analog zu den Primzahlen, die außer sich selber nur noch die 1 als Teiler besitzen. Es können allerdings nach der

zuletzt erstellten Tabelle immer noch redundante Primimplikanten vorhanden sein. Um diese zu eliminieren, wird eine Primimplikantentabelle nach Bild 6 aufgestellt, anhand derer man die nicht redundanten Primimplikanten ausfiltern kann. Jede Zeile entspricht dabei einem Primimplikanten, jede Spalte einem Minterm. Nun werden für jeden Primimplikanten die in ihm enthaltenen Minterme angekreuzt. Minterme, die danach nur ein Kreuz in ihrer Spalte aufweisen, sind folgerichtig nur in jeweils ei-

## Zum Beispiel ein Würfel

Die folgende Schaltung zeigt, wie man selbst so banale Dinge wie Würfel mit Hilfe von PALs noch ein Stückchen eleganter verwirklichen kann.

Die üblichen Rezepte für elektronische Würfel kennt man ja: Man nehme einen Zähler, der mindestens bis sechs zählen kann, einen Dezimaldekoder, einen Taktgenerator und den nötigen Kleinkram, wie LEDs, Widerstände etc..

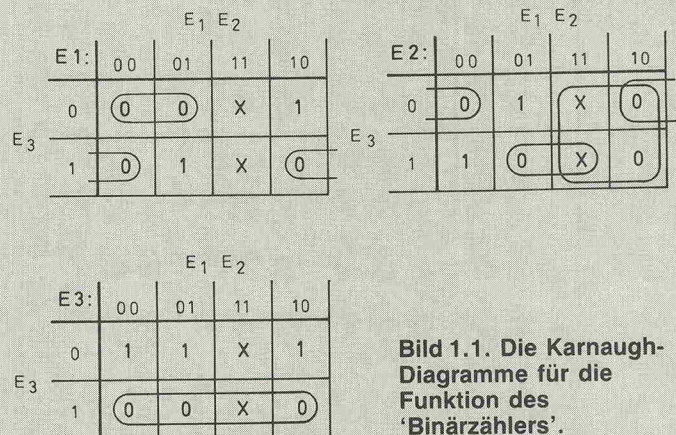
Mindestens zwei dieser Bausteine, nämlich Zähler und Dekoder, können durch ein PAL ersetzt werden, wenn man nämlich ein Register-PAL mit Rückführung verwendet. Denn mit Hilfe der Ausgangs-FlipFlops dieses Bausteins läßt sich sehr einfach ein Zähler realisieren. Man braucht nur die rückgeführten Ausgänge so zu vergattern, daß an deren Eingang der nächsthöhere Zählstand anliegt, der dann beim nächsten Clockimpuls übernommen wird. Damit sähe dann die Wahrheitstabelle folgendermaßen aus:

Eingangszustand			Ausgangszustand		
E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>3</sub>	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>3</sub>
0	0	0	0	0	1
0	0	1	0	1	0
0	1	0	0	1	1
0	1	1	1	0	0
1	0	0	1	0	1
1	0	1	0	0	0

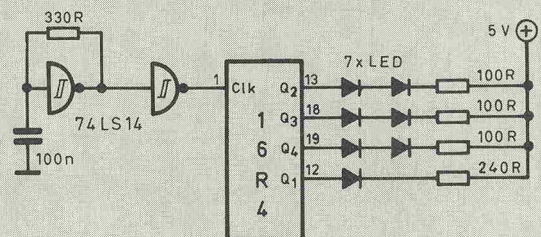
Nun kann für jeden einzelnen Ausgang ein Diagramm nach Karnaugh aufgestellt werden. Da es sich bei dem verwendeten PAL um einen Typ mit invertierendem Ausgang handelt, werden die '0'-Felder zusammengefaßt. Es entstehen damit drei Tabellen nach Bild 1.1.

Daraus ergeben sich schon mal die ersten drei Gleichungen:

$$\begin{aligned} /E_1 &:= /E_1 * /E_3 + /E_2 * E_3 \\ /E_2 &:= /E_2 * /E_3 + E_1 + E_2 * E_3 \\ /E_3 &:= E_3 \end{aligned}$$



**Bild 1.1. Die Karnaugh-Diagramme für die Funktion des 'Binärzählers'.**



**Bild 1.2 zeigt die einfache Schaltung des Würfels.**



nem Primimplikanten enthalten und werden als erste ausgewählt: Sie werden durch Kreise gekennzeichnet und die zugehörigen Primimplikanten mit einem Stern versehen. Die ausgewählten Zeilen und Spalten werden anschließend aus der Tabelle gestrichen. Die übrigen Minterme werden durch erneute Auswahl von Primimplikanten erfaßt, wobei diejenigen Zeilen Vorrang haben, die mit den meisten Kreuzen versehen sind. Wiederum erfolgt die Streichung der betroffenen Zeilen und Spalten. Die gleiche Prozedur wiederholt sich so

lange, bis alle Minterme erfaßt sind. Die zum Schluß mit Sternen versehenen Primimplikanten ergeben die Lösung des Verfahrens. Im Beispiel nach Bild 6 besteht diese aus zwei gleichwertigen Gleichungen:

$$F_2 = (\overline{x}_3 * \overline{x}_4) + (\overline{x}_2 * \overline{x}_3 * x_5) + (\overline{x}_1 * x_2 * x_3 * x_4) + (x_1 * x_2 * x_4 * x_5) + (\overline{x}_1 * x_2 * x_3 * x_5)$$

$$F_1 = (\overline{x}_3 * \overline{x}_4) + (\overline{x}_2 * \overline{x}_3 * x_5) + (\overline{x}_1 * x_2 * x_3 * x_4) + (x_1 * x_2 * x_4 * x_5) + (\overline{x}_1 * x_2 * \overline{x}_4 * x_5)$$

Nach dem Aufstellen sämtlicher logischer Gleichungen, die das PAL realisieren soll, müssen sie programmiert werden. Dafür sollte man zweckmäßigerweise einen speziellen PAL-Assembler zur Verfügung haben. Zwar lassen sich PALs auch von Hand programmieren, doch ist dies ein sehr mühsames Geschäft. Beim Assembler können bei der Umsetzung der Gleichungen beliebige Namen für die Ein- und Ausgangsvariablen benutzt werden. Der Rechner setzt diese Namen in ein Format um, in dem jedes Bit einer Sicherung entspricht. Dieses Format wird dann von einem PAL-Programmiergerät in Brennaktionen umgesetzt. Ein Beispiel:

IF (ENABLE) LAMPE! := GLASBRUCH + TÜRÖFFNEN

Die Bedingung IF (ENABLE) besagt, daß sich der Ausgang LAMPE immer dann im Tri-state, also im hochohmigen Zustand befindet, wenn die Bedingung in der Klammer nicht erfüllt ist. In diesem Fall demnach, wenn die Spannung am Pin ENABLE low ist. Die Bedingung '+' bedeutet eine ODER-Verknüpfung der beiden Eingangssignale GLASBRUCH und TÜRÖFFNEN. Das Ergebnis gelangt erst beim nächsten Clockimpuls in das FlipFlop und erscheint am Ausgangspin LAMPE, falls Enable auf High liegt. Fehlt der Doppelpunkt beim Gleichheitszeichen gelangt das Ergebnis der ODER-Verknüpfung ohne Zwischenschaltung eines Flip-Flops auf den Ausgang Enable. Die logischen Operatoren zur Beschreibung der Gleichungen sind aus Bild 7 ersichtlich und weichen erheblich von den Be-

Zur Umsetzung werden hier vier Karnaugh-Diagramme benötigt. Nach Bild 1.3 entstehen so die Gleichungen:

/Q1 = E3  
/Q2 = /E1 \* /E2 \* /E3  
/Q3 = /E1 \* /E3 + /E1 \* /E2  
/Q4 = /E1 + /E3

Das daraus resultierende PAL-Listing ist in Bild 1.4 nachzulesen.

Übrigens ist es egal, ob die LEDs an +5 V oder an Masse gelegt werden. Es entsteht in beiden Fällen ein korrektes Würfelbild. So, nun viel Spaß beim Palieren und Würfeln.

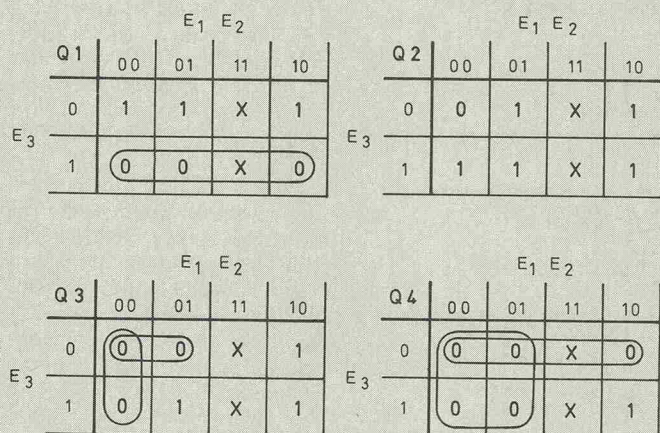


Bild 1.3. Jedem Ausgang das Seine: Vier Karnaugh-Diagramme für den Ausgang des 'Dekoders'.

```

PAL16R4
IC1
WUERFEL
ELRAD HANNOVER
clk nc nc nc nc nc nc nc nc gnd
oe Q1 Q2 E1 E2 E3 nc Q3 Q4 vcc

/E1 := /E1 * /E3 + /E2 * E3
/E2 := /E2 * /E3 + E1 + E2 * E3
/E3 := E3

if (vcc) /Q1 = E3
if (vcc) /Q2 = /E1 * /E2 * /E3
if (vcc) /Q3 = /E1 * /E3 + /E1 * /E2
if (vcc) /Q4 = /E1 + /E3

DESCRIPTION: Wuerfel

```

Bild 1.4. Das Vollständige PAL-Listing für den Würfel.

1. Tabelle	x <sub>1</sub>	x <sub>2</sub>	x <sub>3</sub>	x <sub>4</sub>	x <sub>5</sub>
0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	L
8	0	L	0	0	0
16	L	0	0	0	0
3	0	0	0	L	L
9	0	L	0	0	L
17	L	0	0	0	L
24	L	L	0	0	0
13	0	L	L	0	L
14	0	L	L	0	L
19	L	0	0	L	L
25	L	L	0	0	L
15	0	L	L	L	L
27	L	L	0	L	L
31	L	L	L	L	L

2. Tabelle	x <sub>1</sub>	x <sub>2</sub>	x <sub>3</sub>	x <sub>4</sub>	x <sub>5</sub>
0, 1	0	0	0	0	—
0, 8	0	—	0	0	0
0, 16	—	0	0	0	0
1, 3	0	0	0	—	L
1, 9	0	—	0	0	L
1, 17	—	0	0	0	L
8, 9	0	L	0	0	—
8, 24	—	L	0	0	0
16, 17	L	0	0	0	—
16, 24	L	—	0	0	0
3, 19	—	0	0	L	L
9, 13	0	L	—	0	L
9, 25	—	L	0	0	L
17, 19	L	0	0	—	L
17, 25	L	—	0	0	L
24, 25	L	L	0	0	—
13, 15	0	L	L	—	L
14, 15	0	L	L	—	L
19, 27	L	—	0	L	L
25, 27	L	L	0	—	L
15, 31	—	L	L	L	L
27, 31	L	L	—	L	L

3. Tabelle	x <sub>1</sub>	x <sub>2</sub>	x <sub>3</sub>	x <sub>4</sub>	x <sub>5</sub>
0, 1, 8, 9	0	—	0	0	—
0, 1, 16, 17	—	0	0	0	—
0, 8, 16, 24	—	—	0	0	0
1, 3, 17, 19	—	0	0	—	L
1, 9, 17, 25	—	—	0	0	L
8, 9, 24, 25	—	L	0	0	—
16, 17, 24, 25	L	—	0	0	—
17, 19, 25, 27	L	—	0	—	L

4. Tabelle	x <sub>1</sub>	x <sub>2</sub>	x <sub>3</sub>	x <sub>4</sub>	x <sub>5</sub>
0, 1, 8, 9 16, 17, 24, 25	—	—	0	0	—

Bild 5. Tabellen zur Berechnung von Primimplikanten nach Quine-McCluskey.

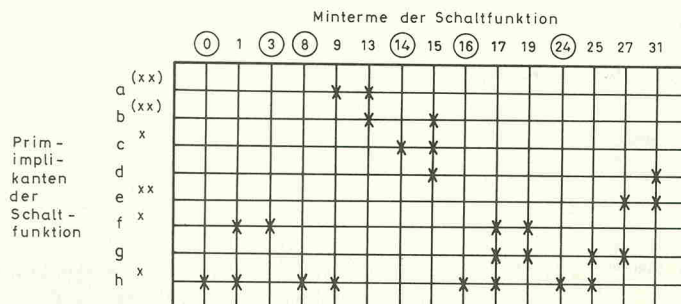


Bild 6. Fahndung nach redundanten Primimplikanten: Primimplikantentabelle für die Primimplikanten aus Bild 5.



zeichnungen der Booleschen Algebra ab.

Allein das Eingeben der Gleichungen genügt noch nicht zur Programmierung von PAL-Bausteinen. Der eigentliche PAL-Assembler, der die benötigten Brenninformationen erstellt, erfordert ein bestimmtes Eingabeformat der logischen Gleichungen. Das im Folgenden beschriebene Format orientiert sich an dem im PAL-Handbuch von Monolithic Memories — den Erfindern der PALs — beschriebenen Assembler.

Die Eingabedatei muß folgendes Format besitzen (siehe auch das PAL-Listing für den Würfel in 1.4):

Zeile 1: PAL-Typ gefolgt von PAL DESIGN SPECIFICATION

Zeile 2: Teilenummer des PALs und der Name des Autors, sowie das Erstellungsdatum

Zeile 3: Bezeichnung des PALs

Zeile 4: Firmenanschrift

Zeile 5: Pin-Liste

Die Pin-Liste ist eine Reihe von symbolischen Namen, die

durch mindestens ein Leerzeichen getrennt sein müssen. Jeder Name ist einzigartig, außer für unbenutzte Anschlüsse, die meistens mit NC bezeichnet werden. Es müssen alle Pins in der Reihenfolge von Pin 1 bis Pin 20 bzw. 24, einschließlich der Versorgungsspannung VCC und der Masse GND, angegeben werden. Das Symbol '/' kann zur logischen Negierung des Namens diesem direkt vorangestellt werden.

In den folgenden Zeilen werden die logischen Gleichungen eingetragen. Dabei bestehen drei

verschiedene Möglichkeiten:

1. SYMBOL = EXPRESSION
2. IF (PRODUCT) SYMBOL = EXPRESSION
3. SYMBOL  $\triangleq$  EXPRESSION

Die Symbole haben dabei folgende Bedeutung:

SYMBOL: Anschlußbezeichnung, optional mit vorangestellten /.

PRODUCT: Eine Kombination von SYMBOLS, die durch den AND-Operator '\*' getrennt werden.

IF: Falls die Bedingung erfüllt wird, ist die folgende Gleichung gültig. Im anderen Fall geht der Ausgang in den hochohmigen Zustand.

EXPRESSION: Eine Kombination von SYMBOLS, die durch Operatoren getrennt werden.

## Praktizierte Logik: PAL mit Boole.

Optional folgt auf die Beschreibung der logischen Gleichungen eine Funktionstabelle, die zur Überprüfung herangezogen werden kann. Da sie von vielen PAL-Assemblern jedoch nicht berücksichtigt wird, sei sie hier auch nur am Rand erwähnt. Die Funktionstabelle wird durch das Wort FUNCTION TABLE eingeleitet. In die nächste Zeile muß eine Pin-Liste eingetragen werden, die für die nachfolgende Wahrheitstabelle herangezogen wird. In dieser Tabelle kann für beliebige Eingangszustände der Zustand der Ausgänge eingetragen werden, so, wie sich der Entwickler die Funktion seines PALs vorstellt. Der Assembler überprüft anhand dieser Funktionstabelle die logischen Gleichungen und gibt bei Unstimmigkeiten eine Fehlermeldung aus. Verläuft die Assemblierung fehlerfrei, wird das PAL programmiert und kann in die Schaltung eingesetzt werden. □

### Literaturhinweise:

PAL Handbook, Monolithic Memories.

Schaltnetze und Schaltwerke, Manuskript einer Vorlesung an der Universität Hannover gehalten von Prof. Dr.-Ing. H.G.Musmann.

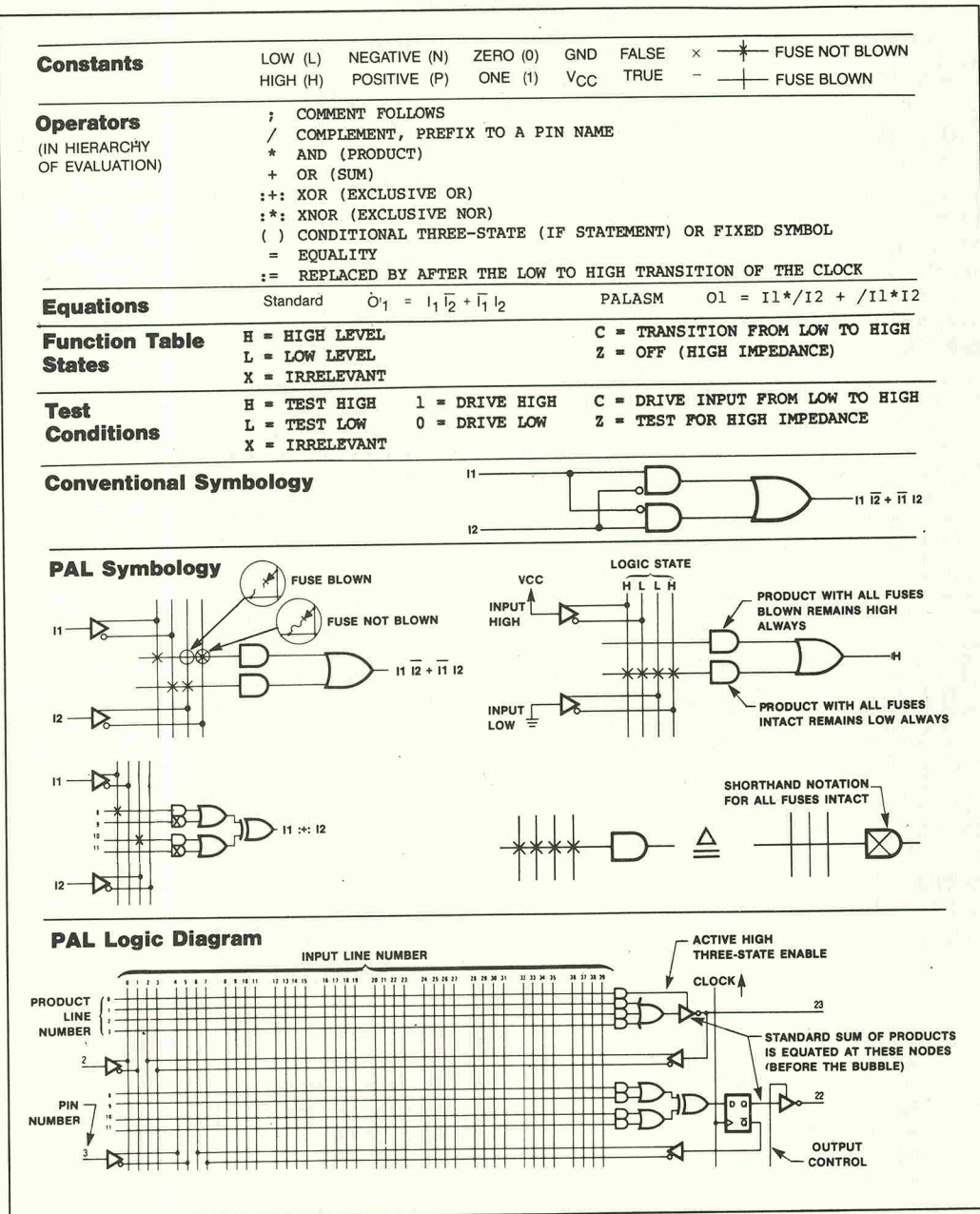
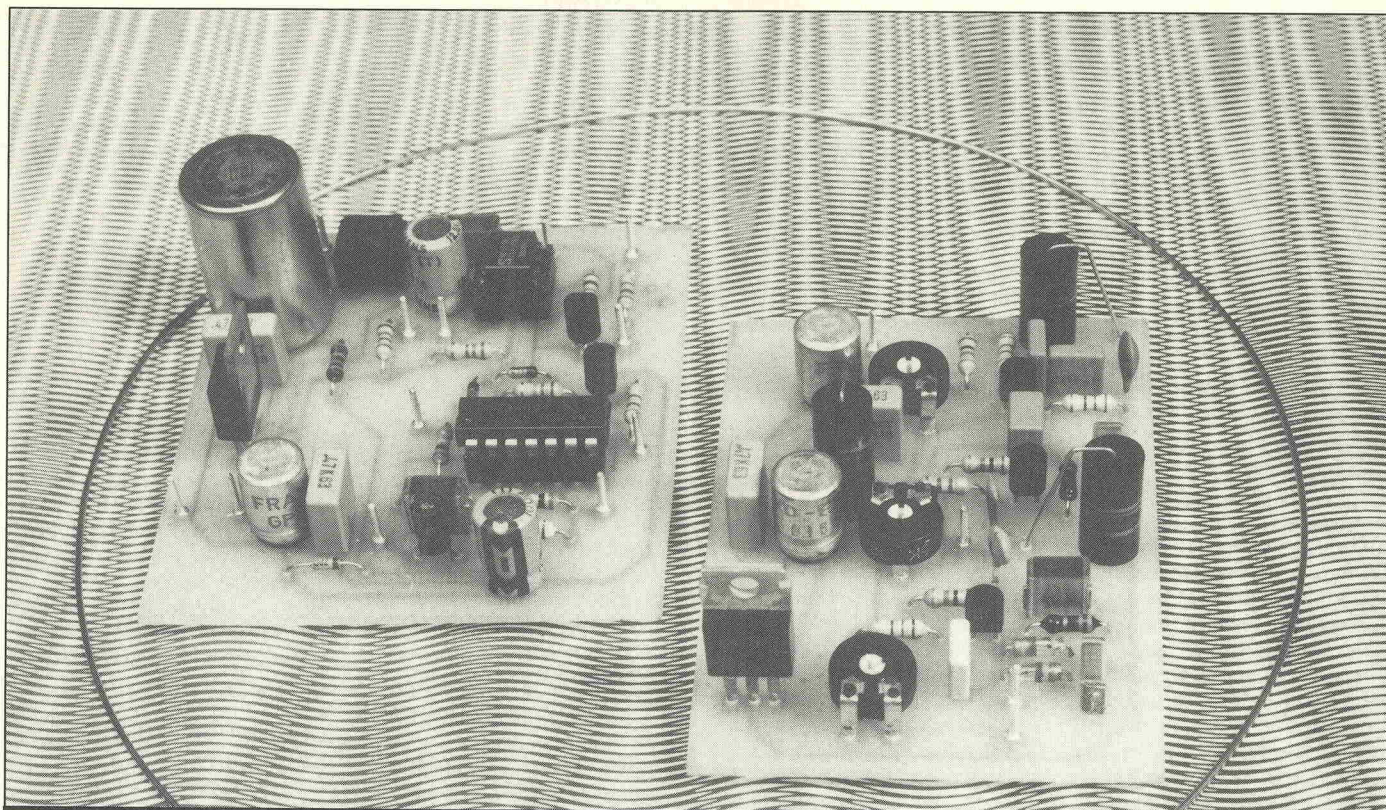


Bild 7. Eine kleine PAL-Legende. Auszug aus dem PAL-Handbuch von MMI.





## Schönes neues Feld

Von der Feldtheorie zur Feldpraxis

**Rainer Perthold**

**Wenn es darum geht, einzelne Objekte im Freien zu sichern, weisen Lichtschranken und Bewegungsmelder einige gravierende Nachteile auf. Deshalb wurde der hier beschriebene, kapazitiv arbeitende Sensor entworfen, der auf Störungen eines Sensorfeldes reagiert.**

Will man Gegenstände auf die 'konventionelle' elektronische Weise mit Lichtschranken oder Bewegungsmeldern sichern, wird es sehr schnell sehr teuer und umständlich. Denn Licht hat nun einmal den Drang, sich geradlinig auszubreiten — sobald das zu schützende Objekt mit einem einzigen Strahlenbündel nicht zu sichern ist, werden Umlenkspiegel oder mehrere getrennte Sensoren benötigt, die zudem genau justiert sein wollen.

Man kann natürlich auch auf Ultraschall- oder Infrarot-Bewegungsmelder zurückgreifen. Aber wie soll dann beispielsweise verhindert werden, daß mitten in der Nacht Nachbars Katze Spaß daran findet, ihren Haufen gerade im Ansprechbereich des Melders zu vergraben,

so daß man völlig überflüssig — wegen einer 'natürlichen' Lappalie — geweckt wird?

In diesen und ähnlich gelagerten Fällen bietet sich eine einfache und recht zuverlässige Alternative an: ein kapazitiver Annäherungsmelder. Dabei wird ein Draht gleichsam wie ein Zaun um das zu schützende Objekt gespannt. Nähert sich eine Person dem Draht, so löst die damit verbundene Schaltung Alarm aus. Und wenn der Draht hoch genug gespannt wird, so kann auch die oben erwähnte Katze weiterhin ihr Geschäft machen, ohne daß die Elektronik diesen Vorgang registriert und anspricht.

Das Prinzip ist einfach: Jeder metallische Körper hat eine bestimmte Kapazität. Sie kann zwar sehr klein sein, ist aber

stets vorhanden. Diese Kapazität ist abhängig von der Umgebung, von der Form des Körpers und natürlich auch von seiner Größe. Verändert sich irgendetwas in der Umgebung des — in diesem Falle — Drahtes, so ändert sich auch besagte Kapazität. Nähert sich beispielsweise ein Mensch, so wächst sie. Schneidet ein Bösewicht den Draht ab, so sinkt sie. Man braucht somit nur die Kapazität eines Meßdrahtes fortlaufend zu ermitteln und kann dann aus den Meßwerten schließen, ob sich in der Umgebung des Drahtes irgendetwas rührt.

Da sich die Kapazitätsänderungen im Pikofarad-Bereich bewegen können, muß die Messung sehr genau erfolgen. Das Verfahren an sich ist wiederum



einfach: Auf den Sensor-Draht wird über einen Kondensator eine 'hochfrequente' Wechselspannung lose eingekoppelt. So entsteht ein kapazitiver Spannungsteiler. Aus der Amplitude der Wechselspannung zwischen Draht und Erde lassen sich Rückschlüsse auf die Kapazität des Drahtes ziehen — natürlich nur unter der Voraussetzung, daß die Amplitude der eingekoppelten Wechselspannung konstant ist.

Da die Ruhekapazität des Drahtes an jedem Einsatzort verschieden ist (Einflüsse durch Abstand vom Boden, durch Art der Befestigung etc.), ist das Auswerten der absoluten Spannung wenig sinnvoll. Würde man den Absolutwert messen, müßte das Gerät an die jeweils gegebene Situation angepaßt werden. Viel einfacher wird das Ganze, wenn man die Amplitude vor der Messung differenziert, und zwar so, daß relativ langsame Änderungen nicht zur Auslösung eines Alarms führen. Die Schaltung funktioniert innerhalb eines gewissen Bereichs unabhängig von der Ruhekapazität des Drahtes. Hat man das Signal differenziert, braucht nur noch festgestellt zu werden, ob die Ableitungsfunktion — also die zeitliche Änderung der Signalamplitude — betragsmäßig einen bestimmten Grenzwert überschreitet. Ist dies der Fall, wird Alarm ausgelöst.

Die Lage des Grenzwerts legt die Empfindlichkeit des Systems fest. Um eine ausreichende Alarmdauer zu erzielen,

**Bild 1. Die Aufteilung der Alarmschaltung in Sensor- und Auswertungsteil ist deutlich zu erkennen.**

wird ein Monoflop getriggert, dessen Ausgang den vorgesehenen Alarmgeber aktiviert (Bild 1).

In der Praxis arbeitet die Schaltung bei Benutzung eines Drahtes als Fühler mit einer guten Empfindlichkeit. Bewegungen werden ab ca. 15 cm Distanz registriert, solange der Draht bis zu ca. 10 m lang ist. Macht man ihn länger, steigt bei gleicher Empfindlichkeit die Wahrscheinlichkeit eines Fehlalarms drastisch an. Die Empfindlichkeit muß dann so weit reduziert werden, daß die Anlage gerade noch sicher arbeitet. Eine Berührung des Drahtes wird aber immer eindeutig erkannt.

Eine interessante Variante besteht darin, abzuschirmende Metallgegenstände direkt an die Meßschaltung anzuschließen. Die Empfindlichkeit ist dann unter Umständen sehr hoch — die Annäherung an eine versuchsweise angeschlossene Amateurfunkstation wurde ab ca. 1 m Distanz sicher erkannt. Bei diesem Verfahren muß aber

sichergestellt werden, daß das zu schützende Objekt nicht geerdet ist.

Um die Empfindlichkeit der Meßschaltung zu steigern, sollte die Gerätemasse in jedem Fall mit dem Schutzleiter des Stromnetzes verbunden werden. Im Freien kann eine direkte Erdung effektiver sein.

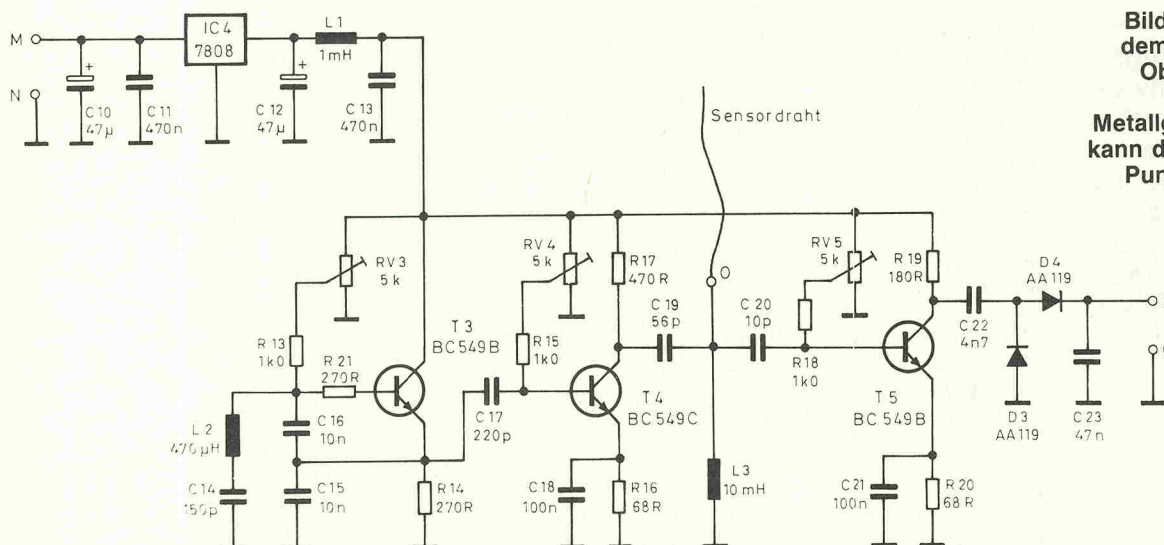
Das Gerät besteht aus zwei Platinen (Sensorteil und Auswerteeinheit), da es nicht möglich ist, den Sensordraht beispielsweise über eine abgeschirmte Leitung mit der Schaltung zu verbinden. Die Messung der Kapazität muß daher direkt am Ende des Sensordrahtes erfolgen.

Die Schaltung funktioniert folgendermaßen: Ein Clapp-Oszillator erzeugt eine Wechselspannung mit einer Frequenz von ca. 500 kHz. Aktives Element ist der Transistor T3 (Bild 2). Die Bauelemente L2, C14, C15 und C16 sind die frequenzbestimmenden Komponenten des Oszillators. Eine Frequenzva-

riation erreicht man normalerweise durch eine Kapazitätsänderung des Kondensators C14. Zur Berechnung der Schwingfrequenz kann die Thomson'sche Schwingungsformel herangezogen werden, wobei für den frequenzbestimmenden Kondensator die Ersatzkapazität aus C14, C15 und C16 eingesetzt wird.

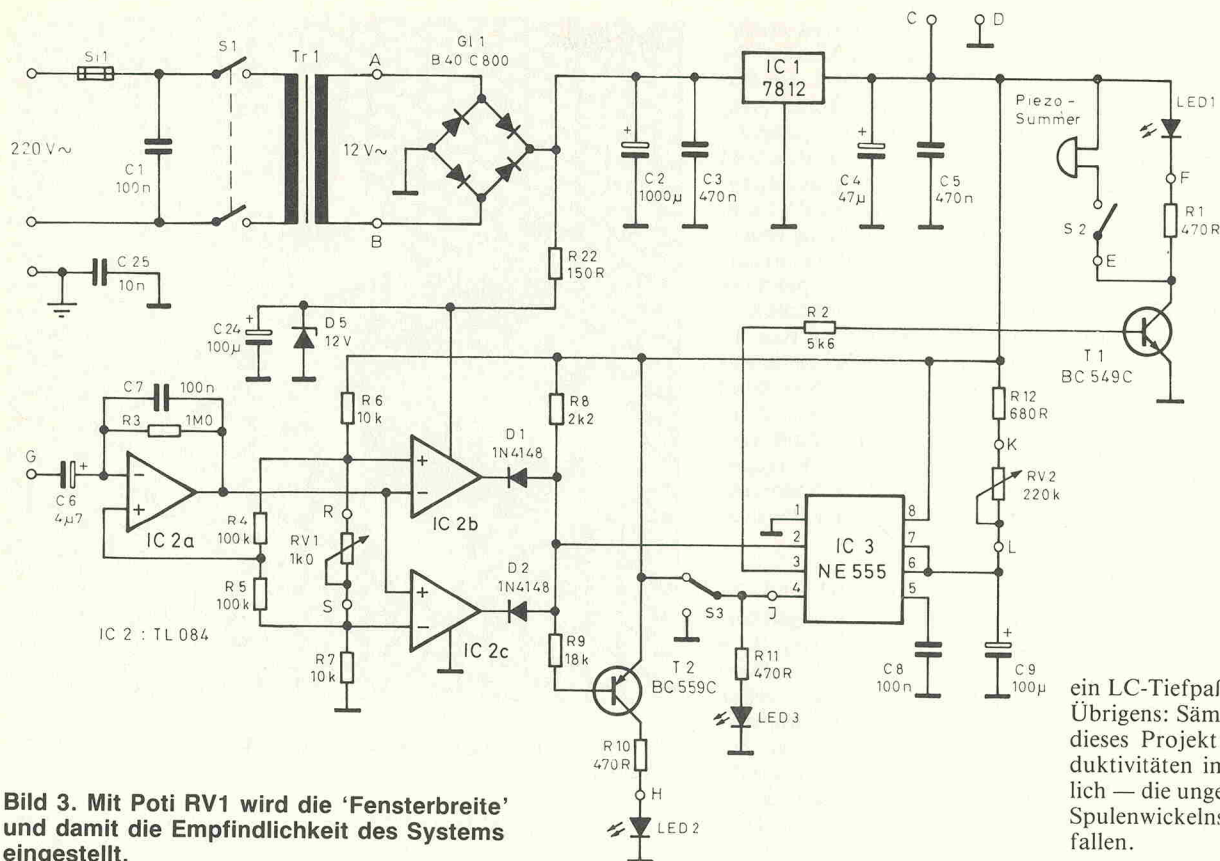
Der Arbeitspunkt des Transistors T3 wird mit dem Trimmer RV3 eingestellt. Widerstand R13 begrenzt den Basisstrom auf zulässige Werte. R21 dient zur Linearisierung des Signals. An R14 fällt die zur Rückkopplung des Oszillators nötige Spannung ab. Außerdem bewirkt dieser Widerstand eine Stromgegenkopplung und stabilisiert so den Arbeitspunkt von T3. Das Signal wird über Kondensator C17 ausgekoppelt.

Transistor T4 verstärkt das Signal, dessen Amplitude aufgrund der geringen Güte des Schwingkreises relativ klein ist,



**Bild 2. Falls es sich bei dem zu überwachenden Objekt um einen nicht geerdeten Metallgegenstand handelt, kann dieser auch direkt an Punkt O angeschlossen werden.**





**Bild 3.** Mit Poti RV1 wird die 'Fensterbreite' und damit die Empfindlichkeit des Systems eingestellt.

ein LC-Tiefpaß nachgeschaltet. Übrigens: Sämtliche Spulen für dieses Projekt sind als Festinduktivitäten im Handel erhältlich — die ungeliebte Arbeit des Spulenwickelns kann somit entfallen.

Störungen irgendwelcher Funkdienste durch das Senderchen im Sensorteil sind nicht zu erwarten, solange die Frequenz im Bereich zwischen 470 kHz und 520 kHz liegt. Innerhalb dieses Bereichs besteht kaum Gefahr, daß in die AM-Zf-Kreise vieler Rundfunkempfänger (455 kHz) ein Störsignal durchschlägt. Da der Mittelwellenbereich normaler Radiogeräte erst bei 520 kHz beginnt, dürften auch hier keine Schwierigkeiten auftreten. Auch viele Amateurfunk-Transceiver reichen nur bis 500 kHz. Auf jeden Fall ist die effektive Strahlungsleistung des Gerätes sehr klein.

Die gewählte Frequenz von ca. 500 kHz ist insofern ideal, als sie noch gut zu handhaben ist und man nicht gezwungen ist, auf Hf-spezifische Schaltungstechniken zurückzugreifen. Darüber hinaus ist die Länge des Meßdrahtes viel kleiner als die Wellenlänge der benutzten Frequenz ( $\lambda = 600 \text{ m}$ ), wodurch keine Stehwelleneffekte auftreten.

Da die Sensoreinheit möglicherweise auch im Freien eingesetzt wird, sollte sie in ein wasserdichtes Gehäuse eingebaut werden. Die Zuführung von

auf einen ausreichenden Wert. Falls diese Stufe klippen sollte, wird dadurch die Funktion der Schaltung nicht beeinträchtigt. C19 ist der Koppelkondensator, der bereits bei der Beschreibung des Schaltungsprinzips erläutert wurde. Sein Wert wurde so gewählt, daß das Gerät in den allermeisten Anwendungsfällen einwandfrei funktioniert. Sinkt die Signalspannung zwischen den Anschlüssen P und Q unter ca. 1 V, empfiehlt es sich allerdings, die Kapazität von C19 zu vergrößern. Dadurch sinkt jedoch die Empfindlichkeit des Systems.

Die Induktivität L3 leitet eventuelle Brummspannungen nach Masse ab, bevor sie die Messung verfälschen können. Der Transistor T5 ist das aktive Element einer Verstärkerstufe in Emitterschaltung. Diese Stufe darf keinesfalls übersteuert werden, da andernfalls völlig unsinnige Ergebnisse auftreten können. Besteht in der Praxis die Gefahr einer Übersteuerung des Transistors T5, ist als Abhilfemaßnahme die Kapazität

des Kondensators C19 zu verkleinern.

Um eine zur Signalamplitude proportionale Spannung zu erhalten, muß das Hf-Signal noch gleichgerichtet werden. Dies erledigt der Spitzenwertgleichrichter rund um C22, C23, D3 und D4. Um die Spannungsverluste an den Dioden möglichst klein zu halten, werden hier Germaniumdioden eingesetzt. C23 unterdrückt eventuelle Hf-Reste und glättet so die Meßspannung. Falls wilde Schwingungen im angeschlossenen Auswertungsteil auftreten, sollte die Kapazität von C23 vergrößert werden. Die Signalspannung wird über ein abgeschirmtes Kabel zum Auswertungsteil geführt.

Der Sensorteil enthält eine eigene Spannungsstabilisierung. Seine Versorgungsspannung bezieht der Regelbaustein IC4 (Anschlüsse M und N) aus dem Auswertungsteil. Um zu vermeiden, daß die Wechsellastspannung des Oszillators in andere Schaltungsteile 'eingeschleppt' wird, ist dem Spannungsregler

## Der Autor



**Morsesenders für 14 MHz). Ab WS 1988 Studium der Elektrotechnik in Erlangen. Erste Kontakte mit der Elektronik im Alter von 9 Jahren. Amateurfunklizenz seit dem 16. Lebensjahr. Hauptinteresse: Nachrichtentechnik, aber auch Digital- und Computertechnik.**

**Jahrgang 1969; geboren in Neustadt/WN, Abitur 1988 (Leistungskurse Mathematik und Physik, Facharbeit: Planung und Bau eines SSB- bzw.**



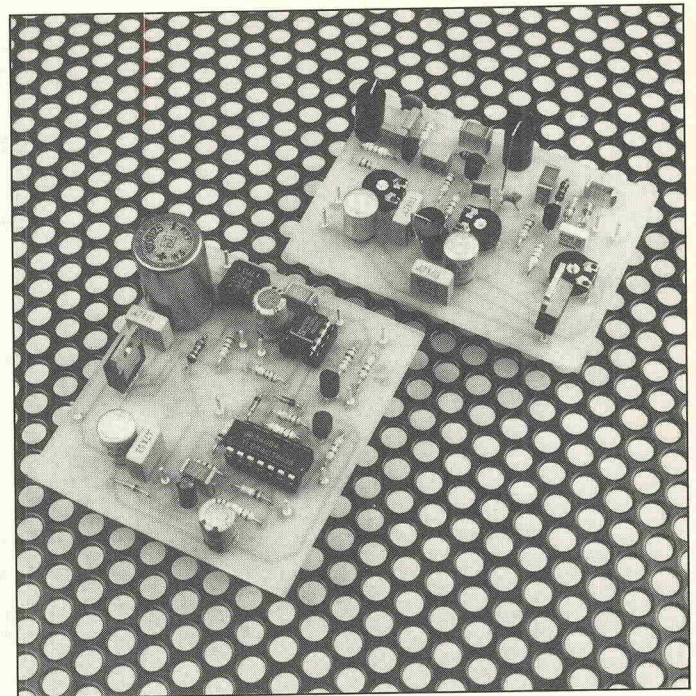
Betriebsspannung und Signalspannung kann über ein zweipoliges, getrennt abgeschirmtes Kabel erfolgen. Für die Verbindung zwischen Kabel und Gehäuse eignet sich beispielsweise eine verschraubbare Stecker-/Buchsenkombination. Der Anschluß für den Sensordraht sollte ebenfalls steckbar ausgeführt werden. Eine Erdungsbuchse, an die im Bedarfsfall ein kleiner Staberder angeschlossen wird, ist ebenfalls sinnvoll.

In der Auswerteeinheit selbst laufen folgende Vorgänge ab: Die Signalspannung aus der Sensoreinheit wird dem Differenzierer IC2a (Bild 3) zugeführt, dessen Zeitkonstante durch R3 und C6 bestimmt wird. Kondensator C7 verstärkt die Gegenkopplung für höhere Frequenzen. Etwaige Reste der 500-kHz-Wechselspannung auf der Signalspannung werden auf diese Weise zumindest nicht weiter verstärkt.

Die Ausgangsspannung des Differenzierers gelangt zu dem Fensterdiskriminator rund um IC2b und IC2c. Die Ausgänge

der beiden Operationsverstärker sind über die Dioden D1 und D2 OR-verknüpft. Im Ruhezustand führen beide Ausgänge H-Pegel. Der Ausgang von IC2b nimmt L-Potential an, sobald die Ausgangsspannung von IC2a die an RV1 und R7 abfallende Spannung (obere Fensterkante) überschreitet. Unterschreitet sie die Spannung an R7 (untere Fensterkante), so führt der Ausgang von IC2c L-Pegel. In beiden Schaltvarianten fällt an R8 eine Spannung von ca. 8 V ab. Anschluß 2 des Timers IC3 'sieht' somit eine Spannung von ca. 4 V (gegen Masse) — und diese Spannung triggert den Timer-Baustein IC3.

Die Widerstände R4 und R5 bilden einen Spannungsteiler, der den Ruhepegel von IC2a stets in die Mitte des Spannungsfensters legt. Da dieser Schaltungsteil relativ empfindlich auf Änderungen der Betriebsspannung reagiert, erhält IC2 eine separate Stromversorgung (R22, C24 und D5). LED2 leuchtet auf, sobald IC3 getriggert wird; R10 begrenzt den Strom durch die Leucht-



Ein starkes Pärchen, das sensibel reagiert: „Störe meine Felder nicht!“

## Stückliste

### Widerstände

R1,10,	470R
11,17	5k6
R2	1M0
R3	100k
R4,5	10k
R6,7	2k2
R8	18k
R9	680R
R12	1k0
R13,15,18	270R
R14,21	68R
R16,20	180R
R19	150R
R22	Poti 1k0 lin.
RV1	Poti 220k lin.
RV2	Trimmer 5k0, liegend
RV3...5	

### Kondensatoren

C1	100n 250 V AC
C2	1000µ/35V Elko
C3,5,	470n
11,13	47µ/16V Elko
C4,10,12	4µ7/16V Elko
C6	100n
C7,8,	100µ/16V Elko
18,21	150p
C9,24	10n
C14	220p
C15,16	56p
C17	10p
C19	4n7
C20	
C22	

C23	47n
C25	10n 250 V AC

### Halbleiter

IC1	7812
IC2	TL 084
IC3	NE 555
IC4	7808
T1,4	BC 549 C
T2	BC 559 C
T3,5	BC 549 B
Gl1	B 40 C 800
D1,2	1 N 4148
D3,4	AA 119
D5	Z-Diode
LED1...3	12 V/400 mW
	LED, Ø5 mm, rot

### Sonstiges

L1	1 mH
L2	470 µH
L3	10 mH
S1	Netzschalter
	2×Ein
S2	Schalter 1×Ein
S3	Schalter 1×Um
Tr1	Netztrafo
	12 V/3 VA
Si1	Feinsicherung
	50 mA, träge
	1 Sicherungshalter
	1 IC-Fassung DIL 8
	1 IC-Fassung DIL 14
	1 Piezo-Summer 12 V
	1 Sensor-Platine 54×77 mm
	1 Auswerte-Platine 65×72 mm

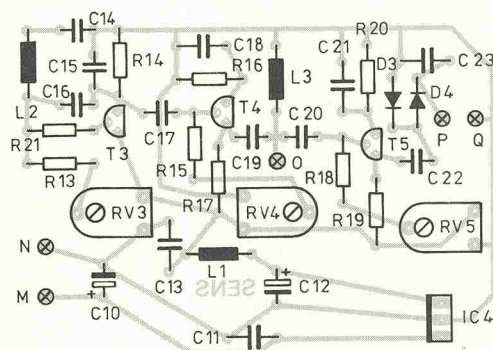
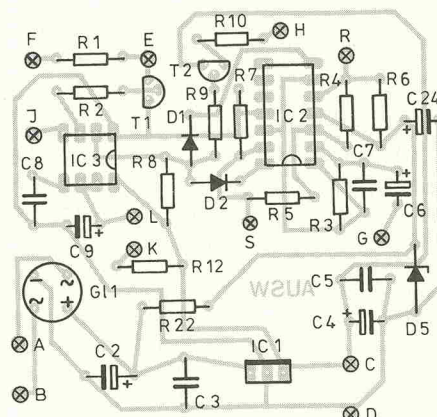


Bild 4. Zwischen Sensor- und Auswertplatine sind folgende Verbindungen herzustellen: M-C, N-D und P-G.

Bild 5. Die Bedien- und Anzeigeelemente der Auswertplatine sind extern anzuschließen.





diode. Grundsätzlich ist es sinnvoll, LEDs mit klarem Gehäuse einzusetzen, da diese auch bei heller Umgebung gut erkennbar aufleuchten.

IC3 ist der hinlänglich bekannte Timerbaustein des Typs 555. Er wird, wie bereits erwähnt, an Pin 2 getriggert. Liegt Pin 4 an der Versorgungsspannung, so ist die Schaltung scharf — dieser Zustand wird durch LED3 angezeigt. Der 555 ist als monostabile Kippstufe geschaltet. Die Dauer des Alarms wird durch C9 und RV2 bestimmt. R12 dient lediglich als Schutzwiderstand — er ist im Vergleich zu RV2 so klein, daß er kaum ins Gewicht fällt. Der Ausgangsanschluß ist Pin 3. Im aktivierten Zustand führt er H-Pegel, so daß Transistor T1 durchschaltet und LED1 aufleuchtet.

Ist der Schalter S2 geschlossen, so wird auch akustisch Alarm gegeben. Die Wahl des Alarmgebers bleibt dem persönlichen Geschmack überlassen. Ein Piezo-Summer erscheint hier recht günstig. Diese 'Geräthen' bringen es auf enorme Lautstärken bei geringem Strombedarf, so daß sie direkt an T1 angeschlossen werden können. Will man hingegen eine Motorsirene einsetzen, ist das Zwischenschalten eines Relais unumgänglich. Dabei ist auch der maximalen Belastbarkeit der Betriebsspannung unbedingt Beachtung zu schenken. Auch sollte peinlichst darauf geachtet werden, die durch das Schalten induktiver Lasten erzeugten Störungen von der 12-V-Betriebsspannung fernzuhalten, da es ansonsten vorkommen kann, daß ein einmal ausgelöster Alarm nicht mehr von selbst aufhört — die Induktionsspannungen würden die Schaltung stets von neuem triggern.

Der Trafo Tr1 des Netzteils kann ein beliebiger 12-V-Typ mit einer Belastbarkeit von etwa 250 mA sein. Die Sicherung Si1 schützt bei einem Kurzschluß oder bei Überlastung. Eventuelle Netzstörungen werden durch Kondensator C1 unterdrückt. S1 schaltet das Gerät allpolig ein bzw. aus. Eine direkte Betriebsanzeige ist nicht vorgesehen. Außer der obligatorischen Warnung vor den Ge-

fahren des elektrischen Stromes und der Mahnung, die VDE-Vorschriften zu beachten, gibt es zum Netzteil kaum mehr zu sagen.

Bei der Inbetriebnahme der kapazitiven Alarmschaltung geht man wie folgt vor: Zunächst wird um das zu schützende Objekt straff der Sensordraht gespannt — straff deswegen, da ein lockerer Draht leicht vom Wind in Schwingungen versetzt werden kann, was unweigerlich zu einem Fehlalarm führt. Je kleiner die 'Ruhekapazität' des Drahtgebildes ist, desto größer kann später die Empfindlichkeit eingestellt werden. Zur Befestigung des Sensordrahtes sollten daher möglichst keine metallischen Pfosten verwendet werden.

Ist der Draht gespannt, wird er mit der Sensoreinheit und diese wiederum mit der Auswerteeinheit verbunden. Zunächst bleibt der Summer ausgeschaltet. Mit dem Schalter S3 wird die Anlage aktiviert — das Aufleuchten von LED3 zeigt an, daß sie nun scharf ist. Anschließend wird das Potentiometer RV1 so weit aufgedreht, daß LED2 gerade noch nicht aufleuchtet — dieses ist der Punkt maximaler Empfindlichkeit. Falls LED2 von Zeit zu Zeit grundlos aufleuchtet, ohne daß sich jemand dem Sensordraht nähert, muß die Empfindlichkeit etwas zurückgenommen werden, so daß kein Fehlalarm mehr auftritt.

Im Anschluß daran stellt man mit RV2 die Verzögerungszeit des Monoflops — also die Alarmdauer — ein. Eine optische Kontrolle dieser Zeitspanne ist durch das Aufleuchten von LED1 gegeben. Diese LED leuchtet auf, sobald a) die Anlage scharf ist, was durch LED3 angezeigt wird, und b) LED2 kurzzeitig voll aufleuchtet, wodurch das Eintreffen eines Triggerimpulses für IC3 signalisiert wird. LED1 leuchtet entsprechend der mit RV2 eingestellten Verzögerungszeit weiter. Bei der angegebenen Dimensionierung beträgt die maximale Alarmzeit ca. 30 s.

Nach Abschluß der Justier-Arbeiten kann nun — falls gewünscht — der Piezo-Summer mit Schalter S2 hinzugeschaltet werden. □

## Neue Scanner:

Saiko (26-30/68-88/110-176/  
380-512 MHz) nur **DM 699,00**  
Bearcat 100 XLT nur **DM 749,00**  
Bearcat 200 XLT nur **DM 995,00**

Achtung! Diese Empfänger dürfen in der BRD und in West-Berlin nicht benutzt werden.

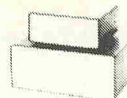
### SONY-Handscanner ICF-PRO80

Frequenzbereiche: 150 kHz-108 MHz,  
+ 115.150 MHz-223 MHz.  
LW, MW, KW, VHF, UKW. **DM 909,-**

Exportgeräte-Katalog  
gegen 6,50 in Briefmarken



## Formschöne Geräte-Gehäuse



Formschöne, stabile und dennoch preiswerte Schalen-Gehäuse für den Aufbau von Netzteilen, Transverttern, Endstufen usw.

Ausführung: Gehäuseschalen aus 1 mm Stahlblech; Oberfläche genarbt, olivgrüne Kunststoffbeschichtung, Frontplatte und Rückwand aus 1,5 mm starkem Aluminium (leichte Bearbeitung!). Montagewinkel und Chassis ebenfalls aus Aluminium (siehe Zubehör). Verbindungsstreben verzinktes Stahlblech.

Gehäuse: Abmessungen = Außenmaße in mm				
Typ	Breite	Tiefe	Höhe	Preis
218	200	175	80	39,00
201	200	175	125	42,00
228	200	250	80	45,00
202	200	250	125	48,00
318	300	175	80	49,00
301	300	175	125	51,00
328	300	250	80	54,00
302	300	250	125	56,00



Japanische ZF-Filter 7 x 7

Stück: 1-9	ab 10
455 kHz, gelb	2,10 1,85
455 kHz, weiß	2,10 1,85
455 kHz, schwarz	2,10 1,85
10,7 MHz, orange	2,00 1,80
10,7 MHz, grün	2,00 1,80

### Neosid-Fertigfilter

BV 5016	3,60	BV 5056	3,60
BV 5023	3,60	BV 5061	3,60
BV 5036	3,60	BV 5063	3,60
BV 5046	3,60	BV 5118	7,50
BV 5048	3,60	BV 5138	3,60
BV 5049	3,60	BV 5163	3,60
BV 5034	3,60	BV 5231	3,60

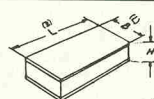
Weitere Typen sowie Spulenbausätze ab Lager lieferbar.

HF-Bauteilekatalog  
gegen DM 2,50  
in Briefmarken

NEU  
MSA 0404 ..... DM 11,50

## GUT LÖTBARE GEHÄUSE

aus 0,5 mm Weißblech



HF-dicht!

NEU: Jetzt auch in Messing!

Deckel Länge x Breite	Höhe 30 DM	Höhe 50 DM	Höhe 30 DM	Höhe 50 DM
37 x 37	2,85	3,55	7,00	7,90
37 x 74	3,55	3,90	7,60	9,00
37 x 111	4,10	4,60	9,00	10,50
37 x 148	4,60	5,25	10,00	11,50
55,5 x 74	3,90	4,75	9,00	10,50
55,5 x 111	5,20	5,75	12,00	13,50
55,5 x 148	6,50	6,95	14,50	16,00
74 x 74	5,25	5,75	10,00	11,50
74 x 111	6,50	7,00	14,00	15,50
74 x 148	7,50	8,30	16,00	17,50
162 x 102	12,00	13,00	—	—

Diese Gehäuse eignen sich ideal zum Einbau von elektronischen Baugruppen. Leichte Bearbeitung, Platinen, Bauteile und Befestigungsteile können angelötet werden.

LADENÖFFNUNGSZEITEN: Montag bis Freitag 8.30-12.30 Uhr,  
14.30-17.00 Uhr, Samstag 10.00-12.00 Uhr. Mittwochs nur vormittags!

### Andy's Funkladen

Admiralstraße 119, Abteilung ED5, 2800 Bremen 1  
Telefax: 04 21/37 27 14, Telefon 04 21/35 30 60

**Hifi-Boxen Selbstbauen!**  
**Hifi-Disco-Musiker Lautsprecher**  
Geld sparen leichtgemacht durch bewährte  
Komplettbausätze der führenden Fabrikate  
**Katalog kostenlos!**



MAGNAT  
ELECTRO-  
VOICE  
MULTI-  
CEL · DYN-  
AUDIO  
GOOD-  
MANS  
CELEST-  
TION  
FANE  
JBL  
KEF  
RCF  
u.a.

**LSV-HAMBURG**  
Lautsprecher Spezial Versand  
Postfach 76 08 02/E · 2000 Hamburg 76  
Tel. 040/29 17 49





# Digitaldetektiv

## Ausprobiert: Der Atari ST als Logikanalysator

Hartmut Duwald

**Es gilt: Ein Signal kommt selten allein. Und: Nie war sie so schnell wie heute. Die Rede ist von der modernen Digitaltechnik. Genauer: Von den Signalen in der Digitaltechnik. Da immer mehr Computersysteme und sonstige Digitalschaltungen den Bereich von Taktfrequenzen von 10 bis 16 MHz weit hinter sich lassen, ist der Entwickler solcher Systeme vor schwerwiegende Probleme gestellt. Auch wenn heutige Oszilloskope bereits Bandbreiten von über 100 MHz besitzen, ist ihr Einsatz bei Digitalanwendungen nicht immer sinnvoll.**

Sind mehrere Kanäle gleichzeitig zu überwachen, und ist auf das Eintreten einer bestimmten Bitkombination zu warten, ist das Oszilloskop ein denkbar schlechtes Analyse-Instrument. Selbst relativ einfache Digital-schaltungen mit niedrigen Taktfrequenzen können dem Schaltungsentwickler die Haare zu Berge stehen lassen, falls sein so genial erdachtes High-Tech-Stück nicht funktionieren will. Statt auf die innere Eingebung bei der Fehlersuche zu hoffen, sollte man also nach geeigneten Hilfsmitteln Umschau halten.

In diese Sparte fällt der Einsatzbereich von Logikanalysatoren, die heute eigentlich aus keiner modernen Entwicklungswerkstatt mehr wegzudenken sind. Nur der beträchtliche Kostenaufwand für ein professionelles Gerät, der den Etat einer kleinen Firma locker übersteigen kann, ist ein ernstzunehmender Hinderungsgrund bei der Kaufentscheidung.

Genau in diesen Bereich fällt eine gemischte Soft-/Hardware-

lösung der Firma TDM-Elektronik. Sie bietet zu einem Preis von 150 DM ein Logikanalysatorprogramm namens Trigger in der Version 1.1 vom Januar 1989 an. Lauffähig ist es auf einem Atari ST unter Benutzung des c't-Parallel-Interfaces aus Heft 3, 1986. Trigger bietet in der vorliegenden Form eine Abtastrate von ungefähr 670 kHz, und kann gleichzeitig 16 Kanäle erfassen.

Der Sinn eines Logikanalysators liegt nicht nur in dem gleichzeitigen Erfassen mehrerer Eingangskanäle, sondern in den vielfältigen Möglichkeiten der Anzeige-, Trigger- sowie Simulationsarten. Von heutigen Analysatoren wird erwartet, daß sie auf ein bestimmtes Ereignis hin getriggert werden können. Ein möglicher Fall wäre bei einem Prozessorsystem zum Beispiel die Einstellung auf den Sprungbefehl, der zum Absturz des Systems führt. Durch Angabe des richtigen Triggerwortes werden ab diesem Zeitpunkt alle wichtigen

Signale aufgezeichnet, und können später in Ruhe analysiert werden.

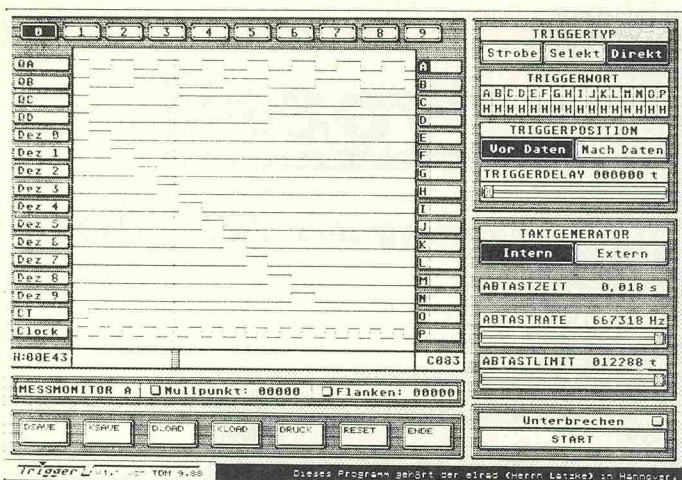
Trigger wird mit einem systematisch geordneten Handbuch ausgeliefert, das auch dem 'Newcomer' den Einstieg in das Gebiet der Logikanalysatoren und selbstredend auch den Umgang mit dem vorliegenden Programm ermöglicht.

Das Wichtigste nach dem Kauf des Programms ist das Erstellen einer Sicherheitskopie, was wegen des nicht vorhandenen Kopierschutzes sehr leicht fällt. Damit steht auch dem problemlosen Betrieb auf einer angeschlossenen Festplatte nichts mehr im Wege. Und der benötigte Speicherplatzbedarf von 300 kB sollte auch für die 'kleinen' STs keine Probleme aufwerfen. Das Programm läuft jedoch wegen den vielfältigen Informationen, die die Bedienoberfläche liefert, nur auf monochromen Monitoren. Ein kleines Manko ist, daß der Hardwareteil extra erstanden werden muß. Dieser Teil besteht aus dem Userportinterface unserer Schwesterzeitschrift c't.

Nach dem Start des Programms fällt erstmal das große Fenster auf, in dem die gemessenen Signale dargestellt werden. Es werden immer alle 16 Kanäle gleichzeitig zur Anzeige gebracht, jedoch zeigt das Fenster einen begrenzten Zeitachsen-Ausschnitt der aufgenommenen Signale. Durch eine recht pfiffige Cursoransteuerung läßt sich der gesamte Datenbereich, der aus insgesamt 12288 Cursorpositionen pro Kanal besteht, schnell überschauen. Doch auch die Feineinstellung des Datenausschnitts erfolgt ohne Probleme. Jeder der 16 Kanäle kann mit einem Namen versehen werden.

Das erste wichtige Feature ist die Flankenmessung von Signalen. Wichtig wird dies zum Beispiel bei der Überprüfung von Zählschaltungen. Dazu wird der zu überprüfende Kanal ausgewählt und der Nullpunkt gesetzt, ab dem die Zählung beginnen soll. Nach Aktivieren des Meßmonitors zeigt dieser die Anzahl der Flanken an, die ab dem Nullpunkt aufgetreten sind. Trotz des Aktivierens des Meßmonitors bleibt die Funktionsweise der Cursorsteuerung erhalten.

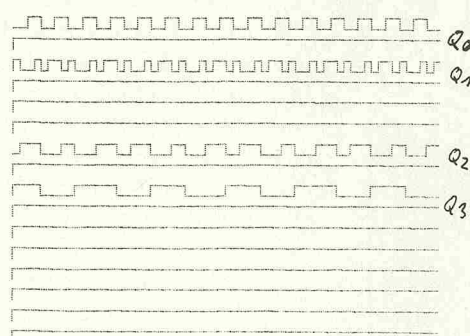




## Viel Information mit einem Blick: Die Bedienoberfläche von Trigger.

Der nächste Punkt betrifft die Wortanzeige. Vor allem in Prozessorsystemen, wo die Daten- bzw. Adreßleitungen kontrolliert werden sollen, ist es einfacher, daß Datenwort in dezimaler bzw. hexadezimaler Darstellung zu betrachten, als sich mit verwirrenden Bitkombinationen herumzuschlagen. Dazu wird die Wortanzeige aktiviert. Jetzt kann jedem Kanal eine Bitnummer und damit eine Wertigkeit zugewiesen werden. Der sich daraus jeweils ergebende Zahlenwert wird in einem gesonderten Feld angezeigt. Dieser Wert bezieht sich dabei auf die aktuelle Cursorposition, die durch den senkrechten Strich im Datenfenster angedeutet wird. So ändert sich beim Bewegen des Cursors auch der Wert der Wortanzeige.

Simulationen von logischen Verknüpfungen scheinen bei einem Logikanalysator auf den ersten Blick nicht angebracht zu sein. Denn warum soll man etwas simulieren, das man gerade eben gemessen hat? Sinnvoll wird die Simulation aber, falls man an den Eingängen und Ausgängen einer logischen Funktion mißt. Übernimmt die Simulation den Part der Funktion und stellt diese auf einen gesonderten Kanal dar, kann man durch einen schnellen



**Shannon läßt grüßen: Bei 1 MHz Taktfrequenz kann das 500-kHz-Signal am Ausgang Q0 des Zählers 74193 nicht mehr einwandfrei getriggert werden.**

Blick erkennen, ob der reale Baustein einwandfrei gearbeitet hat. Besser ist sogar noch eine Exklusivoder-Verknüpfung des Simulationsergebnis mit dem gemessenen Ausgangssignal. Sollte das Verknüpfungsergebnis auch nur ein einziges Mal auf High gehen, so muß der Fehler bei diesem Baustein liegen.

Insgesamt kann Trigger 160 Kanäle mit der bereits erwähnten Auflösung von 12288 Punkten speichern und auch darstellen. Nur können jeweils lediglich 16 Kanäle gleichzeitig erfaßt werden. Damit ergeben sich 10 Speicherbänke zu 16 Kanälen, wobei für jede Simulation ein Kanal beansprucht wird. Sollte der zur Verfügung stehende Speicherplatz nicht ausreichen, reduziert das Programm die verfügbare Anzahl von Speicherbänken automatisch beim Start. Ein großer Vorteil bei der Organisation der Speicherbänke ist, daß man die Daten einzelner Kanäle sowie komplette Bänke beliebig kopieren kann. Und nicht nur das Kopieren ist erlaubt. Sogar bankübergreifende Simulationen sind möglich. Leider trat

hier auch ein Programmierfehler auf, der zum Absturz des Systems führte. Bei der Reduzierung der Speicherbänke auf eine kleine Anzahl wegen zu geringen Speicherplatzes, konnte man in eine nicht vorhandene Bank kopieren. Dieser Kopiervorgang führte anschließend verständlicherweise zum Absturz des Programms. Ein Aufruf beim Programmautor führte aber zur prompten Beseitigung dieses Bugs.

Kommen wir damit zum Sichern von aufgenommenen Daten. Die entsprechenden Dateifunktionen ermöglichen das Si-

man damit zum Beispiel auf bestimmte Befehle eines Prozessorsystems triggern, um zu sehen, wohin das Programm anschließend verzweigt.

Weiterhin läßt sich ein Trigger-Delay einstellen, so daß man die Vor- bzw. Nachgeschichte in einem begrenzten Zeitraum betrachten kann. Leider läßt sich in der Softwareversion eine Aufnahme der Daten vor dem eigentlichen Triggerereignis nicht realisieren. Funktionsfähig wird dieser Modus erst in Verbindung mit einer zusätzlichen Hardwareschaltung.

Die Einstellung der Abtastrate sowie des Abtastlimits paßt den Logikanalysator an die Taktfrequenz der zu analysierenden Schaltung an. Wird die Abtastrate falsch gewählt, können wichtige Informationen verloren gehen. Als Grundregel sollte man sich merken, daß die Abtastrate doppelt so schnell wie das schnellste aufzunehmende Signal sein sollte. Nur dann ist gewährleistet, daß alle Information vom Programm erfaßt werden. Leider ist die Einstellung der Abtastrate ein wenig grob geraten. Wird der Schieber bewegt, springt die Abtastrate ohne einen Zwischenschritt von 667318 Hz auf 333708 Hz. Durch Wahl des Abtastlimits läßt sich die Abtastzeit beschränken, die in Sonderfällen vielleicht zu groß werden kann.

Als Fazit läßt sich sagen, daß das Programm Trigger ein sehr durchdachtes System darstellt, welches durch seine vielfältigen Möglichkeiten kaum Wünsche offen läßt. An professionelle Geräte mit Preisen von mehreren zehntausend von Deutschmark reicht es natürlich nicht heran. Das liegt in erster Linie an der zu niedrigen Auflösung, die mit 330 kHz eine Anwendung für die Entwicklung von Prozessorsystemen ausschließt. Interessant wird dieser Vergleich erst dann, wenn die angekündigte Zusatzkarte vorhanden ist. Diese Karte soll mit einer Abtastrate von 40 MHz laufen, und dabei auch die Vorgeschichte eines Signals aufzeichnen können. Welche Möglichkeiten sich damit eröffnen, lassen sich nur erraten. Ich bin aber sehr gespannt auf diese Hardware, da das Programm selbst einen recht professionellen Eindruck hinterläßt.



# Kurzer Prozeß

## Die Programmierung des TMS32010

**Ingolf Hellmann**

Die ersten beiden Folgen des 'Kurzen Prozesses' behandelten den Hardware-Aufbau eines Digitalen Signalprozessor-Systems, das angeblich in der Lage sein soll, fünf Millionen 16-Bit-Multiplikationen pro Sekunde auszuführen. Diese Folge beleuchtet den Befehlsvorrat des Signalprozessors und macht deutlich, wie er es tatsächlich schafft.

Der beste Tip, den man für die Programmierung eines Signalprozessors abgeben kann, ist der: Besorgen sie sich das Handbuch. Naturgemäß — nämlich wegen Platzmangel — kann in einem Artikel nicht auf all das eingegangen werden, was für die effiziente Programmierung eines DSPs an Know How notwendig ist. Denn gerade bei der digitalen Signalverarbeitung gilt: Irgendwie ist der Prozessor immer zu langsam und Aufgabe des Programmiers ist es, mit intelligenten Algorithmen das Letzte aus ihm herauszukitzeln.

Der TMS32010 unterscheidet — Harvard läßt grüßen — fein säuberlich zwischen Pro-

gramm- und Datenspeicher. Bild 14 zeigt die unterschiedlichen Speicherorganisationen, die, abhängig von der Beschaltung des Pins 3 (MC/MP) des Prozessors, möglich sind. Im 'Kurzen Prozeß' (elrad 3/89, Bild 2) liegt dieser Pin auf Masse, es gilt also die Speicheraufteilung für den Betrieb als Mikroprozessor.

Ein weiteres Merkmal, das aus der besonderen Architektur des 32010 resultiert, zeigt Bild 15: die parallele Ausführung unterschiedlicher Aktionen.

Da die 144 16-Bit-Worte des Datenspeicherbereiches nicht die pralle Masse sind, stehen zwei Befehlspaare — TBLR/

TBLW und IN/OUT — zur Verfügung um den Programm-speicher oder, wie beim Kurzen Prozeß, eine RAM-Disk als Datenablage zu benutzen. Ein Blick in die Kommandotabelle (Tabelle 4) zeigt aber die Nachteile dieser Befehle, es sind drei beziehungsweise zwei Taktzyklen zu ihrer Ausführung erforderlich.

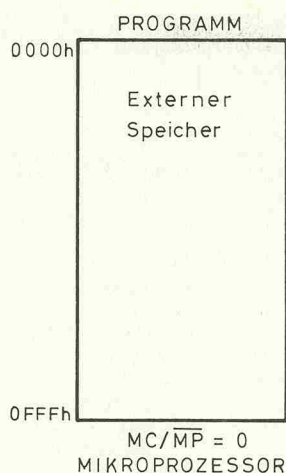
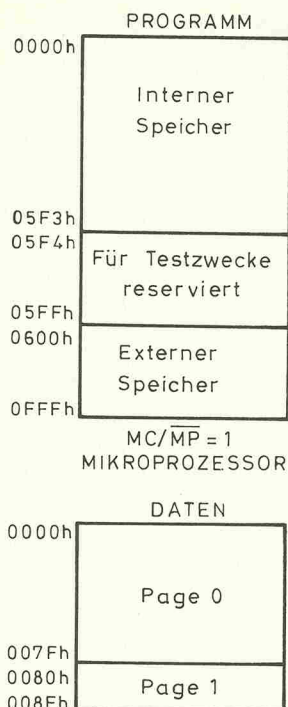
### Adressierungsarten: Mal direkt . . .

Der 32010 kennt drei Adressierungsarten für den Datenspeicherbereich: direkte-, indirekte-, und unmittelbare Adressierung. Wobei nur die ersten

beiden Adressierungsarten tatsächlich auf den Speicher zugreifen.

Bei der direkten Adressierung enthält das 16-Bit- Befehlswort in den niederwertigen sieben Bit die Speicheradresse. Diese sieben Bit sind mit dem 1- Bit-Datenspeicherbereichszeiger DP (Data Memory Page Pointer) verknüpft und bilden so eine 8-Bit- Adresse. Die Verknüpfung erlaubt eine Einteilung des Speichers in zwei Bereiche — Page 0 und Page 1. Page 0 hat eine Kapazität von  $128 \times 16$  Bit, Page 1 eine von 16 Worten. Der Inhalt des DP-Registers ist dem Statusregister (siehe Kasten: Die Register . . .) zu entnehmen und wird mit den





**Bild 14. Mikroprozessor oder Mikrocomputer? Diese Frage beantwortet die Beschaltung von Pin 3 des Signalprozessors.**

Befehlen LDP, LDPK und LST gesetzt.

Bit 7 gibt mit dem Zustand '0' den direkten Adressierungsmodus an, die restlichen acht Bit (Bit 8...15) gehören dem Opcode (siehe Bild 16).

Ein Beispiel für die direkte Adressierung zeigt Bild 17.

Addiere das Datum in Speicherstelle neun um fünf Bit nach links verschoben zum Akkumulator.

Der Opcode für ADD ist in den Bits 15...8, die Anzahl der Verschiebungen in den Bits 11...8 und die Adresse 9 in den Bits 6...0 zu finden.

### ...mal indirekt...

Für die indirekte Adressierung stehen zwei Register zur Verfügung: AR0 und AR1 (Auxiliary Register 0 und 1). Die Daten-speicheradresse befindet sich in den niederwertigen acht Bit dieser Register, sie werden mit den Befehlen LAR und LARK geladen. Neben der Bereitstellung der Adresse bieten die Auxiliary Register noch die Möglichkeit des automatischen Inkrementierens beziehungsweise Dekrementierens der Adresse um eins. Das Format der indirekten Adressierung ist Bild 18 zu entnehmen.

Die Bits 15...8 enthalten den Opcode, Bit 7 legt mit '1' die indirekte Adressierung fest. Mit Bit 3 (NAR, New Auxiliary Register) kann das ARP- Bit (Auxiliary Register Pointer) manipuliert werden: Hat es den Zustand '0', so nimmt das ARP- Register den Wert von ARP in Bit '0' an, andernfalls bleibt das Register unverändert. Bit '0' bestimmt den Inhalt des gewählten Aux- Registers AR0 oder AR1 als aktuelle Adresse. Den ARP findet man in Bit 8 des Statusregisters (siehe Kasten: Die Register...) und kann mit den Befehlen LARP, MAR und LST modifiziert werden. Eine '1' in Bit 4 oder 5 inkrementiert beziehungsweise dekrementiert die Adresse nach der Befehlsausführung um eins. Die Bits 6, 2, und 1 müssen mit '0' programmiert sein.

MAR (Modify Auxiliary Register) ist das Kommando um diese Einstellungen für die indirekte Adressierung vorzunehmen.

## Die Register und der Stack

Der Akkumulator (ACC) hat eine Breite von 32 Bit. In ihm werden die Ergebnisse der ALU gespeichert.

Die Indirekt- oder Auxiliary-Register AR0 und AR1 dienen der indirekten Adressierung des Datenspeichers.

Das 1-Bit-Register ARP (Auxiliary Register Pointer) wählt zwischen den beiden Auxiliary Registern.

Mit dem Data Memory Page Pointer DP (1 Bit) wird zwischen zwei Datenspeicherbereichen ausgewählt.

Im P-Register (P für Produkt) findet man das Ergebnis einer Multiplikation in 32-Bit-Breite wieder.

Das 16-Bit-Register T (Temporär) beinhaltet einen Operanden einer Multiplikation.

Das Interrupt Flag Register INTF signalisiert das Auftreten eines Interrupts. Mit einem gesetzten INTM-Flag kommt es gar nicht so weit, der Interrupt wird maskiert.

Das 16-Bit breite Statusregi-

ster gibt den Zustand der folgenden fünf Register beziehungsweise Flags wieder:

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
OV	OVM	INTM	1	1	1	1	ARP	1	1	1	1	1	1	0	DP

### Das Statusregister

Die Statusbits können durch spezielle Befehle manipuliert werden. Außerdem kann dieses Register mit dem Befehl SST abgespeichert werden (Einlesen mit LST). Einzig das INTM-Flag geht bei dieser Operation verloren, es muß mit EINT/DINT (Interrupt ein oder aus) gesetzt werden. Das Überlauf-Flag OV gibt mit einer '1' bekannt, daß der Akkumulator übergelaufen ist. Mit den Befehlen BV oder LST kann das Flag zurückgesetzt werden. OVM (Overflow Mode Bit) veranlaßt, das bei gesetztem Bit und einem arithmetischen Überlauf der Akkumulator mit dem größten negativen (80000000h) respektive positiven (7FFFFFFFh) Wert aufgefüllt wird. Setzen und Rücksetzen dieses Statusbits

erfolgt mit den Kommandos SOVM und ROVM.

Der Programmzähler PC ist ein 12-Bit-Register, das die Adresse des jeweils als nächstes abzuarbeitenden Be-

fehls enthält. Dieser Zähler wird automatisch um eins inkrementiert.

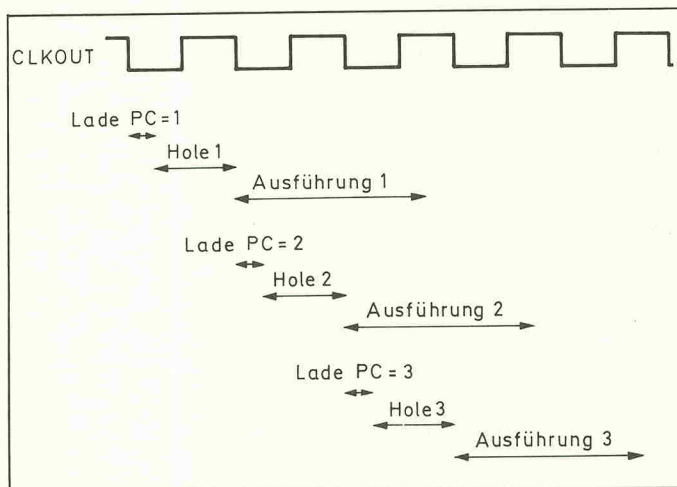
Gleich vier Ebenen zu 12 Bit bietet der Hardware-Stack. Auf ihn wird bei Unterprogrammaufrufen oder Interrupts der PC abgelegt. Bei Überschreitung der Stacktiefe geht das Datum der Ebene vier verloren. Vorsicht ist auch bei der Benutzung der TBLR/TBWR-Befehle geboten, weil bei ihrer Ausführung ebenfalls der Stack eingesetzt wird. Eine Erweiterung des 'Stappels' wird durch den Einsatz des Befehles SACL möglich: Nach einer POP-Operation — die erste Ebene des Stacks befindet sich nun im niederwertigen Akku-Wort — kann dessen Inhalt im Datenspeicherbereich abgelegt werden.



Akkumulator-Befehle				
Mnemonic		Takt- zyklen	In- struk- tions- worte	16-Bit-Opcode
				MSB                      LSB
ABS	Absoluter Betrag des Akkus	1	1	0111 1111 1000 1000
ADD	Addiere D zum Akku <sup>1)</sup>	1	1	0000 SSSS IDDD DDDD
ADDH	Addiere zu den höherwertigen 16 Bit des Akkus	1	1	0110 0000 IDDD DDDD
ADDS	Addiere D zum Akku <sup>2)</sup>	1	1	0110 0001 IDDD DDDD
AND	Logische UND-Verknüpfung mit Akku	1	1	0111 1001 IDDD DDDD
LAC	Lade Akku mit D <sup>1)</sup>	1	1	0010 SSSS IDDD DDDD
LACK	Lade Akku mit Konstante K	1	1	0111 1110 KKKK KKKK
OR	Logische ODER-Verknüpfung mit Akku	1	1	0111 1010 IDDD DDDD
SACH	Lege höherwertige 16 Bit des Akkus in D ab <sup>1)</sup>	1	1	0101 1SSS IDDD DDDD
SACL	Lege niederwertige 16 Bit des Akkus in D ab	1	1	0101 0000 IDDD DDDD
SUB	Subtrahiere D vom Akku <sup>1)</sup>	1	1	0001 SSSS IDDD DDDD
SUBC	Bedingte Subtraktion (für Division)	1	1	0110 0100 IDDD DDDD
SUBH	Subtrahiere D von den höherwertigen 16 Bit des Akkus	1	1	0110 0010 IDDD DDDD
SUBS	Subtrahiere D vom Akku <sup>2)</sup>	1	1	0110 0011 IDDD DDDD
XOR	Logische EXKLUSIV-ODER-Verknüpfung mit Akku	1	1	0111 1000 IDDD DDDD
ZAC	Lösche Akku	1	1	0111 1111 1000 1001
ZALH	Lösche Akku und lade höherwertige 16 Bit des Akkus mit D	1	1	0110 0101 IDDD DDDD
ZALS	Lösche Akku und lade niederwertige 16 Bit des Akkus mit D <sup>2)</sup>	1	1	0110 0110 IDDD DDDD

T-, P-Register- und Multiplikationsbefehle				
Mnemonic		Takt- zyklen	In- struk- tions- worte	16-Bit-Opcode
				MSB                      LSB
APAC	Addiere P-Register zum Akku	1	1	0111 1111 1000 1111
LT	Lade T-Register mit D	1	1	0110 1010 IDDD DDDD
LTA	APAC und LT gemeinsam	1	1	0110 1100 IDDD DDDD
LTD	Kombination der Befehle LT, APAC und DMOV	1	1	0110 1011 IDDD DDDD
MPY	Multipliziere T-Register mit D und lege Resultat in P-Register ab	1	1	0110 1101 IDDD DDDD
MPYK	Multipliziere T-Register mit K, lege Resultat in P-Register	1	1	100K KKKK KKKK KKKK
PAC	Lade P-Register in den Akku	1	1	0111 1111 1000 1110
SPAC	Subtrahiere P-Register vom Akku	1	1	0111 1111 1001 0000

Steuerbefehle				
Mnemonic		Takt- zyklen	In- struk- tions- worte	16-Bit-Opcode
				MSB                      LSB
DINT	Sperre Interrupt	1	1	0111 1111 1000 0001
EINT	Gebe Interrupt frei	1	1	0111 1111 1000 0010
LST	Lade Statusregister mit D	1	1	0111 1011 IDDD DDDD
NOP	keine Operation	1	1	0111 1111 1000 0000
POP	Lade Stack in den Akku	2	1	0111 1111 1001 1101
PUSH	Lade Akku auf den Stack	2	1	0111 1111 1001 1100
ROVM	Überlauf-Betriebsart aus	1	1	0111 1111 1000 1010
SOVM	Überlauf-Betriebsart ein	1	1	0111 1111 1000 1011
SST	Lade Statusregister nach D	1	1	0111 1100 IDDD DDDD



**Bild 15. Parallele Verarbeitung gibt dem Prozessor die richtige Power.**

Der Zugriff auf den Datenspeicher erfolgt bei dieser Adressierungsart auf den gesamten 144-Worte-Bereich, eine Unterteilung in Pages findet nicht statt.

Ein Beispiel für die indirekte Adressierung zeigt Bild 19.

Addiere den Inhalt der Speicherstelle, auf die das aktuelle Auxiliary Register zeigt um acht Bit links verschoben zum Akkumulatorinhalt. Das Aux-Register soll nach der Operation um eins inkrementiert werden.

Bit 15...8 geben die Addition mit der Linksverschiebung (Bits 11...8) wieder. Die '1' in Bit 7 kennzeichnet die Adressierungsart als indirekte. Bit 5

gleich '1' sorgt für die Autoinkrementierung, die '0' in Bit 0 wählt AR0 als Adreßzeiger und Bit 3 bestimmt: Das ARP-Register bleibt unverändert.

Die Inhalte der Auxiliary Register können mittels der Kommandos LAR und SAR gespeichert werden.

## ...mal unmittelbar

Für die unmittelbare Adressierung, die eigentlich eine unmittelbare Operation ist, stehen die fünf Befehle LACK, LARK, LARP, LDPK und MPYK zur Verfügung.

Bild 20 zeigt ein Beispiel.

Multipliziere 1235 mit dem Wert im T-Register.



Auxiliary-(Indirekt)-Register- und DP-Befehle							
Mnemonic		Takt- In- zyklen In- struk- tions- worte		16-Bit-Opcode			
				MSB		LSB	
LAR	Lade AUX-Register mit D	1	1	0011	100R	1DDD	DDDD
LARK	Lade AUX-Register mit K	1	1	0111	000R	KKKK	KKKK
LARP	Lade Zeiger für AUX-Register mit K	1	1	0110	1000	1000	000K
LDP	Lade Daten- speicherzeiger mit LSB von D	1	1	0110	1111	1DDD	DDDD
LDPK	Lade Daten- speicherzeiger mit K	1	1	0110	1110	0000	000K
MAR	Ändere AUX-Register	1	1	0110	1000	1DDD	DDDD
SAR	Lege AUX-Register in D ab	1	1	0011	000R	1DDD	DDDD

I/O- und Datenspeicher-Befehle							
Mnemonic		Takt- In- zyklen struk- tu- rations- worte		16-Bit-Opcode			
				MSB		LSB	
DMOV	Kopiere D nach D + 1	1	1	0110	1001	IDDD	DDDD
IN	Lade Port A nach D	2	1	0100	0AAA	IDDD	DDDD
OUT	Ausgabe von D nach Port A	2	1	0100	1AAA	IDDD	DDDD
TBLR	Lade Programm- speicherstelle (Adresse im Akku)	3	1	0110	0111	IDDD	DDDD
TBLW	Lade Datenspei- cherstelle D nach Programmspeicher- stelle (Adresse im Akku)	3	1	0111	1101	IDDD	DDDD

Sprungbefehle							
Mnemonic		Takt-	In- zyklen	16-Bit-Opcode			
				struk- tions- worte		MSB	LSB
B	Verzweige ohne Bedingung	2	2	1111	1001	0000	0000
BANZ	Verzweige wenn AUX-Register $\neq 0$	2	2	1111	0100	0000	0000
BGEZ	Verzweige wenn Akku $\geq 0$	2	2	1111	1101	0000	0000
BGZ	Verzweige wenn Akku $> 0$	2	2	1111	1100	0000	0000
BIOZ	Verzweige wenn BIO-Eingang = 0	2	2	1111	0110	0000	0000
BLEZ	Verzweige wenn Akku $\leq 0$	2	2	1111	1011	0000	0000
BLZ	Verzweige wenn Akku $< 0$	2	2	1111	1010	0000	0000
BNZ	Verzweige wenn Akku $\neq 0$	2	2	1111	1110	0000	0000
BV	Verzweige bei Überlauf	2	2	1111	0101	0000	0000
BZ	Verzweige wenn Akku = 0	2	2	1111	1111	0000	0000
CALA	Unterprogramm- aufruf (Adresse steht im Akku)	2	1	0111	1111	1000	1100
CALL	Unterprogramm- aufruf	2	2	1111	1000	0000	0000
RET	Zurück aus Unterprogramm	2	1	0111	1111	1000	1101

- 1) Zuvor wird der Operand S-mal links verschoben (Multiplikation mit  $2^S$ )  
2) ohne Berücksichtigung des Vorzeichens.

D = Adresse Datenspeicher  
K = Konstante  
I = Adressierungsmodus (s. Text)  
B = Sprungadresse  
S = Anzahl der Links-Verschiebungen  
R = Auswahl des AUX-Registers  
A = Portadresse

**Tabelle 4. Die Befehlstabelle des TMS32010**

Die Bits 12...0 enthalten den Operanden. Das Ergebnis dieser Operation findet man im P-Register.

### BIO-logisch

Eine Besonderheit der Signalprozessoren von Texas Instruments ist der BIO-Eingang (TMS32010: Pin 9). Ein Polling dieses Pinstatuses kann einen untergeordneten Interrupt ersetzen. Auf der Prozessorkarte des DSP-Systemes ist der BIO-Port um 15 Eingänge erweitert worden. Um alle Anschlüsse abfragen zu können, wurde auch der Befehl BIOZ erweitert. Die niederwertigen acht Bit des Befehls werden normalerweise nicht dekodiert, mit den Bits 0...3 kann man jetzt

den Multiplexer IC2 bedienen. In der Mnemonik muß nach der BIOZ- Anweisung eine Adresse zwischen 0 und 15 angegeben werden. Weiterhin wurde noch zusätzlich der Befehl BIOH eingeführt, der mit Hilfe der EXOR- Verknüpfung des Multiplexerausganges und Bit 7 des Kommandowortes eine Abfrage auf 'H'-Pegel durchführt.

### Laboris interruptus

Aus Gründen der Universalität des Assemblers gelten die Abfragen auf 'H' und 'L' am BIO-Pin wie beschrieben nur für Systeme ohne Eingangserweiterung. Im Falle des hier beschriebenen Systems drehen

sich — eben wegen der Eingangserweiterung — die Pegel um.

Der TMS32010 stellt einen maskierbaren Hardware-Interrupt zur Verfügung. Das laufende Programm wird bei Auftreten eines Interruptes an jeder Stelle unterbrochen. Ausgenommen hiervon sind die Multiplikations-Instruktionen MPY und MPYK, hier wirkt die Unterbrechung erst nach Abarbeiten des nächsten Befehles.

Interrupts werden wie folgt behandelt:

- Mit dem EINT-Befehl (Enable Interrupt) wird das INTM-Flag (Interrupt Mode, Bit 13 des Statusregisters) auf '0' gesetzt — ein Interrupt ist nun erlaubt.

- Tritt eine Interrupt-Anforderung auf, wird automatisch das INTM-Flag auf '1' gesetzt, um nachfolgende Unterbrechungen zu unterbinden.

- Der Programmzähler (PC) wird auf dem Stack gerettet und ein neuer eingerichtet, er hat den Wert zwei.

Ab jetzt ist die Interrupt-Behandlung Sache des Programmiers.

- Bei Programmspeicheradresse zwei beginnt entweder die Service Routine oder es wird zu ihr verzweigt. Als erstes muß der Systemzustand gerettet werden, bevor der Interrupt bedient wird.

- Nach Erledigung des Interruptes wird der ursprüngliche Systemzustand wiederhergestellt.



## Digitales Signalprozessor-System (3)

- Weitere Interrupts werden mit EINT wieder zugelassen.
- Mit RET geht es zurück in das Hauptprogramm.

### Der Assembler

Die Entwicklung des TMS320-Cross-Assemblers erfolgte auf einem CP/M-System in Z-80-Assembler, so daß er auf einem MS-DOS-Rechner nur mit einem CP/M-Emulator — der Bestandteil der DSP32010- Software ist — lauffähig ist. Der Assembler erzeugt aus dem vorgegebenen Sourcefile den Maschinen-Code und bei Bedarf zusätzlich ein Listfile. Fehler werden so-

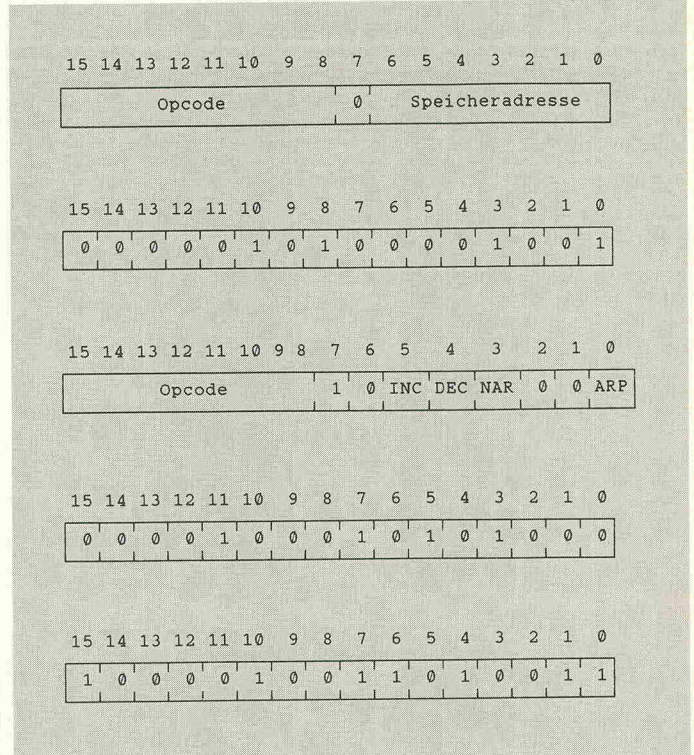
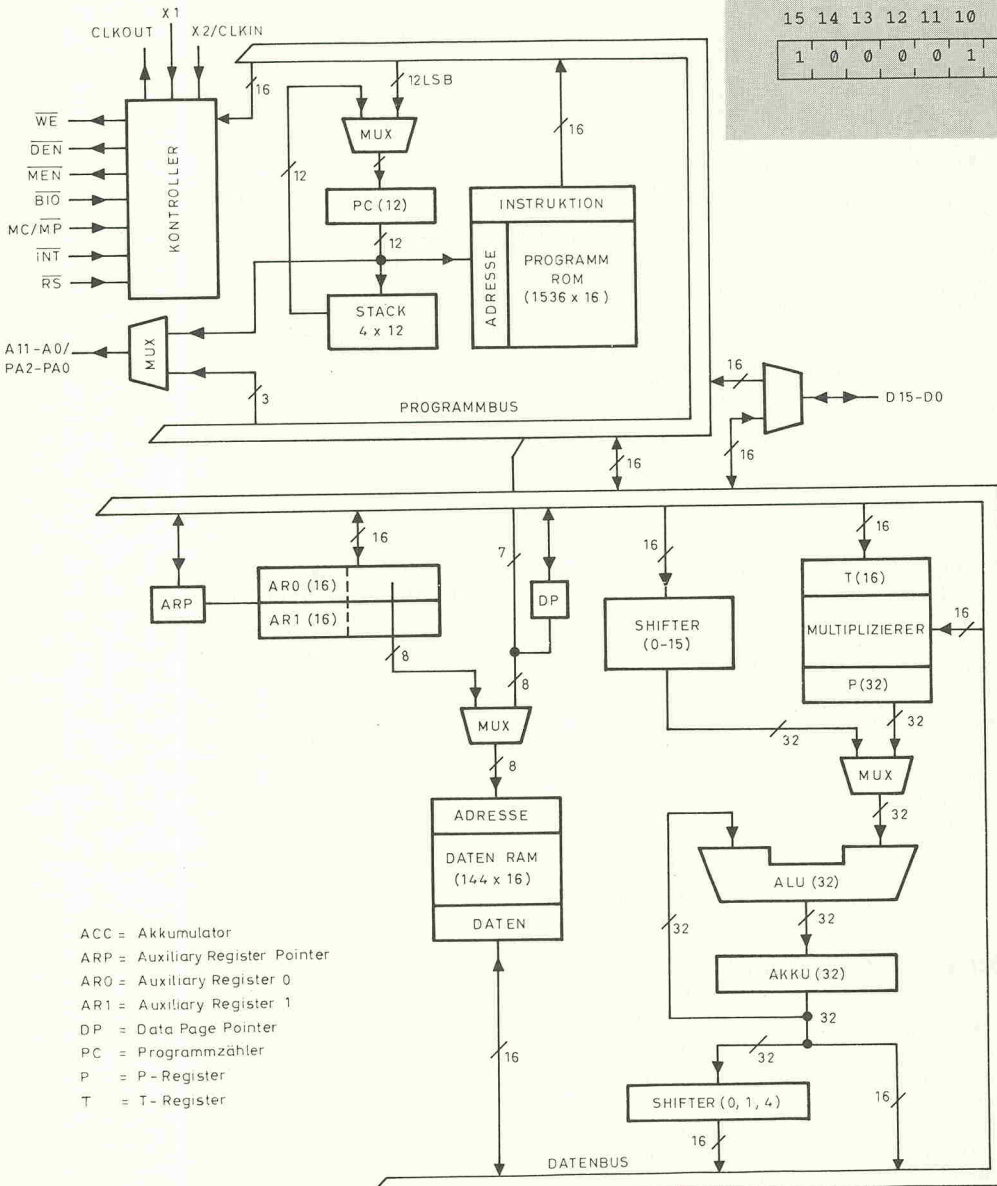
fort aufgelistet. Weiterhin steht das Programm 'Objhex' zur Verfügung, das aus dem Objektcode zwei Intel- Hex-Files — High- und Lowbyte — kreiert.

In der nächsten Folge des 'Kurzzen Prozesses' soll auf die Grundzüge der digitalen Signalverarbeitung — garniert mit Beispielprogrammen — und auf die Terminalsoftware eingegangen werden. □

#### Literaturhinweis:

Harald Gosebruch: *Der Signal-EMUF, mc 8/88, S.80*

*First-Generation TMS320 User's Guide, 1988, Texas Instruments*



Im Text angesprochene Befehlsformate und Beispielkommandos: Das direkte Adressierungsformat und ein Beispiel dazu, gefolgt vom indirekten Format und einem Beispiel. Zum Schluß eine unmittelbare Multiplikation.

Das Funktions-Blockdiagramm des TMS 32010.



Hinweis: Fortsetzung aus Heft 4/89

## 7660

Von allen Wandler-ICs ist der Typ 7660 ohne Zweifel der bekannteste. Dieser Schaltkreis wird von Intersil und Maxim unter der Bezeichnung ICL 7660, von Siliconix als Si 7660 und von Teledyne als TSC 7660 hergestellt. Es muß jedoch angemerkt werden, daß die Maxim-Version in einem wichtigen Punkt von den anderen Ausführungen abweicht: Bei dieser Variante ist es nicht notwendig, eine Diode vor den negativen Ausgang zu schalten, wenn die Eingangsspannung größer als +6,5 V ist. Dies hat zur Folge, daß ein Maxim-Exemplar ohne Probleme anstelle anderer Fabrikate eingesetzt werden kann. Ein Maxim-IC kann jedoch nur dann durch ein IC eines anderen Herstellers ersetzt werden, wenn die Versorgungsspannung unter +6,5 V liegt.

Das Blockdiagramm und die Pinbelegung des Bausteins 7660 werden in Bild 20 gezeigt.

Hier einige Daten in Kurzform:

- Die Versorgungsspannung darf zwischen +1,5 V und +10 V liegen, wobei es bei Spannungen zwischen +1,5 V und +3,0 V aber notwendig ist, den LV-Eingang mit Masse zu verbinden.
- Der interne Oszillator arbeitet ohne externe Komponenten mit einer Frequenz von 10 kHz. Durch einen externen Kondensator zwischen der Betriebsspannung und dem Osz-Pin kann die Frequenz verringert werden.
- Falls die Frequenz des Oszillators zu Problemen führt, z.B. wenn Anteile dieses Signals in Audio-Systeme übersprechen, kann man über einen Serienwiderstand (1k $\Omega$ ) einen externen Oszillator mit einer über dem Hörbereich liegenden Signalfrequenz an den Osz-Pin anschließen.

Der Baustein weist eine Eigenstromaufnahme von 250  $\mu$ A auf. Am Ausgang steht eine negative Spannung zur Verfügung, die im unbelasteten Zustand dem Absolutwert der Versorgungsspannung entspricht. Die Ausgangsimpedanz beträgt etwa 55  $\Omega$ . In Bild 21 ist die Grundsaltung des 7660 als +DC/-DC-Wandler dargestellt.

## ICL 7662/Si 7661

Die beiden IC-Typen ICL 7662/Si 7661 von Intersil bzw. Siliconix sind pin- und funktionskompatibel mit dem Baustein 7660,

haben aber einen anderen Versorgungsspannungsbereich.

Hier die Daten dieser beiden IC-Typen in Kurzform:

- Versorgungsspannung: LV-Pin an Masse: +4,5...+9,0 V LV-Pin frei: +9,0...+22 V
- Eigenstromaufnahme: 100  $\mu$ A
- Ausgangsspannung:  $-U_{bat}$
- Ausgangsstrom: max. 20 mA

## MC 3x063

Die Bausteine MC 33063, MC 34063 und MC 35063 von Mo-

trola unterscheiden sich untereinander nur durch ihren Arbeitstemperaturbereich. Diese Wandler arbeiten nach dem L-Prinzip, also mit einer geschalteten Induktivität. Die ICs enthalten eine Spannungsreferenz, einen Vergleicher, einen Oszillator mit steuerbarem Tastverhältnis, einen Strombegrenzer und einen Schalttransistor. Das interne Blockschaltbild sowie die Pinbelegung sind in Bild 22 zusammengefaßt. Die Frequenz des Oszillators wird durch die Kapazität des externen Kondensators bestimmt.

Hier eine Übersicht der wichtigsten technischen Daten:

- Versorgungsspannung: +2,5...+40 V
- Ausgangsspannung: +2,5...+40 V
- Eigenstromaufnahme: 3,5 mA
- Transistorstrom: max. 1,5 A
- Oszillatorfrequenz: 100 Hz...100 kHz

In Bild 23 ist eine Beispielschaltung zu sehen, bei der aus einer Batteriespannung von +12 V eine mit 175 mA belastbare Spannung in Höhe von +28 V abgeleitet wird.

## TCA 720

Das ITT-IC TCA 720 wurde speziell dafür entwickelt, um aus einer relativ niedrigen Batteriespannung eine hohe Einstellspannung zu erzeugen, wie sie beispielsweise zum Abstimmen von Varicap-Tunern in tragbaren Radios benötigt wird. Das Miniatur-'Pancake'-Gehäuse sowie die Grundsaltung des TCA 720 werden in Bild 24 gezeigt.

Die wichtigsten Daten des TCA 720 lauten:

- Versorgungsspannung: +4,5...+20 V
- Ausgangsspannung: +30...+35 V
- Eigenstromaufnahme: 7,5 mA

## TL 496 C

Der von Texas Instruments entwickelte Baustein TL 496 C ist

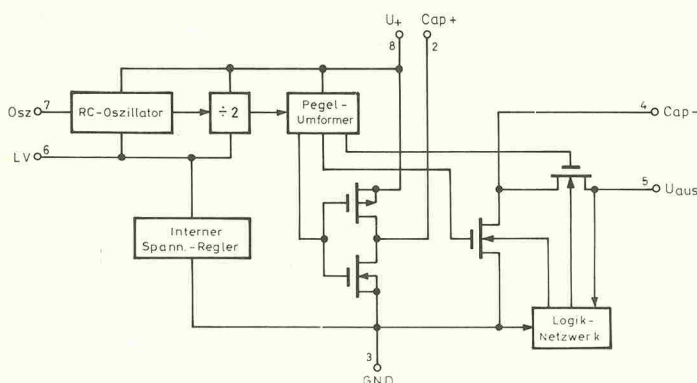


Bild 20. Blockschaltbild und Pinbelegungen des Bausteins 7660.

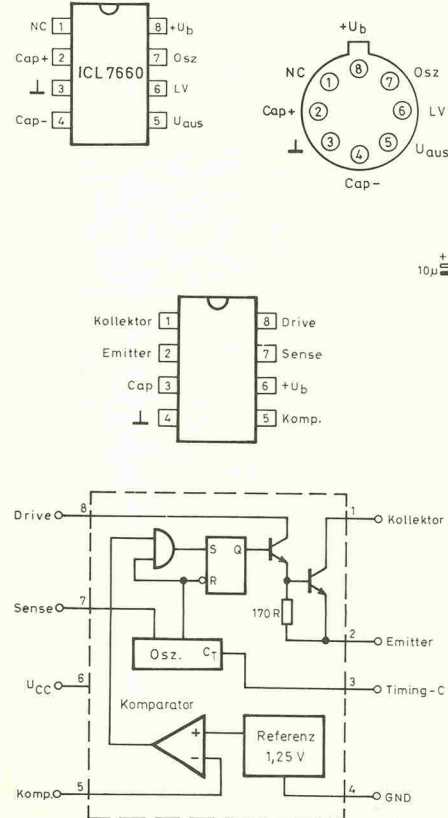


Bild 22. Blockschaltbild und Pinbelegung eines MC 3x063-Bausteins.

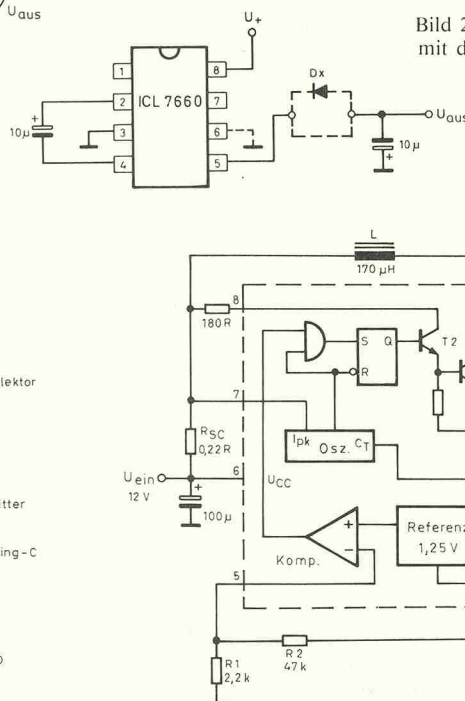


Bild 21. Grundsaltung mit dem 7660.

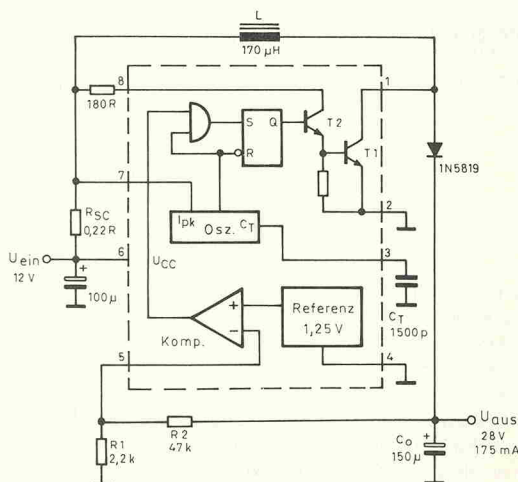


Bild 23. Schaltung eines Aufwärtswandlers mit einem MC 3x063.



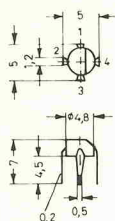


Bild 24. Typische Schaltung mit einem TCA 720 sowie die Abmessungen des 'Pancake'-Gehäuses.

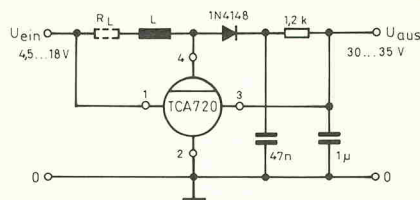


Bild 25. Blockschaltbild und Pinbelegung des TL 496 C.

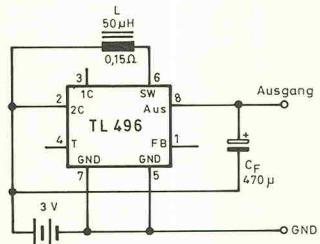
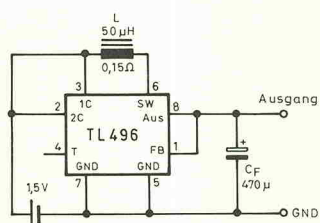
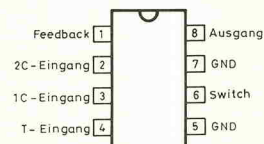
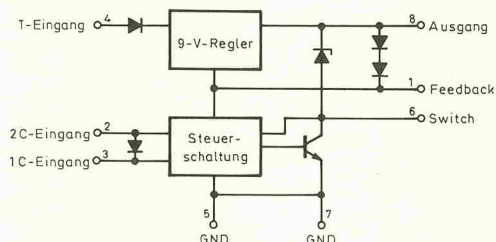


Bild 26. Grundsaltungen mit dem TL 496 C — oben die 1,5-V-Version, unten die 3-V-Ausführung.

grundsätzlich für die Versorgung von Schaltungen gedacht, die unter keinen Umständen ohne Versorgungsspannung sein dürfen. Im wesentlichen besteht die Schaltung aus zwei separaten Teilen: Der Eingang eines herkömmlichen Längsreglers wird an einen 6,8-V-Trafo angeschlossen; der Längsregler stabilisiert die Spannung an seinem Ausgang auf einen Wert von etwa 9 V.

Falls die Netzversorgung ausfallen sollte, schaltet das IC automatisch einen DC/DC-Wandler des induktiven Typs ein, der von einem 1,5- oder 3,0-V-Akku gespeist wird, so daß die Ausgangsspannung bei einem Netzausfall nicht zusammenbricht. Das interne Blockschaltbild und die Pinbelegung sind in Bild 25 zusammengefaßt.

In Bild 26 sind zwei Grundsaltungen für die Versorgung aus einem 1,5- bzw. einem 3,0-V-Akku wiedergegeben, wobei von der Möglichkeit, einen Trafo als Hauptstromquelle einzusetzen, kein Gebrauch gemacht wird. Hier die wichtigsten technischen Daten der beiden Schaltungen, wobei die jeweils in Klammern stehende Zahl für die 3-V-Version gilt:

- Eigenstromaufnahme: 125  $\mu$ A (125  $\mu$ A)
- Ausgangsspannung: 7,2 V (10 V)

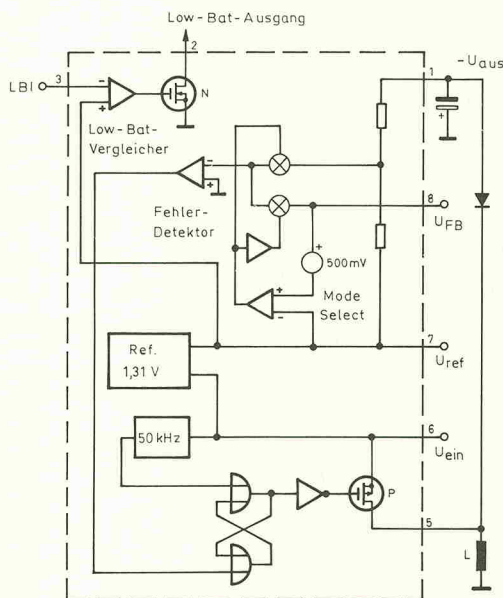
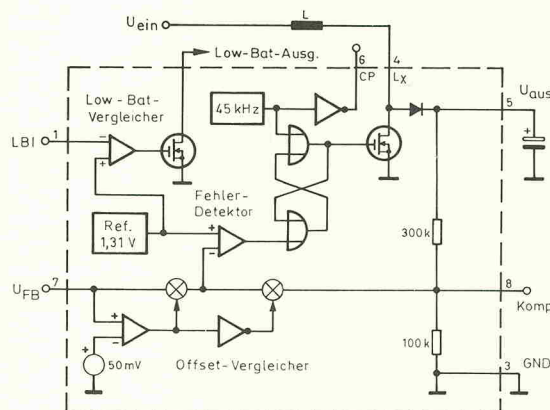


Bild 27. Oben das Blockschaltbild der +DC/+DC-Wandler MAX 632/633, unten das der +DC/-DC-Wandler MAX 636/637.

- Ausgangsstrom: 40 mA (80 mA)
- Stromaufnahme bei Vollast: 525 mA (405 mA)

## MAX 63x

Von Maxim werden vier nach dem L-Prinzip arbeitende Wandler angeboten, die (pro IC-Paar) aus einer Einzelspannung symmetrische Spannungen von  $\pm 12$  V oder  $\pm 15$  V ableiten. Diese ICs sind beispielsweise dafür geeignet, die für RS-232-Schnittstellen erforderliche Doppelspannung aus einer 6-V-Einzelspannung zu erzeugen.

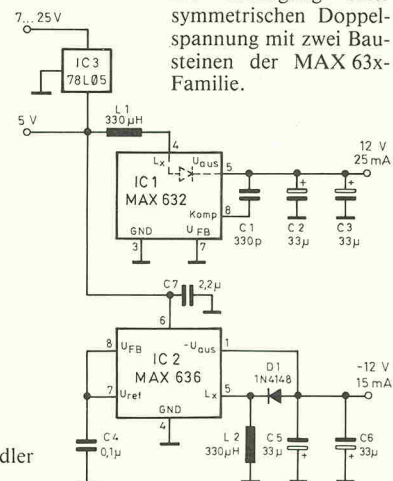
Eine kurze Übersicht der Spezifikationen:

- MAX 632:
  - Eingangsspannung: +5...+24 V
  - Ausgangsspannung: +12 V
  - Ausgangsstrom: 25 mA
- MAX 633:
  - Eingangsspannung: +5...+24 V
  - Ausgangsspannung: +15 V
  - Ausgangsstrom: 15 mA
- MAX 636:
  - Eingangsspannung: +5...+24 V
  - Ausgangsspannung: -12 V
  - Ausgangsstrom: 15 mA
- MAX 637:
  - Eingangsspannung: +5...+24 V
  - Ausgangsspannung: -15 V
  - Ausgangsstrom: 8 mA

Das Blockdiagramm dieser Bausteine wird in Bild 27 gezeigt — oben für die positiven Wandler, unten für die negativen.

Bild 28 zeigt eine Beispielschaltung, mit der eine Einzelspannung

Bild 28. Schaltbeispiel zur Erzeugung einer symmetrischen Doppelspannung mit zwei Bausteinen der MAX 63x-Familie.





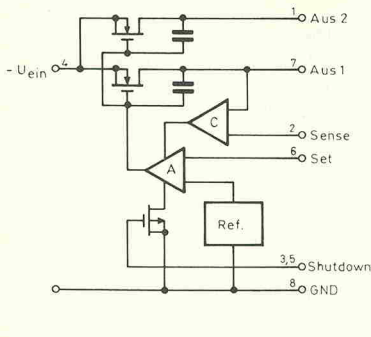


Bild 29. Blockschaltbild und Pinbelegungen des Low-Drop-Negativreglers ICL 7664.

von beispielsweise +6 V in eine symmetrische Doppelspannung von  $\pm 12$  V umgesetzt wird.

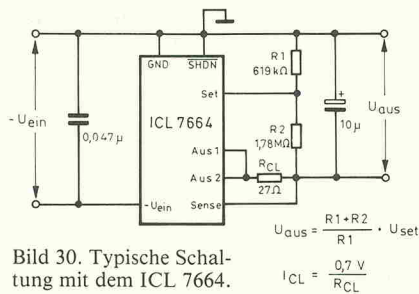
### Low-Drop-Negativregler ICL 7664

Der Baustein ICL 7664 von Maxim und Intersil ist, was seine Funktion betrifft, das Komplement zum ICL 7663, allerdings nicht, was die interne Schaltung und die Anschlußdaten betrifft. Die Ausgangsspannung kann zwischen -2 V und -16 V eingestellt werden, wobei der mittlere Mindest-Spannungsabfall über dem IC nur 0,4 V beträgt. Das IC besitzt zwei gleichartige Ausgänge, die je mit einem

Strom von 25 mA belastet werden können. Wenn beide Ausgänge parallelgeschaltet werden, erhöht sich die Strombelastbarkeit auf 50 mA. Der eigene Ruhestrom beträgt nur 4  $\mu$ A. Das interne Blockschaltbild und die Pinbelegung dieses Bausteins sind in Bild 29 dargestellt.

Auch hier wird die am Set-Eingang anliegende Spannung mit der internen 1,29-V-Referenz verglichen. Der Set-Eingang muß über einen Spannungsteiler, dessen Dimensionierung die Höhe der Ausgangsspannung bestimmt, mit Ausgang und Masse verbunden werden. Der Shutdown-Eingang wird normalerweise an Masse gelegt. Wenn man diesem Eingang eine Spannung niedriger als -0,3 V zuführt, nehmen beide Ausgänge Massepotential an. Bild 30 zeigt die Grundbeschaltung des ICL 7663 sowie die Berechnungsformeln für die Ausgangsspannung und für die Strombegrenzung. Dabei gilt, daß  $U_{set}$  der Referenzspannung gleicht, also 1,29 V beträgt.

Bild 30. Typische Schaltung mit dem ICL 7664.



renzspannung gleicht, also 1,29 V beträgt.

### Akku-Lader

Die Schaltkreise MC 3324, MC 3425 und MC 3524 sind drei ICs von Motorola, die sich nur im Temperaturbereich unterscheiden. Sie werden üblicherweise zur Überwachung von Versorgungsspannungen eingesetzt: Die Bausteine liefern immer dann ein Ausgangssignal, sobald der Spannungswert eine einstellbare Schwelle über- oder unterschreitet. Demnach hätten diese ICs bereits im Abschnitt 'Spannungsüberwacher' besprochen werden können. Allerdings erfüllen diese ICs nicht die in der Einleitung gestellte Forderung nach einer möglichst hohen Integrationsdichte und einer minimalen Anzahl externer Komponenten. Aus diesem Grund wurde diesen Schaltkreisen bisher keine Aufmerksamkeit geschenkt.

### MC 3x24

Immerhin ist eine Spezialanwendung interessant, bei der diese ICs zum automatischen Laden eines Akkumulators verwendet werden. Das chipinterne Blockschaltbild und die Pinbelegung zeigt Bild 31. Die automatische Ladeschaltung ist in Bild 32 wiedergegeben. Ein 9-V-Akku wird über R1 mit dem DRV1-Ausgang sowie über R<sub>H</sub> mit dem ersten Komparator verbunden. Mit diesem Komparator wird die 'Lade-Ende'-Spannung über dem Akku eingestellt. Den zweiten Komparator speist die interne Referenzspannung. Mit Hilfe des 2,5-k $\Omega$ -Potentiometers kann man die 'Lade-Start'-Spannung des Akkus abgleichen. In der Beispielschaltung sind beide Schwellwerte auf 9,0 V bzw. 8,8 V eingestellt.

Die Höhe des Ladestroms wird durch die Gleichung  $I_{CH} = (\text{Versorgungsspannung} - \text{Akkuspannung}) / R1$  beschrieben. Der Maximalwert beträgt 300 mA.

Diese Schaltung eignet sich jedoch nicht zum Aufladen von NiCd-Akkus. Nickel-Kadmium-Akkus weisen eine sehr flache Entladekurve auf. Daher ist es nicht möglich, deren Ladezustand dadurch zu beurteilen, indem man die Akkuspannung mit zwei Schwellwerten vergleicht.

### U 2400 B

Mit dem Baustein U 2400 B konnte Telefunken als erster Hersteller ein IC anbieten, das den relativ aufwendigen Lade-Vorgang von NiCd-Akkumulatoren automatisiert. Die Funktionsweise dieses komplexen ICs kann am besten anhand des internen Blockschaltbilds (Bild 33) und eines Standard-Anwendungsfalls (Bild 34) beschrieben werden.

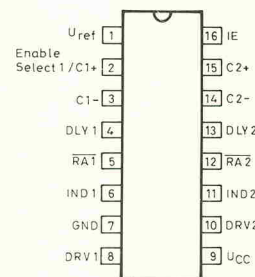
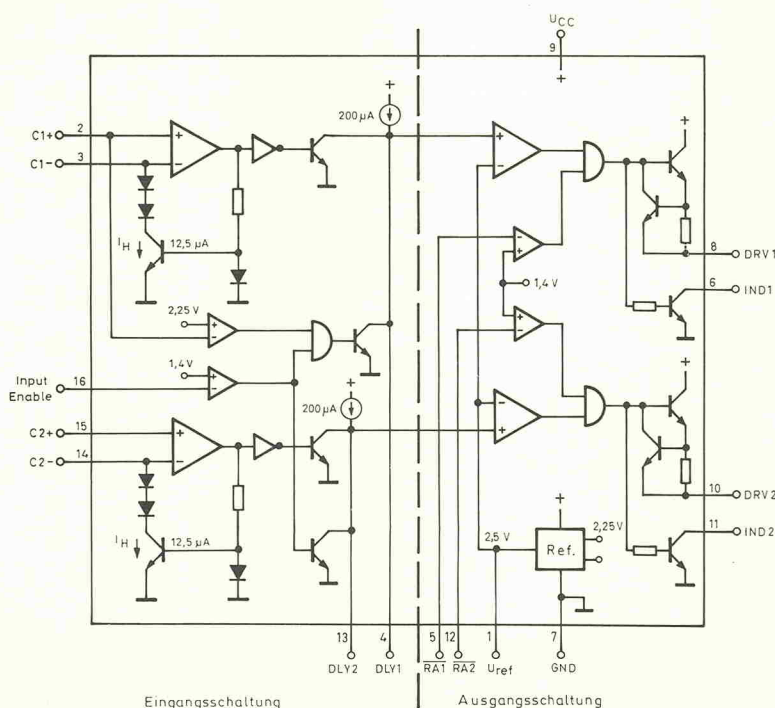


Bild 31. Internes Blockschaltbild und Pinbelegung des Bausteins MC 3x24. elrad 1989, Heft 5

Bild 32. Schaltung eines Akkuladers mit dem MC 3x24.



Das für den Betrieb des Systems erforderliche Taktsignal kann mit dem internen Oszillator erzeugt werden; die Frequenz des Taktsignals ist dabei von der Dimensionierung der Bauteile C1 und R13 (an Pin 13) abhängig.

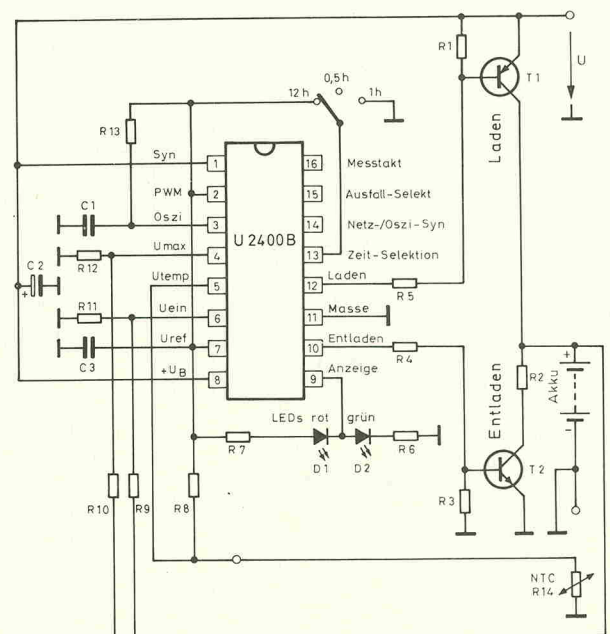


Bild 34. Beispielschaltung eines NiCd-Laders mit dem U 2400 B.  
Hinweis: Fortsetzung in Heft 6/89  
elrad 1989, Heft 5



# eMedia GmbH SOFTWARE

## elrad-Programme

Dieses Angebot bezieht sich auf frühere elrad-Veröffentlichungen. Eine zusätzliche Dokumentation oder Bedienungsanleitung ist, soweit nicht anders angegeben, im Lieferumfang nicht enthalten. Eine Fotokopie der zugrundeliegenden Veröffentlichungen können Sie unter Angabe der Programmnummer bestellen. Jede Kopie eines Beitrags kostet 5 DM, unabhängig vom Umfang. Eine Gewähr für das fehlerfreie Funktionieren der Programme kann nicht übernommen werden. Änderungen, insbesondere Verbesserungen, behalten wir uns vor.

Best.-Nr.	Programm	Datenträger	Preis
S018-616A	EPROMmer	1/88 Diskette/Atari ST (Brennroutine, Kopieroutine, Vergleichen, Editieren, String suchen, Gem-Oberfläche)	35,— DM
S018-616M	EPROMmer	1/88 Diskette/MS-DOS (Brennroutine, Kopieroutine, Vergleichen (EPROM-Inhalt mit Datei), Vergleichen zweier Dateien)	29,— DM
S097-586S	µPegelschreiber	9/87 Diskette/Schneider + Dokumentation	248,— DM
S117-599S	Schrittmotorsteuerung	11/87 Diskette/Schneider + Dokumentation	98,— DM
S128-684M	Maßnahme	11/88 Diskette/MS-DOS (Meßdatenerfassung)	49,— DM
S029-698A	ELISE	1/89 Diskette/Atari	98,— DM
S039-704	Frequenzsynthese	3/89 Diskette/Atari	29,— DM

## elrad-Eproms

EPROM	Preis
5x7-Punkt-Matrix	25,— DM
Atomuhr	25,— DM
Digitaler Sinusgenerator	25,— DM
Digitaler Schlagzeug	25,— DM
-TOM1	25,— DM
-TOM2	25,— DM
-TOM3	25,— DM
-TOM4	25,— DM
-SIMMONS HITOM	25,— DM
-SIMMONS MIDTOM	25,— DM
-SIMMONS LOTOM	25,— DM
-BASSDRUM	25,— DM
-BASSDRUM MID	25,— DM
-BASSDRUM HIGH	25,— DM
-BASSDRUM HEAVY	25,— DM
-BASSDRUM GATED	25,— DM
-CONGA	25,— DM
-TIMBALE	25,— DM
-SNARE HIGH1	25,— DM
-SNARE HIGH2	25,— DM
-SNARE HIGH3	25,— DM
-SNARE HIGH4	25,— DM
-SNARE HIGH5	25,— DM
-RIMSHOT	25,— DM
-RIMSHOT VOL2	25,— DM
-SNARE REGGAE	25,— DM
-SNARE GATED	25,— DM
-SNARE HEAVY	25,— DM
-SNARE LUTZ M.	25,— DM
-SNARE MEDIUM	25,— DM
-CLAP RX	25,— DM
-CLAP	25,— DM
-HIHAT OPEN VOL1	25,— DM
-HIHAT OPEN	25,— DM
-HIHAT CLOSED	25,— DM
-GLAS	25,— DM
-COWBELL	25,— DM
-CRASH	25,— DM
-PAUKE	25,— DM
-RIDE	25,— DM
Hygrometer	25,— DM
MIDI-TQ-DRUM	25,— DM
D.A.M.E.	25,— DM
µPegelschreiber	9/87 25,— DM
E.M.M.A.	3/88 -Betriebssystem, Mini-Editor, Bedienungsanleitung 25,— DM
E.M.M.A.	4/88 -DCF-Uhr 25,— DM
MIDI-Monitor	5/88 25,— DM
Frequenz-Shifter	5/88 Sin/Cos-Generator 25,— DM
Printerface	7-8/88 25,— DM
E.M.M.A.	9/88 IEC-Konverter 25,— DM
ELISE	1/89 Betriebssystem 25,— DM

Eine Kurzbeschreibung der verschiedenen Klänge erhalten Sie gegen Zusendung eines rückadressierten Freiumschlag.

### So können Sie bestellen:

Um unnötige Kosten zu vermeiden, liefern wir nur gegen Vorauskasse. Fügen Sie Ihrer Bestellung einen Verrechnungsscheck über die Bestellsomme zuzüglich DM 3,— (für Porto und Verpackung) bei oder überweisen Sie den Betrag auf eines unserer Konten.

Schecks werden erst bei Lieferung eingelöst. Wir empfehlen deshalb diesen Zahlungsweg, da in Einzelfällen längere Lieferzeiten auftreten können.

Bankverbindungen:

Kreissparkasse Hannover, Kt.-Nr. 4408 (BLZ 250 502 99)

Ihre Bestellung richten Sie bitte an:

**eMedia GmbH**  
**Bissendorfer Str. 8 · 3000 Hannover 61**

## 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	53,— DM
2 HE/88 mm	Tiefe 250 mm	Typ ST022	62,— DM
2 HE/88 mm	Tiefe 360 mm	Typ ST023	73,— DM
3 HE/132 mm	Tiefe 250 mm	Typ ST032	73,— DM
3 HE/132 mm	Tiefe 360 mm	Typ ST033	85,— DM
4 HE/176 mm	Tiefe 250 mm	Typ ST042	87,— DM
4 HE/176 mm	Tiefe 360 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	98,— DM
Chassisblech	Tiefe 250 mm	Typ CA025	12,— DM
Chassisblech	Tiefe 360 mm	Typ CA036	15,— DM

Weiteres Zubehör lieferbar. Kostenloses 19" Info anfordern.

**GEHÄUSE FÜR ELRAD MODULAR VORVERSTÄRKER** 99,— DM

**GEHÄUSE FÜR NDFL VERSTÄRKER** 79,— DM

**19"-Gehäuse für Parametrischen EQ (Heft 12/85)** 79,— DM

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, FAX-Nr.: 023 04/451 80

Ruf: 023 04/443 73, Tlx 8227629 as d

## Messen - Steuern - Prüfen

Direkt vom Entwickler mit weiteren Karten, Bausätzen und Bauteilen.

### ★ Meßaufnahme (Elrad 11./12.88)

16 Kanal, 12 Bit, A/D Wandler mit Sample and Hold, I/O Bus, Software,

### ★ Universelle/Programmierbare Verst.-Karte (Elrad 4.89)

Isolationsverstärker, Differenzverstärker, rechnergesteuerte Verstärkung, Übersteuerungsanzeige, 50Hz-Filter, Offsetüberlagerung, Rauschfilter.

### ★ Input/Output-Karte

8 digitale Ein-/Ausgabeleitg.

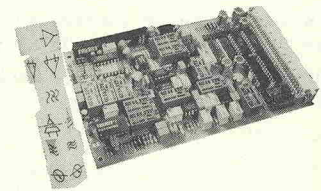
### ★ Prüfgeräte (MedGV)

PC im 19" Gehäuse mit Prüfeinschub (VDE/IEC) und Geräteverwaltung

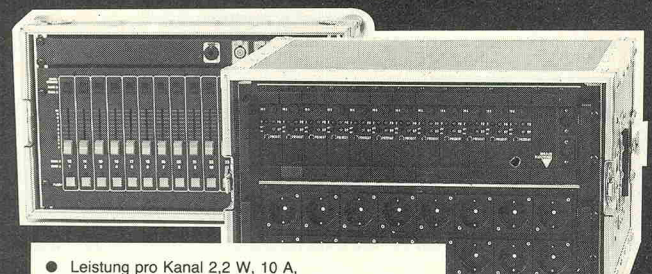
### ★ TÜV/GS-Zeichen

GS-Zeichen Service, Hilfestellung beim Verfahren zur Erlangung des GS-Zeichens, Übernahme von Vorprüfungen, Gesamtabwicklung, Hilfe bei Fragen aus dem Sicherheitsbereich (Normen usw.) schon in der Entwicklungsphase, überprüfen von Geräten auf Normeneinhaltung.

**IED** Institut für explorative Datenanalyse GmbH  
Postfach 60 51 20 2000 Hamburg 60 040/2790383



## Das Power Pack



- Leistung pro Kanal 2,2 W, 10 A, wahlweise mit Sicherungsautomat
- ohmisch und induktiv belastbar
- Preheateinstellung
- Halfpowerschalter
- eigene Stromversorgung mit Überspannungsschutz
- Lastausgänge: Harting 10-24 pol, Socapex, Schuko
- oder gemischt
- Steuereingänge: 7 pol XLR, Siemensleiste, Socapex

**Modulsystem**  
**19" 3HE**

**BEILFUSS**  
**ELEKTRONIK**

Beilfuss Scheidswaldstraße 30  
6000 Frankfurt/M. 60 Telefon: 0 69-4 95 09 50



# Mit Fehlern ist zu rechnen

Alle in der Technik durchgeführten Messungen können nur mit einem begrenzten Grad an Genauigkeit ausgeführt werden. Das Ergebnis jeder Messung ist niemals der genaue zahlenmäßige Wert der gemessenen Größe, sondern nur ein Näherungswert. Wichtig ist dabei jedoch zu wissen, wie weit der gemessene Näherungswert an den wahren Wert, der natürlich unbekannt ist, herankommt. Das richtige Hilfsmittel, um eine exakte Aussage darüber machen zu können, stellt die Mathematik in Form der Fehlerrechnung zur Verfügung.

Die bei Messungen auftretenden Fehler kann man wie folgt einteilen:

1. Systematische Fehler, wie zum Beispiel:

- Gerätefehler, die die Gesamtheit der fertigungsbedingten, kalibrierbedingten und konstruktionsbedingten Fehler des Meßgerätes beinhalten;
- Einflußfehler, die von der Umgebungstemperatur, der Luftfeuchte sowie den magnetischen und elektrischen Störfeldern geprägt werden;
- die durch die Meßeinrichtung selbst verursachten Beeinflussungsfehler (eine rückwirkungsfreie Messung ist in der Regel nicht möglich).

2. Grobe Fehler:

Darunter fallen die Ablese- und Aufschreibfehler sowie alle Fehler, die bei nachfolgenden Rechnungen anfallen.

3. Zufallsfehler:

Diese meist sehr kleinen Fehler werden durch unbedeutende Ungenauigkeiten, die beim Aufstellen und Ablesen der Meßinstrumente unterlaufen, verursacht. Zufallsfehler sind nicht zu vermeiden, wobei die Abweichungen jedoch in der Regel im Rahmen der Genauigkeit der betreffenden Messung liegen. Die mathematische Theorie der Fehler zeigt Wege, die den Einfluß dieser Fehler auf das endgültige Meßergebnis einschränken und erlauben, den möglichen Fehler mit hoher Genauigkeit zu ermitteln.

Bei der Fehlerrechnung wird sowohl der absolute als auch der relative Fehler betrachtet. Der absolute Fehler ist mit der physikalischen Einheit des betreffenden Meßwertes behaftet. Es gilt:

$$F = A - W$$

F = Fehler

A = angezeigter Wert

W = wahrer Wert

Der absolute Fehler kann positive oder negative Werte annehmen. Bei mehrmaliger Wiederholung der Messung gibt er die Schwankungsbreite zwischen dem Mindestwert und dem Maximalwert wieder, bei einer einmaligen Messung die durch die Meßmethode bedingte Ungenauigkeit.

Beim relativen Fehler wird der absolute Fehler zum wahren Wert in Beziehung gesetzt. Er wird dadurch dimensionslos:

$$f = \frac{F}{W} = \frac{A - W}{W} = \frac{A}{W} - 1$$

Der relative Fehler beschreibt die Genauigkeit des Meßgerätes (insbesondere bei elektronischen Meßgeräten mit Analoganzeige). Nach VDE 0410 gilt:

$$f = \frac{A - W}{W}$$

Meist erfolgt die Angabe in Prozenten. In der Praxis wird man den relativen Fehler oft aus dem Quotienten

absoluter Fehler/Näherungswert

berechnen müssen, da der wahre Wert W nicht bekannt ist. Dies hat aber im allgemeinen kaum einen Einfluß auf das Ergebnis. Bei mehreren Einzelmessungen muß zur Ermittlung des wahren Wertes der Mittelwert gebildet werden:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n x_i$$

Der absolute Fehler jeder Einzelmessung ergibt sich aus

$$\delta_i = x_i - \bar{x}$$

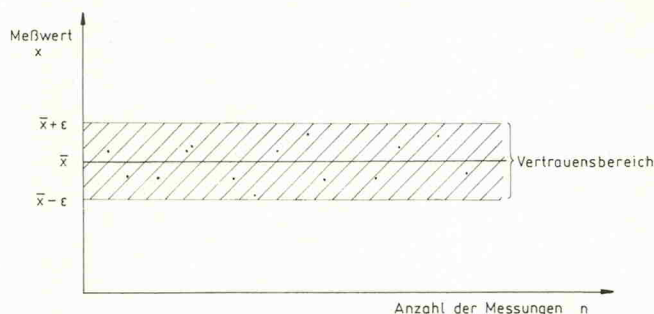
Durch Mittelwertbildung erhält man den Durchschnittsfehler

$$\delta_n = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n |\delta_i|$$

Da bei mehreren Messungen der wahre Wert durch Mittelwertbildung errechnet wird, interessiert insbesondere, wie genau der ermittelte Wert an den unbekannten, echten wahren Wert herankommt. Die mathematische Theorie der Fehlerrechnung liefert dafür den Fehler des arithmetischen Mittelwertes:

$$\varepsilon = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \delta_i^2}{n \cdot (n-1)}}$$

Auf diese Weise erhält man einen Wertebereich um den ermittelten wahren Wert, in dem der tatsächliche Wert liegen kann. Diesen Wertebereich nennt man 'Vertrauensbereich'.



Zum Schluß ein Beispiel: Zur Messung des ohmschen Widerstandes einer Spule wird ein Meßgerät mit einem Fehler von 1,5% verwendet. Es werden durch verschiedene Personen sechs Messungen mit folgenden Ergebnissen durchgeführt:

Messung 1	639,0 Ω
Messung 2	610,0 Ω
Messung 3	640,0 Ω
Messung 4	638,0 Ω
Messung 5	700,0 Ω
Messung 6	639,5 Ω

Daraus läßt sich der wahre Wert ermitteln:

$$\bar{R} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n R_i = 644,4166 \Omega \approx 644,4 \Omega$$



Zur besseren Übersicht und zur Vereinfachung der weiteren Rechnung schreibt man alle Werte tabellarisch auf (Tabelle 1). Der Fehler des arithmetischen Mittelwertes ergibt sich zu:

$$\varepsilon = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (R_i - \bar{R})^2}{n \cdot (n-1)}} = \sqrt{\frac{4388,21 \Omega}{30}} = \pm 12,09 \Omega$$

Wird jetzt noch die Ungenauigkeit des Meßgerätes berücksichtigt

$$1,5 \% \text{ von } \bar{R} = 9,67 \Omega$$

ergibt sich für den Widerstand R:

$$R = \bar{R} \pm 12,09 \Omega \pm 9,67 \Omega$$

$$R = \bar{R} \pm 21,76 \Omega \approx 644,4 \Omega \pm 21,76 \Omega$$

Der relative Fehler f der Messung ist dann:

$$f = \pm \frac{21,76 \Omega}{644,4 \Omega} = 3,4 \%$$

n	R	R <sub>i</sub> - $\bar{R}$	(R <sub>i</sub> - $\bar{R}$ ) <sup>2</sup>
1	639,0 $\Omega$	5,40 $\Omega$	29,16 $\Omega$
2	610,0 $\Omega$	34,40 $\Omega$	1183,36 $\Omega$
3	640,0 $\Omega$	4,40 $\Omega$	19,36 $\Omega$
4	638,0 $\Omega$	6,40 $\Omega$	40,96 $\Omega$
5	700,0 $\Omega$	55,60 $\Omega$	3091,36 $\Omega$
6	639,5 $\Omega$	4,90 $\Omega$	24,01 $\Omega$
			$\Sigma$ 4388,21 $\Omega$

Tabelle 1.

# P L A T I N E N

elrad-Platinen sind aus Epoxid-Glashartgewebe, bei einem \* hinter der Bestell-Nr. jedoch aus HP-Material. Alle Platinen sind fertig gebohrt und mit Lötack behandelt bzw. verzinkt. 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	Platine	Best.-Nr.	Preis DM
MOSFET-PA Aussteuerungskontrolle	045-413/1	4,70	Midi to Drum Eprom	116-520	25,00	Impedanzwandler	117-601	1,70	Milli-Ohm-Meter	068-657	24,00
MOSFET-PA Ansteuerung Analog	045-413/2	25,30	Impulsgenerator	116-520	37,40	FM-Mikro (ds.)	117-602	8,00	x/v-Schreiber ds.	078-658	98,00
20 W CLASS-A-Verstärker	055-415	50,90	Dämmungsschalter	116-521	12,90	Sinusspannungswandler	127-604	19,90	Drum-to-MIDI-Schlagwandler	078-659	40,00
Präzisions-NT	055-417	4,20	Fluoreszenztautomat	116-522	7,80	Normalfrequenzempfänger	127-605	13,70	Stereo-IR-Kopfhörer		
Hall-Digital I	055-418	73,30	Ultralineare Röhrendstufe — HP	116-523	29,20	Marderscheuche	127-606	8,20	— Empfänger	078-660	22,00
Ton-Burst-Generator (Satz)	055-419	35,30	Ultralineare Röhrendstufe — NT	116-524	29,20	RS 232 für C 64	127-607	4,50	— Sender	078-661	22,00
Atomuhr (Satz)	065-421	60,50	Netzgerät 260 V/2 A	126-525	19,70	MIDI-Interface für C 64 (ds.)	127-608	26,40	Universal-Netzgerät		
Atomuhr Eprom 2716	065-421/1	25,00	Frequenznormal	126-526	10,00	Bit-Muster-Detektor	127-609	14,90	— Netzteil	078-662	45,00
Hall-Digital II	065-422	98,10	MultiBoard	126-527	29,90	Sprachausgabe für C 64	127-610	13,90	— DVM-Platine	078-663	30,00
Fahrrad-Computer (Satz)	065-423	12,70	CD-Kompressor	126-528	21,10	Schrittmotorsteuerung	127-611	26,50	Dig. Temperatur-Meßsystem ds.	078-664	35,00
Camping-Kühlschrank	065-424	26,80	Hygrometer	017-530	19,80	— Busplatine	127-612	12,00	IR-Taster ds.	078-665	42,00
De-Voice	065-425	15,50	Hygro Eprom	017-532	25,00	— MUX-Karte	127-612	12,00	NDPL-Mono-Hauptplatine	078-666	48,00
Lineares Ohmmeter	065-426	11,30	3-Meter — Hauptplatine	017-532	25,00	PIO-Karte	127-613	9,70	— Netzteil	078-667	27,00
Computer-Schaltuhr Mutter	075-430/1	53,90	C-Meter — Quarz-Zeitbasis	017-534	3,30	Verdrähtungsplatine	127-614	66,00	2m-Empfänger	078-668	20,00
Computer-Schaltuhr Anzeige	075-430/2	21,00	Stage-Intercom	017-535	9,50	Audio-Verstärker mit NT	127-615	9,70	E.M.M.A.-IEC-Bus	078-669	16,00
DCF 77-Empfänger	075-431	8,80	State-Variable-Equalizer	017-536	58,90	Byteformer (ds., dk.)	86 10 146	39,00	LCD-Panelmeter (ds.)	078-670	13,00
Schnellader	075-432	20,50	Limiter L6000	REM-540	7,40	Byte-Brenner (Epromer)	018-616	30,00	Makrovision-Killer	078-671	15,00
Video Effektergerät Eingang	075-433/1	13,40	Peakmeter	REM-542	48,40	Gitarren-Stimmgerät	018-617	14,00	Salladen	078-672	26,00
Video Effektergerät AD/DA-Wandler	075-433/2	11,90	Oszil-Speicher	027-544	27,60	Schrittmotorsteuerung	018-618	40,00	SMD-DC/DC (ds.)	078-673	13,00
Video Effektergerät Ausgang	075-433/3	27,10	Stereo-Simulator	027-547	9,60	Handsteuer-Interface	018-619	15,60	DC/DC-Wandler	078-674	16,00
Tweeter-Schutz	075-437	4,10	Autopilot	037-548	7,50	— Mini-Paddle	018-620	7,50	MIDI-Balpedal	078-675	25,00
Impuls-Metalldetektor	095-438	18,60	Sweep-Generator — HP	037-551	29,00	SMD-Konstantstromquelle	018-621	4,00	VFO-Zusatz f. 2m-Empfänger	078-676	3,00
Road-Runner	095-439	27,10	Sweep-Generator — NT	037-552	16,60	Verstärker 2 x 50 W (Satz)	018-622	64,00	SMD-Balancemeter	078-677	3,00
Perpetuum Pendulum*	105-444	5,00	DNR-System	037-553	19,50	RMS-DC-Konverter	028-623	10,50	FBA-RGB-Wandler	078-678	35,00
VCA-Modul	105-446/1	6,00	Loisstation	047-554	11,80	Geiger-Müller-Zähler	028-624	9,50	Turbofner	078-679	15,00
Keyboard-Interface/Steuer	105-447/1	87,90	Lautsprecher-Schutzschaltung	047-555	31,70	Schnittstelle RS232 —> RS422	028-625	16,50	Batterietester	078-680	20,00
Keyboard-Interface/Einbauplat.	105-447/2	12,00	Widerstandsflöte	047-556	1,60	Schnittstelle RS232 —> RS232CL	028-626	16,50	C64-Sampler	078-681	15,00
Doppelnetzteil 50 V	115-450	33,00	Digital-Sampler	047-557	64,00	E.M.M.A.-Hauptplatine	028-627	59,00	EVU-Modem	078-682	35,00
Stereo-Equalizer	125-454	86,30	Midi-Logik	047-559	31,00	Netzgerät 0—16 V/20 A	038-628	33,00	Maßnahme-Hauptplatine	078-683	48,00
Symmetrier-Box	125-455	8,30	Midi-Anzeige	047-560	6,80	Vorgesetzter (V.Vf. „Black Devil“)	038-629	38,00	— 3er Karte	078-684	35,00
Präzisions-FKts-Generator/Basis	125-456/1	27,00	HF-Baukasten-Mutter	057-561	49,00	Experimentier-Set	038-630	6,00	Schrittmotorsteuerung	078-685	65,00
Präzisions-FKts-Generator/	125-456/2	7,60	— NF-Verstärker	057-562	7,50	f. Analog-Multiplexer	038-631	18,00	— ST-Steuertaste	078-686	65,00
Endstufe	125-456/3	11,20	UKW-Frequenzmesser (Satz)	057-563	6,60	E.M.M.A.-Tastaturplatine	038-632	19,00	100 W-PPP (Satz f. 1 Kanal)	078-687	100,00
Combo-Verstärker 1	016-461	14,90	Zweitklingel	057-566	28,50	Schrittmotorsteuerung	038-633	19,50	Thermostat mit Nachtabenkung	078-688	100,00
ZF-Verstärker f. ElSat (doppelseitig)	026-462	22,20	LED-Übersteuerungsanzeige	057-567	3,90	Treibplatine ds. dk.			TV-Modulator	078-689	18,00
Combo-Verstärker 2	026-463	22,20	D.A.M.E. Eprom	057-568	3,90	Frequenzshifter	048-633	19,50	Universal getaktete	078-690	7,00
Kraftpaket 0—50 V/10 A	026-464/1	33,60	HF-Baukasten — Mixer	067-569	25,00	— Mutterplatine	048-634	14,50	DC-Motorsteuerung	078-691	15,00
Kraftpaket / Einschaltverzögerung	026-464/2	12,00	Leistungsschaltwandler	067-570	10,00	— NF-Platine	048-634	14,50	SMD-Logiktester	078-692	35,00
Sat 2 PLL/Video	026-465	41,30	Dualnetzgerät	067-571	33,20	Dig. Generator	048-635	16,50	Schweißplatine	078-693	3,00
LED-Analoguhr (Satz)	026-466	136,00	Spannungsreferenz	087-572	8,00	— Analog-Generator	048-636	5,50	IEEE488-PC inkl. GAL	078-694	75,00
elSat 3 Ton-Decoder	036-467	17,40	Video-PLL	077-574	2,20	— Netzteil	048-637	15,00	Autoranalog Multimeter	078-695	10,00
elSat 3 Netzteil	036-471	14,40	Video-FM	077-575	4,60	7-Segment-BCD-Decoder	048-638	9,50	Halogen-Unterwasser-Leuchte	078-696	10,00
Combo-Verstärker 3/Netzteil	036-472	16,50	Spannungslupe	077-576	5,50	Anpaßverstärker	048-639	7,00	ELISE (Satz) mit 5 Platinen	078-697	199,00
Clipping-Detektor	046-474	4,90	Wedding Piper	077-577	6,00	E.M.M.A.-DCF-77-Uhr			ELISE-Trenn/Treiber einzeln	078-698	25,00
elSat 4 Stromversorgung	046-476	3,00	HF-Baukasten-FM-Demodulator	077-578	16,00	— Relaisplatine	048-641/1	28,50	ELISE-Speicherwandler einzeln	078-699/1	26,00
Sat 4 LNA (Teflon)	046-477	19,75	Rauschgenerator	077-580	16,00	— Tastatur	048-641/2	20,00	Hybrid-Sinussgenerator	078-700	16,00
Sinussgenerator	046-478	34,00	Ultraschall-Entfernungsmesser (Satz)	077-582	3,00	Studio-Mixer	REM-642	20,00	Black-Devil-Brücke	078-701	12,00
Power-Dimmer	056-481	26,90	Pink-Noise-Filter	077-583	5,70	— Ausgangsverstärker	REM-643	8,00	Spannungswächter	078-702	7,00
Netzblick	056-482	14,30	Remixer (Satz)	077-585	82,00	Mikrofon-Vorverstärker	REM-644	5,00	z-Modulationsadapter	078-703	3,00
elSat UHF-Verstärker (Satz)	056-486	43,10	Midi-V-Box	079-586	38,50	Universal-Vorverstärker	REM-645	3,00	Audio-Cockpit — HP	078-704	30,00
Drehzahlsteller	076-495	7,20	Testkopf-Verstärker	079-587	18,20	— Klangfilter	REM-646	10,00	Synthesizer (ds.)	078-705	69,00
Mini-Max (Satz)	076-496	59,90	Wechselschalter	079-588	4,20	— Pan-Pot	REM-647	4,00	4½-stelliges Panelmeter (ds.)	078-706	40,00
Sat 2 Hauptplatine	076-497	56,50	Mäuse-Klaviers	079-589	5,00	Summe mit Limiter	REM-648	9,00	DSP Systemkarte 32010	078-707	64,00
Delay — Anzeige-Modul	076-498	6,50	250 W Röhren-Verstärker	079-590	63,00	MIDI-Monitor			Byte-Logger (ds.)	078-708	64,00
LED-Analoguhr/Wecker-			250 W Röhren-Verstärker-Endstufe	079-591	44,50	— Hauptplatine	058-649	35,00	Autoranging Multimeter	078-709	64,00
und Kalenderzusatz			µ-Pegelschreiber AD Wandler	079-592	66,00	— Tastaturplatine	058-650	18,00	Breitbandverstärker	078-710	6,00
— Tastatur	096-499	3,70	Midi-KeyBoard	079-594	38,50	Passiv-IR-Detektor	058-651	18,00	— Einbauversion	049-711	6,00
— Anzeige	096-500	7,50	Mini-Sampler	079-595	36,50	SMD-VU-Meter	058-652	3,00	Tastatkonversion	049-712	6,00
— Kalender	096-501	12,30	µ-Pegelschreiber-NT	079-596	25,80	E.M.M.A.-V24-Interface	058-653	6,00	Antennen-Verteiler	049-713	11,00
— Wecker	096-502	15,20	Schrittmotorsteuerung-HP	079-598	38,50	— Digitalteil	068-654	35,00	Metronom	049-714	26,00
Fahrtregler (Satz)	106-503	11,40	Aktive Antenne (SMD)	079-600	2,80	Markisensteuerung	068-655	18,00	DSP-Speicherkarte	049-715	64,00
Röhrenverstärker	106-509	74,80						— AD-DA-Wandlerkarte	049-716	64,00	
Spannungsreferenz	106-510	9,20						— Erweiterungskarte	049-717	64,00	
Schlagzeug — Mutter	106-511	80,00						Universeller Melverstärker	049-718	64,00	
Schlagzeug — Voice	106-512	25,80							049-719	64,00	

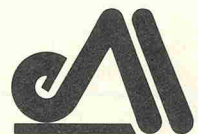
So können Sie bestellen: Die aufgeführten Platinen können Sie direkt bei eMedia bestellen. Da die Lieferung nur gegen Vorauszahlung erfolgt, überweisen Sie bitte den entsprechenden Betrag (plus DM 3,— für Porto und Verpackung) auf eines unserer Konten oder fügen Sie Ihrer Bestellung einen Verrechnungsscheck bei. Bei Bestellungen aus dem Ausland muß stets eine Überweisung in DM erfolgen.

Kreissparkasse, Kt.-Nr. 4408 (BLZ 250 502 999)

**eMedia GmbH, Bissendorfer Str. 8, Postfach 61 01 06, 3000 Hannover 61**

Auskünfte nur von 9.00 bis 12.30 Uhr 0511/53 72 95

Die Platinen sind ebenfalls im Fachhandel erhältlich. Die angegebenen Preise sind unverbindliche Preisempfehlungen.





# Bipolar versus CMOS

Electronics  
Review

**versus** ['və:səs] gegen

**CMOS** (= complementary metal-oxide semiconductor) Komplementär-Metalloxid-Halbleiter  
Metalloxid-Halbleiter

Bipolar technology is already used widely in analogue applications such as telecommunications and sensors since CMOS can't offer the same range of resistances needed for good analogue circuits. But there are disadvantages associated with bipolar chips which will make equipment using these devices more expensive than CMOS-based systems.

Most electronic devices are digital and it is here that CMOS chips win because they are cheap to use. An awful lot of circuitry can be packed onto a single chip which can run fast without getting too hot. The high packing density means more can be squeezed on to each device and this cuts down the total number of chips needed. Also since CMOS chips aren't power hungry, they don't get hot and so there is no need for expensive cooling systems.

It turns out that the reason CMOS chips don't use much power is because they don't draw power when they are not actually doing something. But as clock rates for CMOS chips creep up towards 100 MHz, they will spend a lot more of their time doing things and so drawing power. Parasitic capacitance will also cause trouble at high switching rates.

In other words, the inherent advantages of CMOS disappear at high speeds. Bipolar ECL chips run about five times faster than CMOS chips

**analogue applications such as ...** ['ænələg] Analoganwendungen so wie ... / **since** da (sonst: seit)

**to offer the same range of resistances** den gleichen Widerstandsbereich bieten / **needed for ...** der für ... benötigt wird

**disadvantage associated with ...** [disəd'vɑ:ntidʒ] Nachteil im Zusammenhang mit ...

**equipment using these devices** Vorrichtungen, die diese Geräte benutzen  
**more expensive than ...** teurer als ...

**digital** ['didʒitl]

**awful lot of circuitry** ['sə:kitri] riesige Menge von Schaltkreisen  
(awful sonst: schrecklich, furchtbar)

**to run fast** schnell betrieben werden

**without getting too hot** ohne zu heiß zu werden

**high packing density means ...** hohe Packungsdichte bedeutet ...

**to be squeezed** zusammengepreßt werden

**to cut down the total number of ...** die totale Anzahl von ... herabsetzen / **power hungry** leistungshungrig

**so there is no need for expensive cooling systems** so daß keine Notwendigkeit für teure Kühlsysteme besteht

**to turn out** zeigen, klarwerden

**don't use much power** nicht viel Leistung verbrauchen

**don't draw power** keine Leistung beziehen

**clock rate** Taktgeschwindigkeit (rate sonst: Quote, Rate)

**to creep up towards ...** hochklettern gegen ... (to creep sonst: kriechen, schleichen)

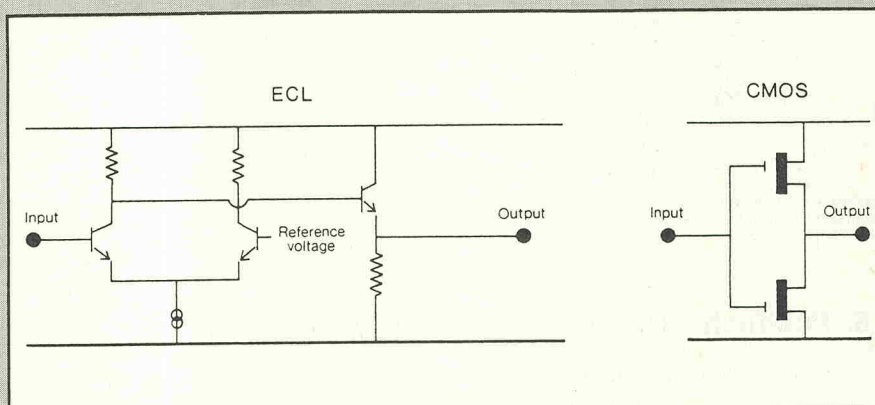
**to spend a lot more of their time** viel mehr Zeit verbringen

**parasitic capacitance** Störkapazität (parasitic auch: parasitär)

**to cause trouble** Unannehmlichkeiten verursachen

**at high switching rates** bei hohen Schaltgeschwindigkeiten  
**inherent** inneres

**to disappear at high speeds** bei hohen Geschwindigkeiten verschwinden  
**ECL (= emitter-coupled logic)** emittergekoppelte Logik



**Fig. 1 — A simple inverter needs six elements in ECL compared with only two in CMOS**  
Ein einfacher Invertierer benötigt sechs Elemente in ECL verglichen mit nur deren zwei in CMOS



with similar sized features. And that's their main advantage. At high clock speeds both types of device will generate heat and need cooling.

However, more elements are needed to implement any logical function using bipolar ECL technology than CMOS. The diagram shows that three transistors and three resistors are needed to make a simple inverter using bipolar ECL while only two transistors are needed with CMOS. Hence, a state-of-the-art CMOS threechip fast microprocessor may end up at six rather large bipolar chips.

A small crate with water cooling would be needed to house enough fast ECL memory chips to replace a handful of conventional CMOS-based DRAM chips.

So although bipolar technology will continue to dominate analogue electronics, it is not necessarily the route to fast and cheap digital systems.

(Source: "Electronics Weekly", London)

**similar sized feature** [fi:tʃə] ähnlich große Kenngröße  
**main advantage** [əd'vɑ:ntidʒ] Hauptvorteil  
**to generate heat** Wärme erzeugen (**heat** sonst: Hitze)

**to implement** ausführen (auch: ausüben)  
**diagram** Schaltplan (sonst auch: Diagramm)  
**to make a simple inverter** einen einfachen Invertierer bilden  
**hence** daher, somit  
**state-of-the-art** auf dem letzten technischen Stande  
**to end up at** ... sich schließlich auf ... belaufen

**crate** Kiste  
**to house enough fast** ... [i'naʃ] genügend schnelle ... unterbringen  
**to replace a handful of** ... eine Handvoll von ... ersetzen  
**DRAM (= dynamic random-access memory)** Dynamischer Speicher mit wahlfreiem Zugriff

**although** obwohl  
**to continue to dominate** weiterhin dominieren  
**not necessarily the route to** ... nicht notwendigerweise der Weg zu ...

ANZEIGEN

Das Warten hat sich gelohnt  
**ER IST DA**

**No. 89/1**  
 Stereo-  
 Vorverstärker No. 89/1  
 mit Leistungsdaten, die auch den  
 Verwöhntesten überzeugen:

1. 1 Tape und 5 weitere Hochpegelung, wählbar
2. Alle Hochpegelgänge mit DIL-Relais, verschleißfrei
3. Einschaltverzögerung mit DIL-Relais
4. Sehr niedrige Ausgangsimpedanz

5. Echter DC-Betrieb, umstellbar auf AC
  6. Sehr schnelle und rausch- arme I-FET IC's
  7. Hochflexibler Phonoeingang (MC, MM, Impedanz und Kapazität einstellbar)
  8. 18 vergoldete Chinch-Buchsen auf der Platine
  9. Vollstab. Netzteil, außen- liegender Ringkerntrafo
  10. Modul komplett aufgebaut
- Katalog kostenlos anfordern

**H. KLEIN**  
**ELEKTRONIK**

H. Klein Elektronik · Schubertstraße 7  
 7531 Neuhausen/Hamburg bei Pforz.  
 Telefon (0 72 34) 77 83 · Telefax 52 05

Deutsches Qualitätsprodukt  
 mit 3-Jahres-Garantie



**HIGH-END RÖHREN**  
**SELEKTIERT RAUSCHARM**

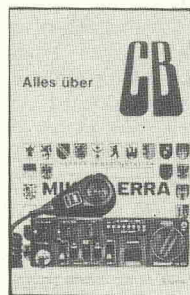
GT-7025 24,00 / GT-12AT7 30,00 / GT-12AX7 30,00 / GT-ECC83 24,00 / GT-6L6 Duett 100,00 / GT-6L6 Quartett 200,00 / GT-6V6 Duett 100,00 / GT-EL34 Duett 120,00 / GT-EL34 Quartett 240,00 / andere Typen a.A

Weiterhin liefern wir professionelle Lautsprecher, hochwertige Bühnenelektronik, Bauelemente und Zubehör.  
 Lieferung per Nachnahme + Porto. Liste gegen 2,00 DM in Briefmarken

**SOUND EQUIPMENT M. Eisenmann**

Kohlenstr. 12 \* 4630 Bochum \* Tel. 0234/450080 \* BTX 0234450080

## CB - Funk - Literatur ? .... das sind wir !



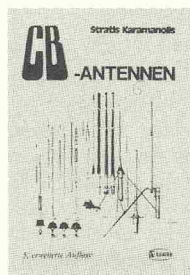
### Alles über CB

Ein Handbuch für den CB-Funker  
 8. Auflage, 180 S., 130 Abb., DM 28,-



### CB-Funk

und seine Wiedergeburt  
 11. Auflage, 126 S., 53 Abb., DM 19,80



### CB-Antennen

5. Auflage, 123 S., 59 Abb., DM 19,80



### CB für Anfänger

4. Auflage, 68 S., 22 Abb., DM 10,80



**Elektra-Verlags-GmbH**

Nibelungenstraße 14, 8014 Neubiberg  
 b. München, Telefon (089) 6011356



## Berufliches

Dipl.-Ing bei der Post. Mancher Uni- oder FH-Absolvent rümpft da vielleicht etwas zu früh die Nase. Wahrlich, der Einstieg ist nicht sonderlich attraktiv: erneute Schulungen, Kurse, Seminare... Außerdem bietet die Industrie in der Regel die höheren Anfangsgehälter. Und dann auch noch die Beamtenlaufbaaaaaahn...

Doch einige Punkte werden oft übersehen: Die Post ist es, die nicht selten die Maßstäbe setzt, nach denen in der Industrie entwickelt und gearbeitet wird — selbst bei Branchenriesen wie Siemens.

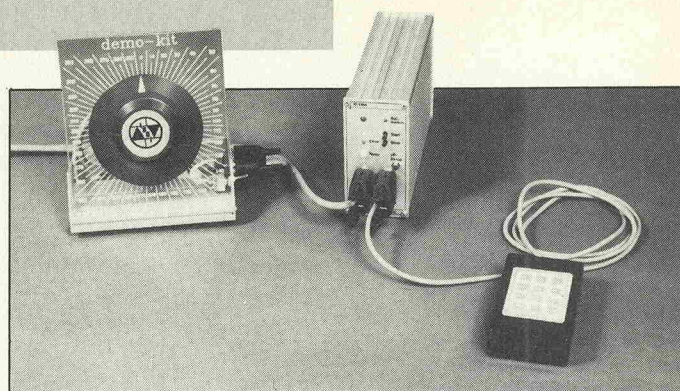
Und das Geld? Vergessen wird, daß der Öffentliche Dienst geldwerte Leistungen bietet, die in der freien Wirtschaft erst teuer erkaufte werden müssen — angefangen bei der unvergleichlich billigen Krankenversicherung (mit dem Status eines Privatpatienten) über günstige Bau-

sparmaßnahmen bis hin zur fast schon unverschämte guten Pensionsregelung.

Ein idealer Arbeitsplatz auch für die leider so wenigen Akademikerinnen aus der Elektronik-Branche: Chancengleichheit muß der Öffentliche Dienst schließlich bieten, wenn es schon sonst niemand tut. Der Arbeitsplatz bleibt sicher — egal, wie viele Schwangerschaften geplant sind.

Und die Aufgaben? Mögen Besoldungsrecht, Beförderungspraxis und Personalpolitik auch noch so veraltet sein: Solange die Spitze der DBP, angefangen beim Minister selbst, so ISDN-verbissen und kabelwütig wie bisher bleibt, solange wird dem Fernmeldespezialisten bei der Post kein Zukunftsblick auf die Technik verbaut bleiben — schlimmstenfalls der Blick auf's Gesellschaftspolitische.

Michael Oberesch



### Lehrmittel

## Schrittmotor-Demo-Kit

Als Demonstrations- und Schulungsmodell hat die Firma Isert-electronic aus Eiterfeld ihr Schrittmotor-demo-kit ganz neu auf den Markt gebracht. Es besteht aus einer 2-Phasen-Schrittmotorsteuerung mit integriertem Mikroprozessor, einem Motor mit einer Auflösung von 0,9°/Schritt sowie

der zugehörigen Software aus Demonstrations-, Lern- und Steuerungsprogramm.

Der Motor selbst ist auf einer Acrylglasscheibe montiert und mit einer großen Drehscheibe versehen, so daß alle Bewegungsabläufe gut sichtbar sind. Das komplette Kit kostet DM 680,—.

# Dipl.-Ing. bei der Post

## Else Schwiese

**Der Bedarf der Deutschen Bundespost an qualifizierten technischen Mitarbeitern steigt beständig und fast ebenso rasant wie die Gebühren für ihre Dienstleistungen. Auslöser dafür sind vor allem der weitere Ausbau des Fernmeldewesens und der Telekommunikation im Zuge von ISDN. Besonders Diplomingenieurinnen und Ingenieure der Elektrotechnik, Fachrichtung Nachrichtentechnik, sind beim größten bundesdeutschen Arbeitgeber mit mehr als einer halben Million Beschäftigten gefragt.**

Je nach Vorbildung stehen bei der Deutschen Bundespost zwei Laufbahnmöglichkeiten offen: der gehobene Dienst für den Diplomingenieur der Fachhochschule und der höhere Dienst für den Absolventen einer Technischen Hochschule. In beiden Fällen gibt ein Vorbereitungsdienst dem Neuling Gelegenheit, sich in die posteigenen Probleme gründlich einzuarbeiten. Diese weiterführende Ausbildung bietet als Schwerpunkte unter anderem an:

- Informationsverarbeitung
- Übertragungs- und Vermittlungstechnik, Kabeltechnik
- Staats-, Verwaltungs- und Finanzwesen
- Organisation und Entscheidungstechniken
- Betriebswirtschaft

Die Dauer des Vorbereitungsdienstes im gehobenen Dienst beträgt 14 Monate. Die Vorbereitung geschieht durch Arbeitskreise und Lehrgänge an den Fernmeldeschulen und schließt mit einer Laufbahnprüfung ab. Ist diese Hürde genommen, wird ein neuer Technischer Oberinspektor angestellt.

Die Schwerpunkte des Vorbereitungsdienstes für den höheren Dienst liegen ebenfalls auf der Vermittlung der bereits genannten Kenntnisse. Hierfür sorgt die Akademie für Führungskräfte der Deutschen Bundespost, das Fernmelde-technische Zentralamt und das Posttechnische Zentralamt. Die praktische Information erfolgt auch hier in den Dienststellen der Fernmeldeämter. Eineinhalb Jahre dauert diese fundierte Ausbildung, die nach erfolgreichem Abschluß durch die Große Staatsprüfung zur Anstellung als Postrat bzw. Posträtin führt.

Diese Laufbahnmöglichkeiten sind nicht in jedem Falle starr. Bei überdurchschnittlichem Können besteht für den Diplomingenieur im gehobenen Dienst auch durchaus die Chance, in den höheren Dienst zu wechseln und damit in den oberen Etagen großer Fernmeldeämter oder des Bundespostministeriums zu arbeiten.

Die nach der Vorbereitung anstehende praktische Arbeit bietet eine recht große Bandbreite an Aufgaben im fernmelde-

technischen Bereich der Post. Hier einige Tätigkeitsbeispiele für den gehobenen Dienst:

1. Planung von Kabel- und Kanalbauvorhaben, Erweiterung des Breitbandkommunikationsnetzes, Wirtschaftlichkeitsrechnungen über den Ausbau von Rundfunk- und Fernsehprogrammen und dessen zeitliche Abfolge.

2. Mitarbeit im Planungsteam für den Ausbau der technischen Einrichtungen der telefonischen Auslandsvermittlung und der ersten digitalen Auslandsvermittlungsstelle in Frankfurt. Hierzu gehören auch die Überprüfung und Terminierung von Firmenangeboten zu technischen Anlagen mit Berücksichtigung betrieblicher und wirtschaftlicher Gesichtspunkte.

3. Erarbeitung und Durchführung von Fortbildungslehrgängen für die Kundenberatung im Bereich von Telex, Telefax und Teletex. Fachliche Beratung speziell für ausländische Kunden. Selbstverständlich ist dies erst nach langjähriger Erfahrung auf dem Gebiet der Übertragungstechnik möglich.

Doch nicht nur im Bereich der DBP, sondern auch im Ausland können interessierte Diplomingenieure eingesetzt werden, zum Beispiel in der Entwicklungszusammenarbeit bei



## Schulungen, Seminare, Kongresse

### Workshops der Advanced Micro Devices GmbH, München:

30./31.5. Stuttgart  
13./14.6. Hannover  
27./28.6. München  
'Programmierbare Logik (PAL)'

1./2.6. Stuttgart  
15./16.6. Hannover  
29./30.6. München  
'Programmierbare Gate Arrays (LCA)'

### Seminare im Valvo Design Zentrum, Hamburg:

29.—31.5.  
'ASIC Design Grundseminar'

1./2.6.  
'ASIC Design Aufbauseminar'  
5.—9.6.  
'C auf 68000-Systemen'  
6./7.6.  
'PLD-Grundseminar'  
8.6.  
'PLD Aufbauseminar'

### Seminar der Electronic 2000 Vertriebs AG, München:

30.5. Freiburg  
31.5. Bad Dürkheim  
1.6. Ulm  
'Einsatz anwenderprogrammierbarer Logik-ICs (USIC)' (insbesondere bei Eigenent-

wicklungen kleiner und mittelständischer Firmen). DM 90.—

### Die Seminarabteilung des Deutschen Wirtschaftsdienstes, Köln, bietet:

30.5. Köln  
DWD-Praxis-Seminar 'Telekommunikation' — Herausforderungen für die technische Kommunikation zwischen Neuordnung der Bundespost 1989 und EG-Binnenmarkt 1992. DM 680,—

### Fachtagungen der VDE-Zentralstelle Tagungen, Frankfurt:

8.—10.5.  
Garmisch-Partenkirchen

'Vakuumelektronik und Displays'

### Kurse von ICS Training, München:

13.—16.5 München  
'Strukturierte Programmentwicklung', DM 2385,—  
30.5.—2.6. Hamburg  
'Software-Projekt-Management', DM 2595,—

### 'Mega-Chip DSP' Seminar von Texas Instruments, 8050 Freising:

10.5. Hamburg  
11.5. München  
'Die gesamte TMS 320-Signalprozessorfamilie vom RISC-Controller zum 33-MFLOP-DSP', DM 159,— + Mwst.

der Deutschen Telepost Consulting GmbH (Detecon). Auch die Mitarbeit in internationalen Organisationen ist bei der Post möglich — die dazu notwendigen Sprachkenntnisse vermittelt sie ebenfalls.

Neben Absolventen der allgemeinen technischen Universitäten und Fachhochschulen beschäftigt die DBP natürlich auch viele Abgänger ihrer eigenen Ausbildungsstätten wie die der Post-Fachhochschulen in Dieburg (bei Darmstadt) und Berlin. Technisch interessierte Realschüler, Fachoberschüler und Abiturienten sowie Kommunikationselektroniker kommen für eine Ausbildung zum Diplomingenieur für Elektrotechnik/Nachrichtentechnik an diesen Fachhochschulen in Frage.

Studienförderungsverträge mit Studenten der entsprechenden Fachrichtungen sind ebenfalls möglich und verhelfen zu einer monatlichen Studienbeihilfe. Solch einen Vertrag kann ein Fachhochschüler gleich nach der Immatrikulation eingehen; ein Studierender der Technischen Universitäten jedoch erst nach bestandener Vorprüfung. Die Unterhaltsbeihilfe beträgt DM 500,— für ledige und DM 530,— für verheiratete auswärtige Studierende. Hinzu kommen:

1. Die Erstattung von Studiengebühren (ausgenommen Prüfungsgebühren und Beiträge für die Organe der Studentenschaft) — für Fachhochschüler bis DM 150,—, für Studierende an Universitäten bis DM 200,— je Semester.

2. Ein Zuschuß zur Beschaffung von Lernmitteln von DM 100,— zu Beginn des Semesters.

3. Ein Beitrag bis zu DM 150,— je Kalenderjahr für lehrplanmäßige Exkursionen.

Studenten, die berechtigt sind, Leistungen aus dem BAFÖG zu erhalten, können selbstverständlich auch dort einen Antrag auf Studienförderung stellen. Die Studienbeihilfe der Post gilt jedoch dann als eigenes, anzurechnendes Einkommen.

Diese Förderung der DBP geschieht auf der Grundlage eines Vertrages: Der Student muß sich im Gegenzug verpflichten, gleich nach bestandener Abschlußprüfung in den Vorbereitungsdienst für die Laufbahn des fernmeldetechnischen Dienstes der Post einzutreten.

Sollte der Geförderte jedoch seinen vertraglichen Verpflichtungen während des Studiums nicht nachkommen oder möchte er während des Vorberei-

tungsdienstes oder innerhalb von 5 Jahren nach bestandener Laufbahnprüfung aus dem Dienst der Post ausscheiden, muß er den Gesamtbruttobetrag der ihm gewährten Studienbeihilfe sofort zurückzahlen. Bei späterem Ausscheiden verringert sich der Rückzahlungsbetrag anteilmäßig.

Die DBP bemüht sich zur Zeit um eine grundsätzliche Neuordnung ihrer Studienförderung. Bereits abgeschlossene Verträge werden dann den neuen Regelungen angepaßt, falls diese für die Studenten günstiger sein sollten.

Interessenten für einen Berufseinstieg, für einen Studienplatz oder für die Studienförderung wenden sich an:

*Landespostdirektion Berlin  
Referat für berufliche Bildung  
Dernburgstraße 50  
Postfach 19 05 00  
1000 Berlin 19  
Tel.: (0 30) 3 28-1*

*Fernmeldetechnisches Zentralamt  
Referat V 11  
Am Kavalleriesand 3  
Postfach 5000  
6100 Darmstadt  
Tel.: (0 61 51) 83-1*

Voraussetzung	Vorbereitungsdienst	Anstellung/Einstieg
Dipl.-Ing. (Fachhochschule) Höchstalter z. Z. 40 Jahre	Ausbildung: 14 Monate Abschluß: Laufbahnprüfung  <b>Gemeinsame Schwerpunkte:</b> ● Fernmeldedienst der DBP ● Übertragungs- und Vermittlungstechnik, Kabeltechnik ● Informationsverarbeitung ● Staats-, Verwaltungs- und Finanzwesen ● Organisation und Entscheidungstechniken ● Betriebswirtschaft ● Allgem. und Fernmeldespez. Rechtskunde ● Personalführung	als Technische(r) Oberinspektor(in) Besoldungsgruppe A10 + Ortszuschlag (ledige ca. 3 000 DM)
Dipl.-Ing. (Technische Hochschule) Höchstalter z. Z. 35 Jahre	Ausbildung: 18 Monate Abschluß: Große Staatsprüfung	als Postrat/Posträtin Besoldungsgruppe A12 + Ortszuschlag (ledige ca. 3 900 DM)

**Zwei Laufbahnen — viele Berufschancen: Karriere als Dipl.-Ing. bei der Deutschen Bundespost.**





## Preuß/Musa Computer-schnittstellen

München 1989  
Hanser Verlag  
248 Seiten  
DM 78,—  
ISBN 3-446-15341-1

Das vorliegende Buch vermittelt die Struktur der gebräuchlichsten Computerschnittstellen. Die Autoren widmen

sich intensiv der V.24- und der Centronics-Schnittstelle sowie dem (Quasi-) Labor-Standardbus nach IEEE-488.

Während die genannten Schnittstellen in modernen Personalcomputern fast schon zur Standardausstattung gehören und ihre korrekte Bedienung in der Regel vom Betriebssystem erledigt wird, erfordern Eigenentwicklungen intime Kenntnisse der Übertragungsprotokolle, der elektrischen Pegel und der mechanischen Ausführungen.

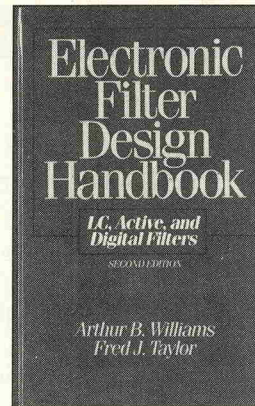
Für alle behandelten Schnittstellen werden die vorgenannten Merkmale der Interfaces ausführlich behandelt. Weitergehend ist für jede Schnittstelle die Integration in Microcomputersysteme — sowohl die Hardware- als auch die

Softwareseite — anhand von fertigen Schaltbildern und Programmen beschrieben.

Der weitaus größte Raum ist dem IEC-Bus gewidmet. Auch hier wird in beispielhafter Ausführlichkeit die Realisierung einer Schnittstelle für Z80- und 68000-Systeme beschrieben. Als IEC-Kontrollerbaustein kommt das NEC-IC  $\mu$ PD7210 zum Einsatz. Ein praxisnahes Beispiel einer Meßautomatisierung mit IEC-Bus-Geräten rundet die Ausführungen ab.

Die beiden Autoren haben sich in ihrem Buch einer oft stiefmütterlich und unvollständig abgehandelten Materie gewidmet. In dieser Präsentation ist es jedem Praktiker zu empfehlen.

hr



Arthur B. Williams,  
Fred J. Taylor

## Electronic Filter Design Handbook

New York/  
Hamburg 1989  
McGraw-Hill  
Book Co. GmbH  
672 Seiten  
DM 149,59  
ISBN 0-07-070434-1

Richtig — es handelt sich um ein englischsprachiges Buch. Doch wer diese für einen Elektroniker wohl kleine Sprachbarriere überwindet und das Buch aufschlägt, findet in ihm so ziemlich alle Grundlagen, Fakten und Daten gesammelt, die sowohl mit der Filtertheorie als auch mit dem praktischen Entwurf elektronischer Filter zu tun haben. Neben passiven (LC-) und aktiven (RC-) Filtern behandeln die Autoren auch den jüngsten Filterzweig, den stark expandierenden Bereich der Digitalfilter.

Von der Netzwerktheorie ausgehend werden zunächst die verschiedenen Übertragungscharakteristiken elektronischer Filter untersucht. Je ein Kapitel ist den Tief-, Hoch- und Band-

## IC-Express

IC	Funktion	Besondere Eigenschaften	Stromversorgung	Gehäuse
CA7607 CA7611	Video-ZF-Verstärker	Video-Bandbreite: Typ. 5,5 MHz, max. 10 MHz Eingangsspannung: 25 $\mu$ V ... 100 mV Video-Signal/Rauschverhältnis bei $U_e = 7,5$ mV: 54 dB Eingangsimpedanz: 3 k $\Omega$	Typ. 12 V, max. 15 V	16-Pin-Plastik-DIP
AOP3510	OpAmp	Leerlaufverstärkung: 70 dB Gleichtaktunterdrückung: 55 dB Eingangsoffsetspannung: $\pm 15$ mV Temperaturdrift: 30 $\mu$ V/ $^{\circ}$ C Verstärkung/Bandbreiteprodukt: 350 MHz Anstiegsgeschwindigkeit: 1500 V/ $\mu$ s	$\pm 8$ V	16-Pin-DIP 8-Pin-Flatpak
CD54/ 74HC297 CD54/ 74HCT297	Digital-PLL-Filter	Frequenzbereich: 0 ... 55 MHz (K-Clock) 0 ... 35 MHz (I/D-Clock) Fanout: 10 LSTTL-Eingänge Temperaturbereich: $-40 \dots +85^{\circ}$ C	4,5 ... 5,5 V	16-Pin-Plastik-DIP
ADS-21	Sampling A/D-Umsetzer	Auflösung: 12 Bit Differentieller Linearitätsfehler: $\pm 1/2$ LSB Integraler Linearitätsfehler: $\pm 1/2$ LSB Umsetzzeit: 750 ns typ. Eingangsspannung: 0 ... 10 V, 0 ... 20 V, $\pm 10$ V, $\pm 5$ V Verstärkungsdrift: $\pm 18$ ppm/ $^{\circ}$ C Signal/Rauschverhältnis (0 ... 100 kHz): 80 dB (100 ... 500 kHz): 75 dB	$\pm 15$ V, $\pm 5$ V	16-Pin-DIP
HA-5330	Sample/Hold-Verstärker	Einschwingzeit auf 0,01 %: 500 ns Abfallzeit: 0,01 $\mu$ V/ $\mu$ s Offset: 0,2 mV Anstiegszeit: 90 V/ $\mu$ s Temperaturdrift: 1 $\mu$ V/ $^{\circ}$ C Verstärkung/Bandbreiteprodukt: 1,6 MHz Ausgangsrauschspannung: Sample: 230 $\mu$ V Hold: 190 $\mu$ V	$\pm 11 \dots \pm 18$ V	14-Pin-Keramik-DIP



pässen, Sperrfiltern und Allpässen gewidmet. Und deren richtige Dimensionierung ist dank Kapitel 11 gewährleistet — es enthält sämtliche normalisierten Filter-Parameter, die beim praktischen Entwurf zu berücksichtigen sind.

Den Abschluß bilden Betrachtungen über Filter-Architekturen sowie über die Technik digitaler Filter. Im Anhang des vorliegenden Buches ist das mathematische Werkzeug für Filterberechnungen, namentlich die Verfahren der Laplace- und Fourier-Transformation, als kompakte Formelsammlung mit vielen durchgerechneten Beispielen enthalten.

Fazit: Mit diesem exzellent erarbeiteten Handbuch steht Ingenieuren, Technikern und Studen-

ten ein Nachschlagewerk zur Verfügung, das sie bei theoretischen und praktischen Filterproblemen nicht im Stich läßt — das Buch ist seinen Preis wert.

jkb

*Valvo (Herausgeber)*

## **Piezoxide (PXE) Eigenschaften und Anwendungen**

Heidelberg 1988

Hüthig Verlag

200 Seiten

DM 20,—

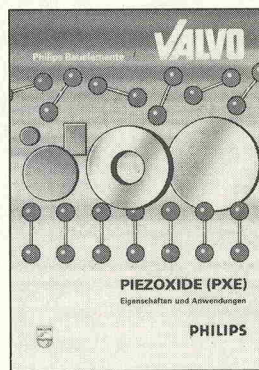
ISBN 3-7785-1755-4

Wieviele Piezos hat Ihr nächstes Auto? Mal kurz nachzählen?

Zunächst die Sensoren: den in der Klopfgeräuscherkennung und den in der Crash-Auto-

matik, die den Gurtstraffer oder den Airbag aktiviert. Dann den Aktuator in der Gemisch-Aufbereitung. Und die Aktuatoren in Sender und Empfänger des Ultraschall-Abstands-„Radars“.

Doch es muß nicht das Auto sein: Mit piezoelektrischen Elementen läßt sich auf vielfältige Weise mechanische Energie in elektrische



und elektrische Energie in mechanische umwandeln. Valvo hat zu seinen PXE-Elementen nun ein Buch herausgebracht, das einen Überblick der Einsatzmöglichkeiten gibt. Die zahlreichen Grafiken, Schnittzeichnungen, Fotos, Formeln und Schaltbilder sowie die Hinweise zur Meßtechnik und der Anhang mit über 40 (!) anwendungsorientierten Literaturverweisen bieten Entwicklungsingenieuren in allen technischen Bereichen soviel Information, daß eine Entscheidung über den Einsatz von piezoelektrischen Elementen schnell herbeigeführt werden kann.

Die Anwendungen gliedern sich im Energiebereich in „Generatoren“ und „Schallwandler“. Einige Beispiele: Zünd-

elemente, Feststoffbatterie, „Power Supply“ einerseits sowie Summer, Telefon-Mikro, Piezolautsprecher (Hörschall) und Echolot, Materialprüfung und -zerstörung, Schweißen und Reinigen (Ultraschall) andererseits. Im Signalebereich geht es um die schon erwähnten Sensoren (Beschleunigung, Weg, Kraft, Druck) und die Aktuatoren (Biegeelemente, Ventile, Motoren, Pumpen). Übrigens: Hf-Ultraschallwandler eignen sich als Signal-Verzögerungsleitung.

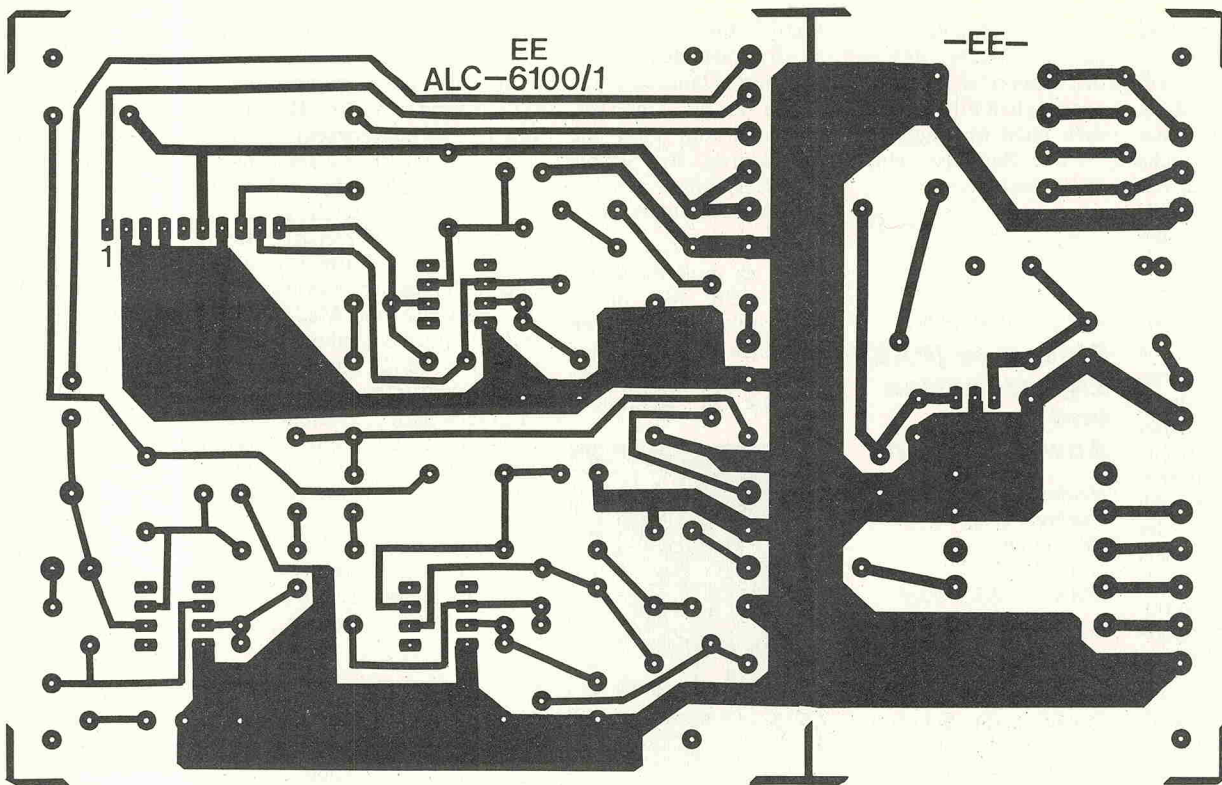
fb

Bemerkungen	Hersteller/Distributor
	RCA Solid State
	Distributor: Alfred Neye Enatechnik 2085 Quickborn
GaAs-Technik, FET-Eingänge	Anadigics, Inc. 35 Technology Dr. Warren, N.J. 07060 USA
Dynamisch veränderbare Bandbreite, Power-on reset	RCA Solid State
	Distributor: Alfred Neye Enatechnik 2085 Quickborn
Track/Hold-Schaltung eingebaut	Datel General Electric Semiconductor GmbH, Büro Nord, 2864 Hambergen
Differenzeingangsspannung max. $\pm 24$ V	Harris/MHS 8057 Eching

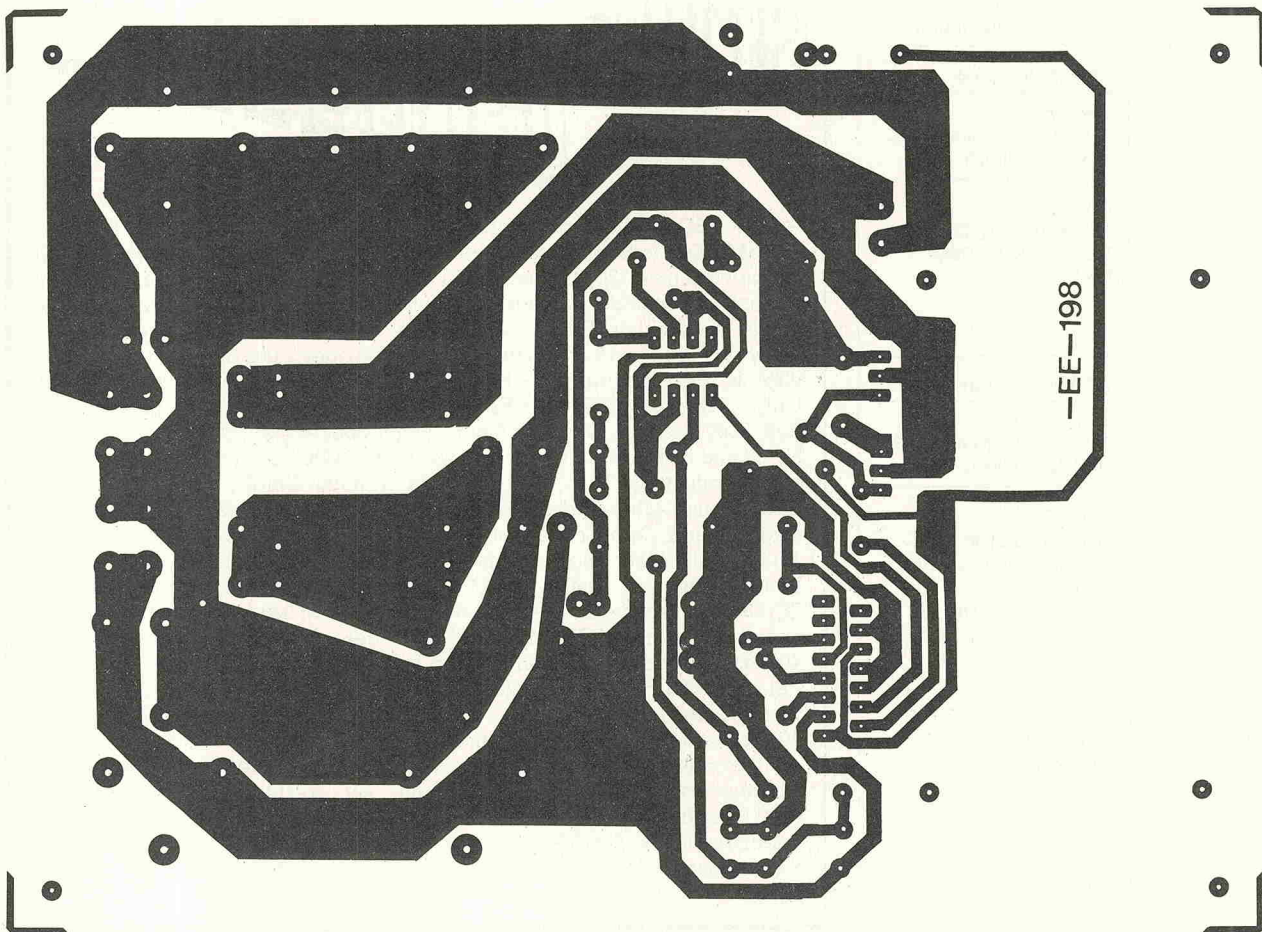
## **SMD-TELEGRAMM**

+ + + HSD-300 heißt der neue CERLED-Si-Fototransistor in SMD-Technik. Als SMD-Sendeelement steht die LED HSE 100 zur Verfügung. Honeywell Optoelectronics, 8000 München 40 \* SMD-Metallschicht-Widerstände im Kleinformat mit nur 2,1 mm Länge und 1,1 mm Durchmesser sind nun lieferbar. Beyschlag GmbH, 2240 Heide \* Die neuen Alu-SMD-Elkos mit 0,1  $\mu$ F...220  $\mu$ F sind im Blistergurt mit 1 000 oder 2 000 Stück erhältlich. Panasonic, 2000 Hamburg 54 \* Eine große Auswahl von SMT-Zeichenhilfen für Chip-, SOT-, SOSOIC- und PLCC-Bauteile wurden von Boll angekündigt. Boll, 2000 Hamburg \* Plastik-Chip-Carrier-Sockel niedriger Bauform mit 44, 52, 68 und 84 Kontakten nehmen quadratische PLCCs entsprechend der Jedd-Spezifikation Typ C auf. Thomas & Betts GmbH, 6072 Dreieich 4 \* Trimpotis, Chip-Widerstände, Widerstandsnetzwerke, Signal-Processing-ICs und Data-Conversion-ICs, OpAmps, Referenzspannungsquellen, Analogmultiplexer und viele andere passive und aktive Bauelemente bietet Bourns. Bourns GmbH, 7000 Stuttgart 10 \* Mikro-Widerstände im SO-23-Gehäuse (1 k $\Omega$ ...249 k $\Omega$ ) der Serie RSKM 023 und Multiturn-Trimpotis der Serie TS6 und TS63 wurden jetzt vorgestellt. Sfernice, 4000 Düsseldorf \* 5-mm-SMD-Spulen für 10 kHz...150 MHz, fest oder variabel, von 100 nH...7,5 mH, die für Wellenlotung geeignet sind, sind in den Typenreihen 5 CT, 5 CD, 5 CB und 5 CE lieferbar. Componex, 4000 Düsseldorf 30 \* 3-V-Lithium-Batterien mit einer Kapazität von 45 mAh, die besonders für Memory-Backup-Funktionen geeignet sind, stehen in den Abmessungen 16 mm x 16 mm x 7,5 mm zur Verfügung. Bit Electronic, 8000 München 80 \* Die Quarztypen MA-505 und MC-405 gibt es für den Frequenzbereich 6...25 MHz als Grundwellen- und für 26...60 MHz als Oberwellenquarze. Die Stabilität beträgt typisch 30 ppm. Spezial-Electronic, 3062 Bückeburg 1 + + +

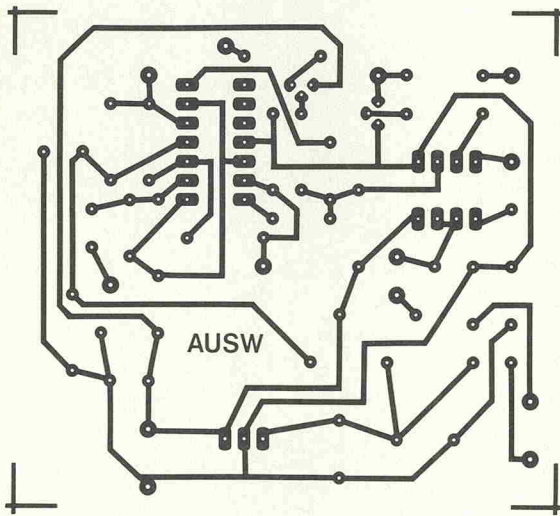
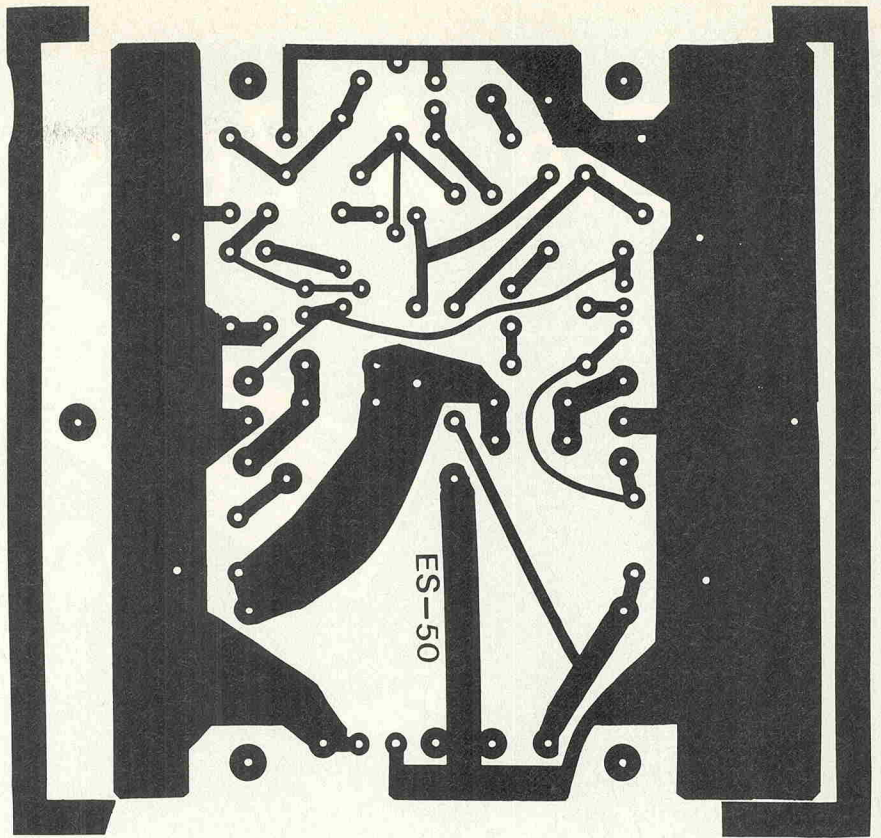




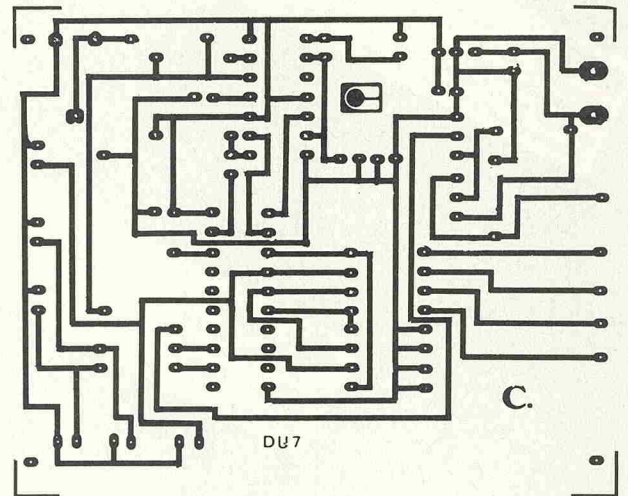
▲ Limiter  
Car Devil  
▼ Wandler



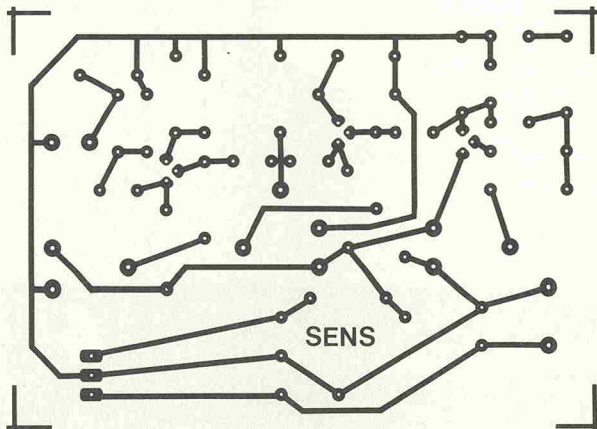




◀ Kapazitiver Alarm (Auswerteplatine)



▲ PAL-Alarm



◀ Kapazitiver Alarm (Sensorplatine)



# Die Zeitschriften

**HIFI VISION** bringt Heim- und Auto-HiFi-Tests, die scho-nungslos enthüllen, was Geräte und Boxen wirklich können — von schmunzeligen Einsteiger-Anlagen bis zu sündhaft teuren Traum-komponenten. Insider-Informationen, Hintergründe und Reporta-gen aus der HiFi-Szene. Reports über Musiker, Menschen und Macher. Lesespaß für Leute, die's genau wissen wollen. **HIFI VI-SION**. Jeden Monat neu.

**VIDEO VISION** wählt aus: Aktuelles Filmprogramm. Auf Video, im Fernsehen, im Kino. **VIDEO VISION** testet: Neue Videokameras. Heimrecorder. Fernseher. Zubehör. **VIDEO VISION** beleuchtet: Stars. Studios. Produktionen. **VIDEO VISION** stellt vor: Produkte. Entwicklungen. Trends.

**elrad** Fachmagazin für praktische Elektronik und Schal-tungstechnik. **elrad** bietet monatlich aktuelle Reports und Features, behandelt Grundlagenthemen, veranschaulicht anhand von Projekten komplexe schaltungstechnische Zusammenhänge und informiert über neue Bauelemente und aktuelle Technologie Trends.

**ct** Das Magazin für Computertechnik. **ct** informiert detailliert über moderne Programmieretechniken, Sprachen und Betriebssysteme. **ct** bietet wertvolles Know-how und erprobte Applikationen. Kritische Tests, Analysen und Produkt-vorstellungen. Jeden Monat.

**ix** Das Multiuser Multitasking Magazin. In Grundlagenartikeln, Hard- und Softwaretests und Erfahrungs-berichten geht es vorrangig um UNIX. **ix** befaßt sich aber auch mit OS/2, Netzwerken und Systemintegration. **ix** richtet sich an den engagierten, professionellen DV-Anwender. **ix** erscheint im 2-Monats-Rhythmus. \*UNIX ist eingetragenes Warenzeichen von AT&T.





**kostenlos!**

mit umfangreichem Halbleiterprogramm (ca. 2000 Typen)

gleich anfordern bei:  
Albert Meyer Elektronik GmbH, Abteilung Schnellversand  
Postfach 110168, 7570 Baden-Baden 11, Telefon 072 23/5 20 55  
oder in einem unserer unten aufgeführten Ladengeschäfte abholen.

Baden-Baden Stadtmitte, Lichtentaler Straße 55, Telefon (072 21) 2 61 23  
Recklinghausen-Stadtmitte, Kaiserwall 15, Telefon (023 61) 2 63 26  
Karlsruhe, Kaiserstraße 51 (gegenüber UNI Haupteingang),  
Telefon (0721) 3771 71

**Katalog 89**  
A. Meyer-Elektronik GmbH

**!!!!!!SONDERANGEBOTE!!!!!!**

1N4007	% 6,95	CA 3240	2,75	LM 393	0,49	TL 084	1,05	8087	298,-	27C128-150	13,95
1000 St.	65,-	ICL7106/07	6,90	LM 3914/15	7,25	TLC 271	1,50	8087-1	445,-	27128-250	8,50
1N4148	% 2,60	ICL7109	18,90	TAA 861A	0,99	TLC 555	0,99	8087-2	370,-	27256-200	12,50
1000 St.	19,95	ICL7135	17,95	TDA 2595	5,30	U 2108	3,75	80287-6	370,-	27256-250	9,95
1N4448	% 3,95	ICL7650	9,95	TL 071	0,75	U 212	8,90	80287-10	695,-	27C512-150	19,90
1000 St.	33,90	ICL7660	3,50	TL 072	0,82	U 664 B	4,95	80287-8	850,-	27C512-250	18,90
ADC 0808	16,50	ICL8069	3,90	TL 074	1,10	UAA 180	4,30	41256-70	32,-	27512-200	18,90
CA 3091 D	29,50	LM 324	0,44	TL 081	0,65			41256-120	26,-	27512-250	17,90
CA3161+G2	11,50	LM 339	0,44	TL 082	0,72	68000CP16	69,90	41256-150	23,-	511000-P10	85,-

Widerstandssortiment R1370: alle E12-Werte von 10 Ohm bis 22 M Ohm, 1/4 W gepulst 1370 St. nur 29,95! Cermet-Spindeltrimmer 10 mm 1W 20 Umdrehungen alle Werte von 10 Ohm bis 2 M Ohm 1,16 St. 10,80! 100 St. sortiert nur 89,-! Fordern Sie unsere neue kostenlose Sonderliste an!!!

**R. Rohleder - Saarbrückener Str. 43 - 8500 Nürnberg 50 - Tel. 09 11/48 55 61**

Ihr Partner für moderne  
**TRANSFORMATOREN**

Schnittband von SM 42 — SM 102, Ringkern von 24 VA — 500 VA  
Anpassungstrafo für 100 V System

Sonderausführungen, auch bei Einzelstücken, für Ihr Labor.

**SCHULTE + GO**

8510 Fürth - Marienring 24 - Tel. 09 11/76 26 85

Anzeigenschluß für  
**elrad 7-8/89**

ist am 22. Mai 1989

**Tennert-Elektronik**  
Ing. Rudolf K. Tennert

**AB LAGER LIEFERBAR**

- AD-DA-WANDLER
- CENTRONICS-STECKERBINDER
- C-MOS-40XX-45XX-74HCXX
- DIODEN + BRÜCKEN
- DIP-KABELBINDER + KABEL
- EINGABETASTEN DIGITAST +
- FEINERSTELLUNGSKONTAKT + HALTER
- FERNSEH-THYRISTOREN
- HYBRID-VERSTÄRKER STK. . .
- IC-SOCKEL + TEXTTOOL-ZIP-DIP
- KERAMIK-FILTER
- KONDENSATOREN
- KÜHLKÖRPER UND ZUBEHÖR
- LABOR-EXP.-LEITERPLATTEN
- LABOR-SORTIMENTE
- LEITUNGS-TREIBER
- LINEAR-ICS
- LOTKÖLBEIN, LÖTLATIONEN
- LOTSÄUGER + ZINN
- LÖTSEN, LÖTSTIFT +
- EINZELSTECKER DAZU
- MIKROPROZESSOREN UND
- PERIPHERIE-BAUSTEINE
- MINIATUR-LAUTSPRECHER
- OPTO-TEILE LED + LCD
- PRINT-RELAYS
- PRINT-TRANSFORMATOREN
- QUARZE + -OSZILLATOREN
- SCHALTER + TASTEN
- SCHALT-NETZTEILE
- SPANNUNGS-REGLER FEST + VAR
- SPEICHER-EPROM/PROM/RAH
- STECKERBINDER-DIVERSE
- TEMPERATUR-SENSOREN
- TAST-CODIER-SCHALTER
- TRANSISTOREN
- TRIAC-THYRISTOR-DIAC
- TTL-74LS/74S/74ALS/74FXX
- WIDERSTÄNDE + NETZWERKE
- Z-DIODEN + REF.-DIODEN

**KATALOG AUSG. 1988**  
**MIT STAFFELPREISEN**  
**ANFORDERN 176 SEITEN**  
**\*\*\*\*\* KOSTENLOS \*\*\*\*\***

7056 Weinstadt-Endersbach  
Postfach 22 22 - Ziegeleistr. 16  
Tel.: (0 71 51) 66 02 33 u. 6 89 50

**Alles über SOLARZELLEN**  
Ein Handbuch für Anwender  
180 S., 125 Abb.,  
DM 29,80

**ELEKTRA VERLAG GmbH**  
Nibelungenstraße 14, 8014 Neubiberg bei München, Telefon (0 89) 6 01 13 56

- Was ist Energie und warum ist sie unerlässlich?
- Was ist Sonnenenergie, wie kann sie technisch genutzt werden und warum muß man sie einsetzen, um den künftigen Energiebedarf der Erde zu decken?
- Welche physikalischen Verfahren und technischen Mittel stehen hierzu zur Verfügung?
- Welches ist der heutige Entwicklungsstand und welche Voraussetzungen müssen noch erfüllt werden?

Fragen dieser Art werden im Rahmen dieser beiden Bücher ausführlich besprochen.

**Das ABC der Sonnenenergie**  
124 S., 64 Abb.,  
DM 16,80

**Lautsprecher Selbstbausätze**

... für HiFi-Disco-Musiker Lautsprecher finden Sie in unserem fetten Gesamtkatalog! Ein unentbehrliches Nachschlagewerk für jeden, der in Puncto Lautsprecher-Selbstbau zu den informierten Spezialisten zählen will.

Bausätze, Einzel-Chassis-Übersicht, Literaturprogramm, Zubehör

Lautsprecherbausätze, Kabel, Stecker, Dämmmaterialien, Weichenbauteile, Einzel-Chassis, Car HiFi Speaker, Disco + Musiker Chassis, Fachliteratur, Neuerscheinungen, Leergehäuse und, und, und...

**Katalog + Preisliste**  
gegen DM 5,- Briefmarken, Schein oder Check, Sofort anfordern!!!  
Ausland Versand-Service

Bremervor der Straße 5  
D-2160 Stade  
Tel. (041 41) 82042  
Telefax (041 41) 84432

ATARI Software für den Elektroniker

**Tdm ELEKTRONIK**

Thomas Müller  
8580 Bayreuth  
Luitpoldplatz 23  
Tel. 0921-82590

**SATELLITEN - EMPFANGSANTLAGEN + ZUBEHÖR**

• MONTAGE AUF WUNSCH • EINSTELLEN AUF WUNSCH

**LUDWIG** HÄNDLERANFRAGEN ERWÜNSCHT!

KONTAKT: MILIANSTR. 22 - BAD KREUZNACH  
TEL.: 0671/43894 DD. 66515 (ABENDS)

**LEHMANN - electronic** Inh. Günter Lehmann  
Bruchsalstr. 8 6800 Mannheim-81 0621/896780 Q

Vertrieb elektronischer Bauteile, Bausätze, Geräte und Zubehör.

Kohlewiderstands-Sortimente 1/4W. 5% E12 10R-3,3MR Typ 0207  
67 Werte a.10St. DM 16,45 a.25St. DM 34,95 a.100St. DM 92,75

Metallwiderstands-Sortimente 1/4W. 1% E24 10R-1MR Typ 0207  
121 Werte a.10St. DM 47,95 a.25St. DM 114,- a.100St. DM 342,-

Uni-Dioden 1N4148 100 St. DM 2,80 250 Stück DM 6,50

>KATALOG '89< liegt bei, oder für DM 5,- (Bfm) anfordern  
NN-Versand ab DM 15,- (Ausland ab DM 200,00) **Preisliste gratis**

**Selbstbauboxen - Video-Möbel**

**HADOS** VIDEO  
**D-7520 BRUCHSAL**  
Tel. 0 72 51-723-0

Video-Kassetten-Lagerung in der Wohnung  
Komplette Videotheken-Einrichtungen • Compact-Disc Präsentation + Lagerung  
Stützpunkthändler in der gesamten BRD gesucht

**SPV**  
schnell - preiswert - verfügbar

Internationale  
Markenfabrikate  
preisgünstig ab Lager:

- TRANSISTOREN
- DIODEN
- GLEICHRICHTER
- ZENERDIODEN
- OPTOKOPLER
- 74LS/74HC/74HCT
- CMOS Serie 4000
- CMOS RAM's
- LINEAR IC's
- LEUCHTDIODEN
- WIDERSTÄNDE
- NETZWERKE
- KONDENSATOREN
- TRIMMER
- POTENTIOMETER
- STECKERBINDER
- IC-SOCKEL
- LITHIUM-BATTERIEN
- FLACHBANDKABEL
- SCHALTER

**Preisliste kostenlos**

**SPV Electronic**  
Vertriebsgesellschaft mbH  
Äußere Sulzbacher Str. 155  
8500 Nürnberg 20  
Tel. 09 11/59 50 52  
Telex 623927  
Fax 09 11/59 11 70



# V

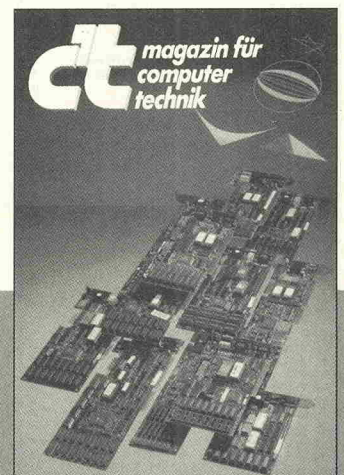
*VERIRRT IM COMPUTER-DSCHUNGEL?*

**ct** ZEIGT WEGE.



Verlag Heinz Heise  
GmbH & Co KG  
Postfach 610407  
3000 Hannover 61

**ct** magazin für computertechnik.  
*Dazulernen werden Sie immer.*



Erhältlich bei Ihrem Zeitschriftenhändler oder beim Verlag.



## Augsburg

**CITY-ELEKTRONIK B. Rothgänger**  
Schertlinstr. 12a, 8900 Augsburg  
Tel. (08 21) 59 42 97  
Bekannt durch ein breites Sortiment zu günstigen Preisen.  
Jeden Samstag Fundgrube mit Bastlerartikeln.

## Berlin

**Art 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: 030/261 7059  
Kurfürstenstraße 145, 1000 Berlin 30  
Elektron. Bauelemente · Meßtechnik · HiFi · Musik-  
elektronik · Computer · Funk · Modellbau · Fachliteratur

**GEMEINHARDT**  
LAUTSPRECHER + ELEKTRONIK  
Kurfürstenstraße 48A · 1000 Berlin 42/Mariendorf  
Telefon: 0 30/7 05 20 73

**WAB** OTTO-SUHR-ALLEE 106 C  
nur hier 1000 BERLIN 10  
(030) 341 55 85  
..IN DER PASSAGE AM RICHARD-WAGNER-PLATZ  
.....GEÖFFNET MO-FR 10-18, SA 10-13  
ELEKTRONISCHE BAUTEILE · FACHLITERATUR · ZUBEHÖR

## Bielefeld

ELEKTRONIK-BAUELEMENTE-MESSGERÄTE

**alpha electronic** A. Berger GmbH & Co. KG  
Heeper Str. 184  
4800 Bielefeld 1  
Tel.: (05 21) 32 43 33  
Telex: 9 38 056 alpha d

ELECTRONIC  
**VOLKNER**  
DER FACHMARKT  
4800 Bielefeld  
Taubenstr./Ecke Brennerstr. · Telefon 05 21/2 89 59

## Braunschweig

**BAUELEMENTE DER ELEKTRONIK**  
Dipl.-Ing. Jörg Bassenberg  
Nußbergstraße 9, 3300 Braunschweig, Tel.: 05 31/79 17 07

ELECTRONIC

**VOLKNER**  
DER FACHMARKT  
3300 Braunschweig

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

ELECTRONIC  
**VOLKNER**  
DER FACHMARKT  
2800 Bremen

Hastedter Heerstraße 282/285 · Tel. 04 21/4 98 57 52

Spulen, Quarze, Elektronik-Bauteile, Gehäuse, Funkgeräte:

### Andy's Funkladen

Admiralstraße 119, 2800 Bremen, Tel. 04 21 / 35 30 60  
Ladenöffnungszeiten: Mo.-Fr. 8.30-12.30, 14.30-17.00 Uhr.  
Sa. 10.00-12.00 Uhr. Mittwochs nur vormittags.  
Bauteile-Katalog: DM 2,50 CB/Exportkatalog DM 5,50

## Dietzenbach

**FW Electronic**

- 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

ELECTRONIC

**VOLKNER**  
DER FACHMARKT  
4600 Dortmund

Westenhellweg 70, Tel. (02 31) 14 94 22  
im Hause „Saturn-Hansa“, Untergeschoß

## Düsseldorf

ELECTRONIC  
**VOLKNER**  
DER FACHMARKT  
4000 Düsseldorf 1

Oststraße 15, Rückseite Kaufhof am Wehrhahn  
Tel. (02 11) 35 34 11, Eröffnung Mitte März '88

## Duisburg

### Preuß-Elektronik

Schelmenweg 4 (verlängerte Krefelder Str.)  
4100 Duisburg - Rheinhausen  
Ladenlokal + Versand \* Tel. 02135-22064

**FUNK-SHOP** I. Kunitzki  
Asterlager Str. 98, Telefon 021 35/63333  
4100 Duisburg-Rheinhausen  
Bauteile, Bausätze, Funkgeräte

## Essen

**CONRAD ELECTRONIC**

Telefon: 0201/238073  
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. 02 01/23 45 94

## Frankfurt

**Art** Elektronische Bauteile  
6000 Frankfurt/M., Braubachstr. 1  
Telefon 0 69/29 53 21, Telefax 0 69/28 53 62

ELECTRONIC  
**VOLKNER**  
DER FACHMARKT  
6000 Frankfurt

Bornheim, Berger Str. 125-129  
Tel. (069) 4960658, im Hause „Saturn-Hansa“



## Freiburg



Fa. Algaier + 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

**Armin Hartel** elektronische  
Bauteile  
und Zubehör

Frankfurter Str. 302 ☎ 06 41/25177  
6300 Giessen

## Hagen



Electronic  
Handels GmbH

5800 Hagen 1, Elberfelder Straße 89  
Telefon 02331/21408

## Hamburg

**balü**  
electronic

Handelsgesellschaft mbH & Co. KG  
2000 Hamburg 1 · Burchardstraße 6 · Sprinkenhof  
Telefon (0 40) 33 03 96 + 33 09 35  
Telefax (0 40) 33 60 70

**CONRAD**  
ELECTRONIC

Telefon: 040/29 17 21  
Hamburger Str. 127, 2000 Hamburg 76  
Elektron. Bauelemente · Meßtechnik · HiFi · Musik-  
elektronik · Computer · Funk · Modellbau · Fachliteratur

ELECTRONIC  
**VOLKNER**  
DER FACHMARKT

2000 Hamburg  
Wandsbeker Zollstr. 5 · Telefon 0 40/6 52 34 56

## Hannover

**RADIO MENZEL**  
Elektronik-Bauteile u. Geräte

3000 Hannover 91 · Limmerstr. 3—5  
Tel. 05 11/44 26 07 · Fax 05 11/44 36 29

ELECTRONIC  
**VOLKNER**  
DER FACHMARKT

3000 Hannover  
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.: 040/29 17 21  
4300 Essen 1, Viehofer Str. 38 - 52, Tel.: 0201/23 80 73  
8000 München 2, Schillerstraße 23 a, Tel.: 089/59 21 28  
8500 Nürnberg 70, Leonhardstraße 3, Tel.: 0911/26 32 80  
Conrad Electronic Center GmbH & Co. Inc.  
1000 Berlin 30, Kurtfurstenstr. 145, Tel.: 030/ 261 70 59

## Kaiserslautern

**HRK-Elektronik**  
Bausätze · elektronische Bauteile · Meßgeräte  
Antennen · Rdf u. FS Ersatzteile  
Logenstr. 10 · Tel.: (06 31) 6 02 11

## Kassel

ELECTRONIC  
**VOLKNER**  
DER FACHMARKT

3500 Kassel 1  
Königstor 52 · Tel. (05 61) 77 93 63

## Kaufbeuren



**JANTSCH-Electronic**  
8950 Kaufbeuren (Industriegebiet)  
Porschestraße 26, Tel.: 08341/142 67  
Elektronik-Bauteile zu  
günstigen Preisen

## Kiel

**BAUELEMENTE DER ELEKTRONIK**  
Dipl.-Ing.  
Jörg Bassenberg  
Weißenburgstraße 38, 2300 Kiel

## Köln



ELECTRONIC  
**VOLKNER**  
DER FACHMARKT

5000 Köln  
Bonner Straße 180 · Telefon 02 21/37 25 95

## Lünen



4670 Lünen, Kurt-Schumacher-Straße 10  
Tel. 02306/61011

## Mannheim

ELECTRONIC  
**VOLKNER**  
DER FACHMARKT

6800 Mannheim 1  
L 133-4, schräg gegenüber dem Hauptbahnhof  
Tel. (06 21) 215 10



**SCHAPPACH**  
ELECTRONIC  
S6, 37  
6800 MANNHEIM 1

## Mönchengladbach

**Brunenberg Elektronik KG**  
Lürriper Str. 170 · 4050 Mönchengladbach 1  
Telefon 02161/44 21  
Limitenstr. 19 · 4050 Mönchengladbach 2  
Telefon 02166/42 04 06

## Moers



**NÜRNBERG-  
ELECTRONIC-  
VERTRIEB**

Uerdinger Straße 121  
4130 Moers 1  
Telefon 02841/322 21



## München

**CONRAD**  
ELECTRONIC

Telefon: 089/592128  
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 089/557221  
Telex 529166 rarim-d  
Alles aus einem Haus

## Münster

Elektronikladen  
Giesler & Danne GmbH  
**HF-Spezialbauteile**  
Hammer Str. 157, 4400 Münster  
Telefon (0251) 795-125

## Neumünster

Visaton, Lowther, Sinus  
**Frank von Thun**  
Johannistr. 7, 2350 Neumünster  
Telefon 04321/44827  
Neue Straße 8—10, 2390 Flensburg  
Telefon 0461/13891

## Nürnberg

**Radio-TAUBMANN**  
Vordere Sternstraße 11 · 8500 Nürnberg  
Ruf (0911) 224187  
Elektronik-Bauteile, Modellbau,  
Transformatorbau, Fachbücher

## Rauch Elektronik

Elektronische Bauteile, Wire-Wrap-Center,  
OPPERMANN-Bausätze, Trafos, Meßgeräte  
Ehemannstr. 7 — Telefon 09 11/46 92 24  
8500 Nürnberg

## Oldenburg

**e — b — c utz kohl gmbh**  
Elektronik-Fachgeschäft  
Alexanderstr. 31 — 2900 Oldenburg  
0441/82114

\*\*\*\*\*  
Elektronik-Fachgeschäft  
**REICHELT**  
ELEKTRONIK  
Kaiserstraße 14  
2900 OLDENBURG 1  
Telefon (0441) 13068  
Telefax (0441) 13688  
\*\*\*\*\*

## Stuttgart

**Worch**  
Elektronik GmbH  
Heiner Worch Ing. grad.  
Groß- und Einzelhandel elektronischer Bauelemente  
Neckarstraße 86, 7000 Stuttgart 1  
Telefon (0711) 281546 · Telex 721429 penny

## ELECTRONIC

**VOLKNER**  
DER FACHMARKT

### 7000 Stuttgart

Lautenschlagerstr. 5/Ecke Kronenstr.  
Tel. (0711) 290180  
(bei Kaufhof — Königstr. — Rückseite)

## Wilhelmshaven

\*\*\*\*\*  
Elektronik-Fachgeschäft  
**REICHELT**  
ELEKTRONIK  
MARKTSTRASSE 101 — 103  
2940 WILHELMSHAVEN 1  
Telefon (04421) 26381  
Telefax (04421) 27888  
\*\*\*\*\*

## Witten

**KELM electronic**  
& **HOMBERG**  
5810 Witten, Bahnhofstraße 71  
Tel. 02302/55331

## Wuppertal

**KH** Electronic  
Handels GmbH  
5600 Wuppertal-Barmen, Höhe 33 — Rolingswerth 11  
Telefon 0202/599429

## Impressum:

elrad  
Magazin für Elektronik  
Verlag Heinz Heise GmbH & Co. KG  
Helstorfer Straße 7  
Postfach 610407  
3000 Hannover 61  
Telefon: 0511/5352-0  
Telex: 923173 heise d  
Telefax: 0511/5352-129  
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) 54747-0

Postgiroamt Hannover, Konto-Nr. 9305-308  
Kreissparkasse Hannover, Konto-Nr. 000-019968  
(BLZ 25050299)

Herausgeber: Christian Heise  
Chefredakteur: Manfred H. Kalsbach (verantwortlich)  
Redaktion: Johannes Knoff-Beyer, Thomas Latzke,  
Peter Röbbke-Doerr, Hartmut Rogge  
Ständige Mitarbeiter: Michael Oberesch, Eckart Steffens  
Redaktionssekretariat: Lothar Segner  
Technische Zeichnungen: Marga Kellner  
Labor: Hans-Jürgen Berndt  
Grafische Gestaltung: Wolfgang Ulber (verantw.)  
Ben Dietrich Berlin, Karin Buchholz, Dirk Wollschläger  
Fotografie: Lutz Reinecke, Hannover

Verlag und Anzeigenverwaltung:  
Verlag Heinz Heise GmbH & Co. KG  
Helstorfer Straße 7  
Postfach 610407  
3000 Hannover 61  
Telefon: 0511/5352-0  
Telex: 923173 heise d  
Telefax: 0511/5352-129

Geschäftsführer: Christian Heise, Klaus Hausen

Objektleitung: Wolfgang Penseler

Anzeigenleitung: Irmgard Ditzgens (verantwortlich)

Anzeigenverkauf: Werner Wedekind

Disposition: Gerlinde Donner-Zech, Christine Paulsen,  
Pia Ludwig, Brigitte Wendelborg

Anzeigenpreise:

Es gilt Anzeigenpreisliste Nr. 11 vom 1. Januar 1989

Vertrieb: Wolfgang Bornschein, Anita Kreutzer

Herstellung: Heiner Niens

Satz:  
Hahn-Druckerei, Im Moore 17, 3000 Hannover 1  
Ruf (0511) 708370

Druck:  
C. W. Niemeyer GmbH & Co. KG,  
Osterstr. 19, 3250 Hameln 1, Ruf (05151) 200-0  
elrad erscheint monatlich.  
Einzelpreis DM 6,80 (6S 58,—/sfr 6,80)

Das Jahresabonnement kostet: Inland DM 66,— (Bezugspreis  
DM 51,— + Versandkosten DM 15,—), Ausland DM 71,40  
(Bezugspreis DM 51,— + Versandkosten DM 20,40), Stu-  
dentenenabonnement/Inland DM 55,80 (Bezugspreis DM 40,80  
+ Versandkosten DM 15,—), Studentenabonnement/Aus-

land DM 61,20 (Bezugspreis DM 40,80 + Versandkosten DM  
20,40). (Konto für Abo.-Zahlungen: Postgiro Hannover, Kt.-  
Nr. 401655-304 (BLZ 25010030)). Bezugszeit: Das Abonne-  
ment gilt zunächst für 1 Jahr: es verlängert sich, wenn nicht  
6 Wochen vor Ablauf dieses Jahres schriftlich beim Verlag  
Heinz Heise gekündigt wird, um ein weiteres Jahr. Bitte  
Studienbescheinigung ggf. beifügen.

Verband und Abonnementsverwaltung:  
SAZ marketing services, Gutenbergstr. 1—5, 3008 Garbsen  
Tel.: 0511/4002131

Lieferung an Handel (auch für Österreich und die Schweiz):  
Verlagsunion Pabel Moewig KG  
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 ge-  
druckten Schaltungen, ist nur mit schriftlicher Genehmigung des  
Herausgebers zulässig. Die Zustimmung kann an Bedingungen ge-  
knüpft sein.

Honorare Arbeiten gehen in das Verfügungsrecht des Verlages  
über. Nachdruck nur mit Genehmigung des Verlages. Mit Über-  
gabe der Manuskripte und Bilder an die Redaktion erteilt der Ver-  
fasser dem Verlag das Exklusivrecht.

Sämtliche Veröffentlichungen in elrad erfolgen ohne Berücksich-  
tigung eines eventuellen Patentschutzes. Warennamen werden ohne  
Gewährleistung einer freien Verwendung benutzt.

Printed in Germany  
© Copyright 1989 by Verlag Heinz Heise GmbH & Co. KG

ISSN 0170-1827

Titelidee: elrad

Titelfoto: Lutz Reinecke, Hannover



+ Interessante Bausätze von +++ T.S. tronix  
+++ Solar-MW-Sender (in d. BRD nur als Prüfs.  
zugel.) 34,50 DM / Dyn.-Kompr. 19,95 DM /  
UKW/VHF-Empf. 75—150 MHz Betrieb in d. BRD  
verboten) 39,50 DM / TTL-Prüfstift 11,— DM / Flug-  
funkempf. (Betrieb in d. BRD verboten) 27,— DM /  
Elektron. Akupunktur 19,95 DM / Stereo-Basisver-  
breiterung 19,50 DM / Ionengenerator 19,95 DM /  
Elektron. Lesley 25,95 DM / LED-S-Meter 33,55  
DM / FM-Rauschperre 16,50 DM / Univ.-Vorverst.  
29,95 DM / 200W-Klasse-A-Hifi-Stereo-Verst. m.  
Klangreg. u. Vorverst. 138,— DM / 160W-Hifi-Endst.  
36,— DM. Für genauere Inform. **kostenl. Bausatzli-  
ste** anfordern. T.S. tronix (B.Thiel) Abt. E 5, Postf.  
22 44, 3550 Marburg. [G]

**HK tronics ! — Bärenstarkes Angebot — Super  
Preise — Greifen Sie zu!** Electr. Bauteile-SMD-Bau-  
teile-Liste **GRATIS!** HKarrer Electronic, Postf. 53/ed,  
7409 Dußlingen. [G]

**NEU** — Jetzt auch im Rhein-Siegkreis — **NEU** Be-  
stücken und Löten von Elektronik-Bauteilen nach  
Schaltplan-Bestückungsdruck oder Muster. **Bruno  
Schmidt 5210, Troisdorf, Hauptstr. 172, Telefon:**  
**0 22 41/40 11 93, auch nach 17.00 Uhr.** [G]

**Effektgeräte für Bühne & Studio** in Modulbauweise:  
Limiter, Noisegate, Parametr. EQ, Exciter, Vor-  
Mischverstärker, Frequenzweiche u.v.a. Neuheit:  
Automatic Loudness. **Aktivbox AR 212:** DIE Kombi-  
nation aus Hifi-Sound & PA-Power. Infos von **Mik**  
Elektroakustik, Schwarzwaldstr. 53, 6082 Mörfelden-  
Walldorf, Tel.: 0 61 05/4 12 46. [G]

**Elektronische Bauteile zu Superpreisen!** Restpos-  
ten - **Sonderangebote!** Liste gratis: **Digit, Post-  
fach 37 02 48, 1000 Berlin 37.** [G]

Außergewöhnliches? Getaktete Netzteile 5V-75A, In-  
frarot-Zubehör, Hsp. Netzteile, Geber f. Seismogra-  
phen, Schreiber, PH-Meßger., Drehstrom u. spez.  
Motore m. u. o. Getriebe, Leistungs-Thyristoren/Di-  
oden, präz. Druckaufnehmer, Foto-Multiplier, Opti-  
ken, Oszilloskope, NF/HF Meßger., XY-Monitore,  
med. Geräte, pneum. Vorrichtungen, pneum. Ventile,  
Zylinder etc. u.v.m. gebr. u. preiswert aus Industrie,  
Wissenschaft u. Medizin. Teilen Sie uns Ihre Wün-  
sche mit, wir helfen. **TRANSOMEGA-ELECTRO-  
NICS**, Haslerstr. 27, 8500 Nürnberg 70, Tel.  
09 11/42 18 40, Telex 6 22 173 mic — kein Katalog-  
versand. [G]

**PLATINEN => ilko • Tel. 43 43 • ab 3 Pf/cm<sup>2</sup> dpl.**  
9,5. Mühlenweg 20 • 6589 BRÜCKEN. [G]

**LAUTSPRECHER & LAUTSPRECHERREPARATUR  
GROSS- und EINZELHANDEL** Peiter, 753 Pforz-  
heim, Weiherstr. 25, Telefon 0 72 31/2 46 65, Liste  
gratis. [G]

**KKSL Lautsprecher**, Celestion, Dynaudio, EV, JBL,  
Audax, Visaton. PA-Beschallungsanlagen-Verleih,  
Elektronische Bauteile, 6080 Groß-Gerau, Otto-  
Wels-Str. 1, Tel. 0 61 52/3 96 15. [G]

**Platinenfertigung.** R. Edelhauser, Dietramszellerstr.  
5, 8170 Bad Tölz, Tel. 0 80 41/45 23 oder 26 09, Fax  
0 80 41/88 24. [G]

**SATELLITENTECHNIK VERKAUF UND MONTA-  
GEHILFE AUCH WIEDERVERKAUFER.** - **LUDWIG -  
ELEKTROTECHNIK**, Tel. 06 71/6 65 15, 6550 BAD  
KREUZNACH, WEYROTH 21. [G]

**MXR PITCH TRANSPOSER GESUCHT!** Wenn mög-  
lich mit Display. Angebote an Julian Horky, A-1150  
WIEN, Stutterheimstr. 4/23. Tel.:  
00 43/222/68 25 284. [G]

Hallo Bastler: Verkaufe preiswerte Gehäuse in allen  
Größen. Liste anfordern! **DL7AEM.** 0 80 21/81 13. [G]

**Sonnenenergiefreunde!** Sonnennachlaufst. 79,90;  
Temp.-Differenzregelung 44,90; Dig.-Therm. 89,90.  
Info g. Rückp. Ruth Büttcher, 3101 Lachendorf. [G]

**ÖSTERREICH!** Bauteile - Bausätze - Computer - Zu-  
behör - Fachliteratur - Sonderangebote! Katalog gra-  
tis! **JK-Elektronik**, Ing. Kloiber, D 5, Postfach 187,  
1110 Wien. [G]

**Frontplatten** ALU eloxiert, Kunststoff bedruckt her-  
vorragende Qualität. **Konkurrenzlos billig**, von erfah-  
renem Repro-Fachmann. Keine Werkzeug kosten.  
**Auftragsabwicklung nur wenige Tage.** H. Bungard,  
Kirchardt 5, 5227 Windeck-Langenberg. Tel.  
0 22 92/78 42. [G]

**Leiterplattenbestückung** nach Plan oder Muster  
kurzfristig und besonders preiswert. Lötmaschine  
vorhanden. H. Bungard, Kirchardt 5, Tel. 0 22 92/  
78 42, 5227 Windeck-Langenberg. [G]

**WIR SIND UMGEZOGEN!!!! MAJOR PAR  
56-Scheinwerfer mit Lampe 300W 85,—, MAJOR  
PAR 64-Scheinwerfer kompl. m. Reflektor u. Lam-  
pe 500W 147,—, Bühnenlicht jetzt noch preiswerter!**  
Kostenlose Prospekte anfordern! **LICHTTECHNIK  
FEINER**, Adolf-Schmetzer-Str. 20, 8400 Regensburg  
Tel. 09 41/79 14 38. [G]

Elektronikteile — Im Einkauf bis 50% sparen!! In un-  
serer neuen, aktuellen Computerliste nennen wir Ih-  
nen für jedes gängige Elektronikteil den billigsten Lie-  
feranten. Für nur DM 250 per NN. Tel.  
07 11/53 80 58. [G]

**Studio PA High End HiFi Stecker und Kabel** — fertig  
oder zum Selberlöten, Cannon-Chinch-Klinke-DIN in  
Gold oder Standard zu Preisen, die wie Druckfehler  
aussehen. Katalog für 3,— DM in Briefmarken wird  
verrechnet. **Fa. Alpa Beschallungstechnik Studioe-  
lektronik**, 1000 Berlin 61, Gitschiner Str. 17. Tel.  
6 14 93 48. [G]

**FUNKFERNBEDienung mit FTZ. 1 od. 3-KANAL**,  
univ. einsetzbar, ab 179,— DM. **VERCH-electronic**,  
TEL. 0 79 51/63 36 (Händleranfragen erwünscht). [G]

**SMD-BAUTEILE SMD-BAUTEILE SMD-BAUTEILE**  
z. B.: Widerstände 1/8 W 1 St. 0,18 DM, 10 St. 0,13  
DM, 25 St. 0,09 DM, ICs ab 0,77 DM, Dioden ab 0,27  
DM, Transistoren ab 0,23 DM, Kondensat. ab 0,27  
DM. Kostenlos Preisliste anfordern. Telefon Mo—Fr.  
17.00—18.30 Uhr, 0 22 37/5 32 01, U. Zühlke, Auf  
dem Bürrig 2, 5014 Kerpen. [G]

**RESTMENGE** Sub-D-Buchse 25 pol. 80 Stück + 50  
Sub-D-Stecker alle vergold. 140 DM. 0 21 05/42 22. [G]

**Aus Gesch.-Aufll.** Elektron. Baut. Trans IC TTL CMOS  
Trafos u.v.m. alles 1. Wahl u. ungebr. 600 Teile DM  
100,—. N. Weidenbach, Pestalozzistr. 15, 6806  
Viernheim. [G]

„Einkauf direkt an der Quelle“ — schalten Sie den  
teuren Zwischenhandel aus. Wie? Info-Nr. SB5 anfor-  
dern für weitere Informationen. **THEO SEIERMANN**,  
D-8602 REICHMANNSDORF. [G]

**ACHTUNG BASTLER! WUNDERSACK** gefüllt mit  
Bauteilen, Platinen, Schaltern, Vielfachanzeigen,  
Trafos, 30pol.-Cannon-Steckverb., Kühlkörper, Ra-  
ster und vieles mehr nur 19,— DM per Nachn. Volles  
Rückgaberecht! Sie werden begeistert sein! R. Am-  
brozy-Electronic, Handelstr. 10, 6963 Ravenstein.  
**Elektronikkatalog** gegen 2,— DM in Briefm. [G]

**EMMA KOMPLETT, AUFGEBAUT**, DM 200. 0 23 25/  
37 08 16. [G]

**VERK. MB-MCD25-TITAN-HCHT, NEU, UNGE-  
BRAUCHT** F. DM 69,—. TEL. 0 57 31/2 18 31. [G]

**Platinen** nach Vorlage, Pertinax 4 Pfg/cm<sup>2</sup>, Epoxyd  
5 Pfg/cm<sup>2</sup>, Bohrung 1 Pfg/Loch. **Fordern Sie Bau-  
satzliste** an bei Thale-Elektronik-Bausätze, Voltla-  
gerstr. 18, 4557 Schwagstorf. **Übrigens:** Für Schulen  
gewähren wir 10% Rabatt. [G]

**SUCHE 2x20 MHZ-OSZ!** 0 78 21/3 77 29. [G]

Verkaufe: Elkos 2200µF/50V 1,50, Brücken 50A 7,50,  
Einbaumeßgeräte 14,50, LötKolben 12V 8W 8,50, Löt-  
zinn 1kg 28,50, 500g 15,—, div. Gehäuse, AKKU  
12V/6,5AH 59,—, 1,2V 0,6AH 2,50. 0 80 21/81 13. [G]

**PLATINEN — AB 4PF/CM<sup>2</sup>. KEINE KOSTEN  
FÜR BOHRUNG INFO:** C. REINWALD, POSTFACH 1751,  
8600 BAMBERG. [G]

**SONDERLISTE KOSTENLOS!** Wir liefern laufend  
ein interessantes **Bauteile-Angebot + Bausätze +  
Industrie-Restposten.** Karte genügt! **DJ-Electronic**,  
Abt. 5213, Obwaldstr. 5, 8130 Starnberg. [G]

**Baßverbesserung** bei jeder HiFi-Anlage möglich.  
Unser SOUND-PROCESSOR löst die meisten Tief-  
baß- und Wohnraumakustikprobleme flexibel und  
preiswert. Kostenlose Musterlieferung 14 Tage zur  
Ansicht. Unkomplizierter Anschluß an jeder Stereo-  
und Beschallungsanlage. Verkaufspreis 278 DM. In-  
formationen kostenlos per Post. Dipl.-Ing. P. Goldt,  
Bödeckerstr. 43, 3000 Hannover 1, Telefon 05 11/  
3 48 18 91. [G]

Top Angebot: gen. überh. Meßgeräte. 0 95 45/75 23. [G]

**SOLARSTROMANLAGEN vom Solarspezialisten!!**  
Winter-Frühjahrsangebot für den Einsteiger! **SOLA-  
REX-Solarmodul SX-41**, 41 Watt 535,— DM. **SX-45**,  
45 Watt 569,— DM mit je 36 Solarzellen 6/12V Aus-  
gang mit Diode. **10 Jahre Garantie.** **SOLARMODUL**  
SA-5 amorphes Si 12V/5W 98,— DM. Info 1/89 für  
3,— DM in Briefmarken bestellen! **SOLARELEKTRO-  
NIK H. J. OERTER**, Postf. 3270, D-8700 Würzburg,  
Tel. 09 31/88 02 42, FAX 88 05 69. [G]

**HAMEG+++HAMEG+++HAMEG+++HAMEG**  
Kamera für Ossi und Monitor + Laborwagen +  
Traumhafte Preise + D.Multimeter ++ ab 108,—  
DM ++ 3 Stck. + ab ++ 98,— DM + D. Multimeter  
TRUE RMS ab 450,— DM + F.Generator ++ ab  
412,— DM + P.Generator ++ + Testbildgenerator +  
Elektron.Zähler + ab 399,— DM + Netzgeräte jede  
Preislage + Meßkabel + Tastköpfe + R,L,C Dekan-  
den + Adapter + Stecker + Buchsen + Video +  
Audio + Kabel u.v.m. + Prospekt kostenlos + Händ-  
leranfragen erwünscht + Bachmeier electronic, 2804  
Lilienthal ++ Göbelstr. 54 ++ Telef. ++ 0 42 98/  
49 80. [G]

**SMD-Bauteile SMD-Lupenbrille SMD-Werkzeuge**  
**SMD-Magazine + Behälter.** Akt. Liste anfordern **LAE-**  
Normann Tannenweg 9, 5206 Neunkirchen 1. [G]

**Traumhafte Oszi.-Preise.** Electronic-Shop, Karl-Marx-  
Str. 83, 5500 Trier, T. 06 51/4 82 51. [G]

**Vollhartmetall LP-Bohrer, US-Multilayerqualität m.**  
**Schaftdurchmesser 3,175 mm (1/8")** Ø 0,2—0,5  
mm 7,50 DM/St., ab 10 St. 6,50 DM/St., Ø  
0,6—3,175 mm 4,50 DM/St., ab 10 St. 3,80 DM/St.,  
Versand per Nachnahme + zzgl. Porto. **Fa. Techno-  
trol**, Petersbergstr. 15, 6509 Gau-Odernheim, Tel.  
0 67 33/5 54, Fax 0 67 33/66 68. [G]

**Autradio/Lautsprecher, Frequenzweichen, Fer-  
tiggehäuse, Bausätze.** Umfangreicher Katalog ge-  
gen 10,— DM (Scheck o. Schein, Gutschrift liegt bei).  
Händleranfragen erwünscht. **Tännle acoustic**, Schu-  
sterstr. 26, 7808 Waldkirch, 0 76 81/33 10. [G]

## KLEIN anzeigen

Wenn Sie Bauteile verkaufen,  
Fachliteratur suchen  
oder Platinen anbieten wol-  
len — mit einer Kleinanzeige  
in **elrad** erreichen Sie  
schnell und preisgünstig  
mehr als 150 000 Interessen-  
ten.

Probieren Sie's aus!

Die Bestellkarte für Ihre  
Kleinanzeige finden Sie in  
der Heftmitte.

**Eine Zeile (= 45 Anschläge)  
kostet nur 4,25 DM privat  
und 7,10 DM gewerblich.**

Verlag Heinz Heise  
GmbH & Co KG  
Postfach 61 04 07  
3000 Hannover 61





# Man trifft sich auf der 14. Intern.

## Amateurfunk-Ausstellung

mit 40. Bodenseetreffen des DARC

23.-25. 6. 1989

Friedrichshafen  
Messegelände  
Fr. und Sa. 9-18 Uhr,  
So. 9-16 Uhr



Europas Top-Treff des  
Amateurfunks. Mit  
dem Spitzenangebot  
aus der Funk-,  
Elektronik- und Mikro-  
computer-Technik.  
ham radio 89 — das Erlebnis.



### Beliebte elrad-Bausätze

Unsere Bausätze enthalten alle Bauteile laut Stückliste  
inklusive Platine und Sonstiges \* Gehäuse extra!

\* Alle Bauteile — auch Platinen — einzeln erhältlich! \*

#### April 1989

Elektronisches METRONOM (optisch) .....	DM 59,90
MMIC-Antennenverteiler 3-fach .....	DM 31,90
Frequenzmessvorsatz Einbaufertig .....	DM 23,45
dto.: Tastkopfversion o. Gehäuse .....	DM 21,90
Universeller Meßverstärker (ASP) .....	DM 699,00
DSP: Systemkarte .....	DM 327,30
DSP: Speicherkarte 20 MHz-Version .....	DM 418,00
DSP: AD/DA-Wandlerskarte .....	DM 308,00
DSP: Erweiterungskarte .....	DM 199,00

#### Bausätze bis 3/1989

RGB-FBAS-Wandler + Audio + Gehäuse .....	DM 195,00
Steuerelektronik für Aqua-Akku .....	DM 33,30
NETZ-MODEM + Trafo .....	DM 117,40
Halogenis ohne Netzteil/Lampe .....	DM 32,20
Batterie-Tester .....	DM 39,20
VIDEO-Kopierschutzfilter o. Netzteil .....	DM 36,90

!!! Bitte beachten Sie auch unsere Angebote in früheren elrad-Heften: z. B.: 12/88, S. 95 !!!

Anfragenbeantwortung nur geg. Rückporto 1,50

Versand: Nachnahme (Portopauschale DM 5,50 + 2,00 NN-Gebühr) \*

Voraussetz.: Bestellwert + DM 5,50 Porto \* Oder: Post giro Karlsruhe

2205 52-757 \* Adresse angeben! \*

Geist Electronic-Versand GmbH  
Otto-Gönnenwein-Straße 5  
D-7730 VS-Schwenningen  
TELEFON: 0 77 20/3 66 73

### Anzeigenschluß für elrad 7-8/89

ist am 22. Mai 1989

Qualitäts-Bauteile für den  
anspruchsvollen Elektroniker  
**Electronic am Wall**  
4600 Dortmund 1, Hoher Wall 22  
Tel. (02 31) 1 68 63

### SSM ★ Audio ★ Products

SSM 2011 Vorverstärker System .....	9,50
SSM 2013 spannungsgest. Verstärker .....	17,50
SSM 2014 univ. spann.gest. Element .....	19,90
SSM 2015 Mikrofonvorverstärker .....	19,90
SSM 2016 hochwertiger Vorverstärker .....	26,90
SSM 2024 vierfach VCA .....	17,50
SSM 2031 HF-VCO (0,001 Hz ... 10 MHz) .....	9,50
SSM 2044 4-pol. Tiefpaßfilter .....	17,50
SSM 2056 ADSR-Baustein .....	17,50
SSM 2134 Oper.verstärker, low noise .....	5,40

#### neu im Programm:

SSM 2047 music voicing system .....	19,90
SSM 2120 dynamic range processor .....	19,90
SSM 2300 8-fach sample & hold .....	17,50
OP 37 FP OP high speed, low noise .....	11,30
OP 271 Dual OP, low noise, 1-stab. 14,65	

### INGENIEURBÜRO SEIDEL

Entwicklung elektronischer Schaltungen

Beratung und Vertrieb

Dipl.-Ing. Ulf Seidel

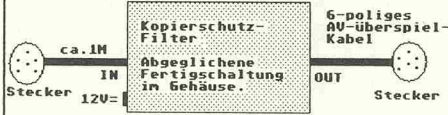
Postfach 31 09, D-4950 Minden

TEL.: 05 71/2 18 87

### VIDEO-KOPIERSCHUTZ-KILLER

Problemloses Überspielen von mit "Makrovision" kopiergeschützten Leih-  
Videokassetten zur privaten Nutzung.

Mir haben die in der ELRAD 9/88 veröffentlichte Schaltung weiter ver-  
bessert! Bei der neuen Version sind die teilweise auftretenden Pro-  
bleme wie Verzerrungen und Blauschimmer im oberen Bildbereich besei-  
tigt worden. Das Gerät wird anstelle eines 6-pol. AV-Überspielkabels  
verwendet. Andere Versionen (Chinch/BNC/Scart) sind nach Kunden-  
wunsch konfektioniert gegen einen Aufpreis von 10 DM lieferbar.  
Die Versorgungsspannung (12V=, ca. 40 mA) wird über eine Klinken-  
buchse zugeführt. Ein passendes Steckernetzteil kann zum Preis von  
DM 9,95 mitgeliefert werden.



unser **Preis: DM 59,50**  
GÜNTHER SIMONS electr.  
PF 2254, 5012 Bedburg  
Tel.: 02272/5980

### ROMAN Inh.: Volker Roman ELECTRONIC Tel.: 02645/4992

Schützenstr. 7, 5468 St. Katharinen

<b>Verstärkerbausteine:</b>	
Art.: 0111 Mono Endstufe mit Kühlk. UB max.: 45 V #	13,95 DM
Art.: 012 Stereo Endstufe mit Kühlk. UB max.: 30 V #	17,10 DM
Art.: 012 Stereo Endstufe 2xSTK 4036 2x50 W sin. Einschaltverzögerung u. Div. Vorstufen #	34,20 DM
Art.: 014 Stereo Endstufe mit Netzteil, RK-Trafo Kühlkörper, Einschaltverz. 2x50 W musik STK 443 incl. RK-Trafo, Netzteil, Schalter, Potte #	48,95 DM
Art.: 015 Stereo Vollverstärker 2x50 W musik STK 443 incl. RK-Trafo, Netzteil, Schalter, Potte #	34,20 DM
Art.: 016 Stereo Vollverstärker wie 015 jed. 2x15 W #	23,30 DM
Art.: 017 wie 015 jed. 2x20 Watt mit Kühlk. #	28,50 DM
Art.: 018 = 017 ohne Kühlkörper #	22,80 DM
Art.: 0131 Stereo Endstufe 2x70 W ohne Endtransistoren, Einschaltverzögerung #	17,10 DM
Art.: 0191 ähnl. Art.: 0131 jed. 2x30 W #	5,70 DM

<b>Tunerbausteine:</b>	
Art.: 0852 Tunerplatine UKW Stereo/MW/LW passend zu Art.: 015 bis Art.: 018 Knüller #	8,55 DM
Art.: 085 Tunereinschub, UKW st./MW/LW, dunkle Frontblende, Anzeige über 22 LED-Linsen, Feldst. 8 LED #	57,00 DM

<b>Recorder:</b>	
Art.: 9907 Stereo Recorder Grundplatte mit Dolby B, NT, PLL's, BS-Schalter, Mic input #	8,55 DM
Art.: 99011 3 Stück Recorderbauteile zum Ausschichten, mit Köpfen, Motoren etc. ...	5,70 DM

<b>Lautsprecher:</b>	
Art.: 8101 Isophon Bass Industrie 30 cm Durchmesser weitere Isophon Lautsprecher in unserer LS-Sonderliste	51,30 DM

<b>Transformatoren:</b>	
Art.: 750 Ringkern 45V/2A 38V/0,6A 25V/1A	17,10 DM
Art.: 7502 Ringkern-Pack 1000VA 2x20V oder 2x40V oder 1x80V	49,00 DM
Art.: 751 Ringkern 27V 340VA	34,20 DM
Art.: 752 Ringkern 46V 120VA	25,55 DM
Art.: 701 12-0-12V je 0,6A + 9V/1,2A + 18V/1A	8,55 DM

<b>LED-Anzeigen:</b>	
Art.: 031 Stereo LED-Wattmeter 2x9 LED, Beleuchtung, Montagegeräten, 2x120 Watt #	19,84 DM
Art.: 033 Stereo LED VU-Meter 2x10 LED #	11,40 DM

<b>Verschiedenes:</b>	
Art.: 550 Motor-Poti Stereo 2x100K	7,50 DM
Art.: 411 7895 auf Korbblech 3 Stück	2,00 DM
Art.: 151 Papplüfter Metall 80 x 80 mm 220 V	14,40 DM
Art.: 0801 Mic-Vorverst. Stereo m. Buchse	5,70 DM
Art.: 91 Motor 220V 230 mm Achse	5,70 DM
Art.: 8011 Uhrenmodul, mit Summer, 220 V	11,40 DM
Art.: 045 10 Netzkabel, Schuko, 2 Adern, 2 m	5,70 DM
Art.: 851 5 MB Festplatte Bull D 505	50,00 DM
Art.: 121 Drossel 2x5 mit 80 V 10 Stück	3,00 DM
Art.: 431 LF 347 SMD1	1,50 DM
Art.: 041 Kontrollleuchten 220 V 5 Stück	5,70 DM
Art.: 111 D/C/D/S Converter 48/12/1700	34,20 DM
Art.: 852 TTL Kompatible Schaltstufe für Computer 8 Kanal, 220 V, Latch Eingang	69,00 DM

#### Info-Box: # = mit Schaltplan

Fordern Sie unsere Sonderlisten an.

Alle Art. aus Postposten. Lieferung solange Vorrat reicht.

Versand per NN, zuzügl. Porto und Verpackung.

Die Lieferung aller Artikel erfolgt zu unseren Liefer- und Zahlungsbedingungen.

### Die Inserenten

albs-Alltronic, Ötisheim .....	18
Andy's Funkladen, Bremen .....	47
A/S Beschallungstechnik, Schwerte .....	59
AUDIO ELECTRIC, Markdorf .....	16
Bauer-Elektronik, St. Wendel .....	9
Beifuß Elektronik, Frankfurt .....	59
Diesselhorst, Minden .....	9
Doepfer, Gräfelfing .....	18
Eggemann, Neuenkirchen .....	11
Electronic am Wall, Dortmund .....	77
ELEKTRA-VERLAG, Neubiberg .....	63, 71
elektroakustik, Stade .....	71
EMCO Maier, Siegsdorf .....	13
eMedia, Hannover .....	59, 61
EXPERIENCE electronics, Herbrechtingen .....	9
GDG, Münster .....	18
Geist, VS-Schwenningen .....	77
Grigelat, Rückersdorf .....	7
Hados, Bruchsal .....	71
HAM RADIO, Friedrichshafen .....	77

Heck, Oberbettingen .....	11
Inst. f. explorative Datenanalyse, Hamburg .....	59
Isert, Eiterfeld .....	Umschlagseite 3
KEIL ELEKTRONIK, Grasbrunn .....	9
M. KLEIN ELEKTRONIK, Neuhausen .....	63
Kolter Electronic, Erfstadt .....	18
Lautsprecher & Lichtanlagen, Niederkassel .....	18
LEHMANN-ELEKTRONIK, Mannheim .....	71
Leymann-edv, Langenhagen .....	9
LSV, Hamburg .....	47
Ludwig, Bad Kreuznach .....	71
Meyer, Baden-Baden .....	71
MIRA, Nürnberg .....	11
Müter, Oer-Erkenschwick .....	9
MWC, Alfter .....	6
Öztemiz electronic, Isernhagen .....	9
Oppermann, Steyerberg .....	18
POP, Erkrath .....	17

Reichelt, Wilhelmshaven .....	30, 31
Rohleederer, Nürnberg .....	71
Roman Electronic, Steinshardt .....	77
SALHÖFER, Kulmbach .....	11
Seidel, Minden .....	77
SE Special Electronic, Bückeburg .....	Umschlagseite 2
Simons, Bedburg .....	12, 77
SOUND-EQUIPMENT, Bochum .....	63
SPV Electronic, Nürnberg .....	71
Scherm Elektronik, Fürth .....	11
Schuberth, Münchberg .....	18
Schulte, Fürth .....	71
Stippler, Bissingen .....	18
Tdm Elektronik, Bayreuth .....	71
Tennert, Weinstadt-Endersbach .....	71
WELÜ-ELECTRONIC, Neustadt .....	11
Zeck Music, Waldkirch .....	17



## Zerfallerscheinungen auf der Spur

Zur Messung der Radioaktivität steht ein umfangreiches Instrumentarium an Detektoren zur Verfügung. Man kann sie grob klassifizieren in Zähler, die die durch Ionisation infolge Strahlungseinwirkung entstehenden Ladungen messen und in Meßgeräte, die sekundäre Prozesse nach Absorption der einfallenden Strahlung, zum Beispiel Lichtemission, beobachten. Mit dem praktischen Aufbau eines Strahlungsmeßgerätes der zweiten Kategorie beschäftigt sich das Titelthema der elrad-Ausgabe 6/89.

Das Projekt des Szintillationszählers steht im passenden Umfeld: 'Umwelt' — so lautet das Thema für den Sonderteil der nächsten Ausgabe.

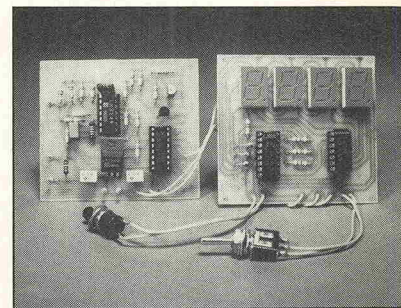
## Wetterstation

Natürlich, prima Klima kann man nicht machen. Aber das Chaos, das sich Wetter nennt, durchschaubar machen, das kann man schon. Zum Beispiel mit der im nächsten Heft vorgestellten modularen Wetterstation, die Helligkeit, Feuchte, Luftdruck, Temperatur und Zeit über jeweils ein LC-Display zur Anzeige bringt. Damit entgeht Ihnen dann zumindest nicht, wann das Klima prima ist.

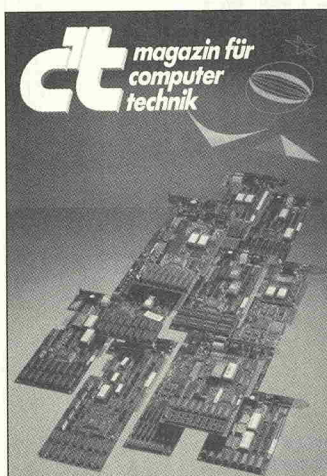


## Solarmeter

Hinter dieser Bezeichnung verbirgt sich ein Energie- und Leistungsmesser für Wind- und Solargeneratoren, der die von diesen, heute noch alternativen



Energiequellen gelieferte elektrische Arbeit mißt und auf einem LED-Display anzeigt. Und wenn die gelieferte Energie bekannt ist, kann man leicht denjenigen Zeitpunkt berechnen, bei dem die Investitionskosten für die Solaranlage durch den Energiegewinn amortisiert sind ...



Mit einer Auflösung von 1024 x 768 Bildpunkten bricht sich eine neue Generation unter den VGA-Karten Bahn. Ein gutes Dutzend hat c't unter die Lupe genommen.

### c't 5/89 — jetzt am Kiosk

Prüfstand: dBase IV — die langersehnte, SQL-fähige Version ist da ★ Auflösungswettlauf und kein Ende — ein gutes Dutzend VGA-Karten mit 1024 x 768 Bildpunkten im Test ★ Know-how: die Grenzen von Simulationen ★ Projekt: I/O-Karte für PCs, seriell und parallel ★ u.v.a.m.

### c't 6/89 — ab 19. Mai am Kiosk

Test: Hochauflösende Multiscan-Monitore für 1024 x 768 Bildpunkte ★ Know-how: 387-Power für Turbo-Pascal 5.0 ★ RISC-Architekturen ★ Netzwerksichere DOS-Programme schreiben ★ Btx-Software-Decoder im Vergleich ★ Textverarbeitung auf dem Amiga ★ u.v.a.m.



Kein Lifting, aber ein neues Gesicht steht UNIX ins 'Haus'. Wie es aussehen soll und wer es gestalten will, hat iX untersucht.

### iX 2/89 — jetzt am Kiosk

Trends: Grafische Benutzeroberflächen — das neue Gesicht von UNIX ★ Vorstellung: das erste 386er-UNIX von SCO ★ Erfahrungsberichte: SunOS 4.0 auf Sun-4/280; Exabyte — 2,3-GByte-Backup auf 8-mm-Video ★ Vergleichstest: vier UNIX-fähige 386er Portables ★ Test: 19200-Baud-Modem Logem T2000, High-End-Laserprinter Kyocera 9160, Amiga 2500 UX, Philips P2000 ★ Know-how: LANs ★ u.v.a.m.

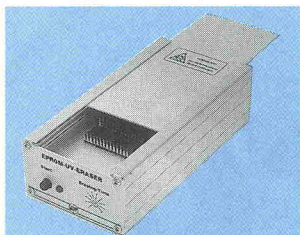
### iX 3/89 — ab 12. Mai am Kiosk

ISDN und UNIX — der Stand der Dinge ★ Einblick: Marvin C2000 — ein Superrechner im Rechenzentrum ★ Know-how: E. F. Codd über die Mängel von SQL ★ sed-Editor für Umsteiger ★ u.v.a.m.



#### isel-Eprom-UV-Löschgerät 1 . . . . . DM 89,-

- Alu-Gehäuse, L 150 x B 75 x H 40 mm, mit Kontrolllampe
- Alu-Deckel, L 150 x B 55 mm, mit Schließeverschluss
- Löschschütz, L 85 x B 15 mm, mit Auflageblech für Eproms
- UV-Löschlampe, 4 W, Löschzeit ca. 20 Minuten
- Elektronischer Zeitschalter, max. 25 Min., mit Start-Taster
- Intensive u. gleichzeitige UV-Löschung von max. 5 Eproms



#### isel-Eprom-UV-Löschger. 2 (o. Abb.) . . . DM 248,-

- Alu-Gehäuse, L 320 x B 220 x H 56 mm, mit Kontrolllampe
- Alu-Deckel, L 320 x B 200 mm, mit Schließeverschluss
- Vier Löschschlitze, L 220 x B 15 mm, mit Auflageblech
- Vier UV-Löschlampen, 8 W/220 V, mit Abschaltautomatik
- Elektronischer Zeitschalter, max. 25 Min., mit Start-Taster
- Intensive u. gleichzeitige UV-Löschung von max. 46 Eproms



#### isel-Flux- und Trocknungsanlage . . . . . DM 396,-

- Eluiertes Alu-Gehäuse, L 550 x B 295 x H 145 mm
- Schaumflurer, Flußmittelaufnahme 400 cm
- Schaumwellenhöhe stufenlos regelbar
- Heizplatte als Vorheizung und Trocknung
- Leistungsaufnahme 220 V/2000 W, regelbar
- Fluxwagen für Platinen bis 180 x 180 mm



#### isel-Flux- und Trocknungswagen, einzeln DM 45,- für Platinen bis max. 180 x 180 mm

#### isel-Verzinnungs- und Lötanlage . . . . . DM 340,-

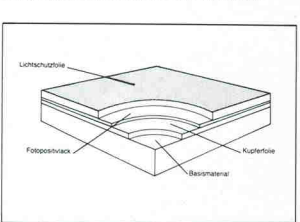
- Eluiertes Alu-Gehäuse, L 260 x B 295 x H 145 mm
- Heizplatte 220 V/2000 W, stufenlos regelbar
- Alu-Lötwanne, teflonisiert, 240 x 240 x 40 mm
- Bimetall-Zeigerthermometer, 50-250 Grad
- Lötwagen, verstellbar, max. Platinengröße 180 x 180 mm



#### isel-Verzinnungs- u. Lötwagen einzeln . . . DM 45,- für Platinen bis max. 180 x 180 mm

#### isel-fotopositivbeschichtetes Basismaterial

- Kupferbeschichtetes Basismaterial mit Positiv-Lack
- Gleichmäßige u. saubere Fotostärke, Stärke ca. 6 µm
- Hohe Auflösung der Fotostärke u. galv. Beständigkeit
- Rockstandfreie Lichtschutzfolie, stanz- u. schneidbar



Pertinax FR 2, 1seitig, 1,5 mm stark, mit Lichtschutzfolie  
 Pertinax 100 x 160 DM 1,55 Pertinax 200 x 300 DM 5,90  
 Pertinax 160 x 233 DM 3,60 Pertinax 300 x 400 DM 11,65  
 Epoxyd FR 4, 1seitig, 1,5 mm stark, mit Lichtschutzfolie  
 Epoxyd 100 x 160 DM 2,95 Epoxyd 200 x 300 DM 11,20  
 Epoxyd 160 x 233 DM 6,90 Epoxyd 300 x 400 DM 22,30  
 Epoxyd FR 4, 2seitig, 1,5 mm stark, mit Lichtschutzfolie  
 Epoxyd 100 x 160 DM 3,55 Epoxyd 200 x 300 DM 13,30  
 Epoxyd 160 x 233 DM 8,25 Epoxyd 300 x 400 DM 26,55  
 10 St. 10%, 50 St. 30%, 100 St. 35% Rabatt

#### isel-19-Zoll-Rahmen und Gehäuse

- 10-Zoll-Rahmen, 3 HE, eloxiert . . . . . DM 27,80
- 19-Zoll-Rahmen, 3 HE, eloxiert . . . . . DM 36,80
- 19-Zoll-Rahmen, 6 HE, eloxiert . . . . . DM 48,80
- 10-Zoll-Gehäuse-Rahmen, 3 HE, eloxiert . . . . . DM 48,80
- 19-Zoll-Gehäuse-Rahmen, 3 HE, eloxiert . . . . . DM 56,80
- 10-Zoll-Gehäuse, 3 HE, eloxiert . . . . . DM 62,-
- 19-Zoll-Gehäuse, 3 HE, eloxiert . . . . . DM 89,-

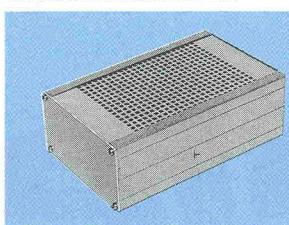


#### Zubehör für 19-Zoll-Rahmen und Gehäuse

- 1-Zoll-Frontplatte, 3 HE, eloxiert . . . . . DM 1,-
- 2-Zoll-Frontplatte, 3 HE, eloxiert . . . . . DM 1,65
- 4-Zoll-Frontplatte, 3 HE, eloxiert . . . . . DM 2,75
- Führungsschiene (Kartenträger) . . . . . DM -55
- Frontplattenschnellversch. mit Griff . . . . . DM -85
- Frontplatte-/Leiterplatte-Befestigung . . . . . DM -70
- ABS-Gerätegriff, Ra 88 mm, anthrazit . . . . . DM 1,12
- ABS-Gerätegriff, Ra 88 mm, silbergrau . . . . . DM 1,45

#### isel-Euro-Gehäuse aus Aluminium

- Eloxiertes Aluminium-Gehäuse, L 165 x B 103 mm
- 2 Seitenteil-Profil, 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 1120

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

#### isel-Euro-Gehäuse 1 . . . . . DM 1250

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

#### isel-Euro-Gehäuse 2 . . . . . DM 1250

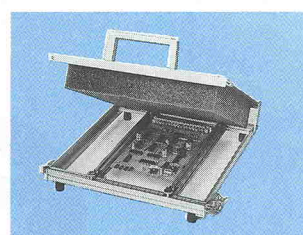
L 165 x B 103 x H 56 mm, mit Abdeckblech

#### isel-Euro-Gehäuse 2 . . . . . DM 1450

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

#### isel-Bestückungs- u. -Lötrahmen 1 . . . . . DM 56,80

- Alu-Rahmen 260 x 240 x 20 mm, mit Gummifüßen
- Schließbarer Deckel 260 x 240 mm, mit Schaumstoff
- Platinen-Haltervorrichtung 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)



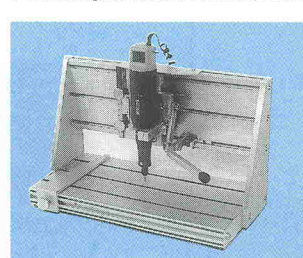
#### isel-Bestückungs- u. -Lötrahmen 2 . . . . . DM 99,80

- Alu-Rahmen 400 x 260 x 20 mm, mit Gummifüßen
- Schließbarer Deckel 400 x 260 mm, mit Schaumstoff
- Platinen-Haltervorrichtung 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-Bohr- und Fräsgesetz . . . . . DM 340,-

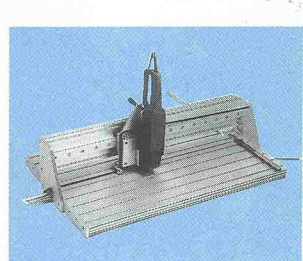
- Alu-Ständer mit T-Nuten-Tisch 350 x 175 mm
- Präzisionshubvorrichtung mit isel-Linearführung
- Verstellbarer Hub max. 40 mm, mit Rückstellfeder
- Verstellbarer Seitenanschlag und Tiefenanschlag
- Bohr- und Fräsmaschine 220 V mit 3 mm Spannzange
- Feed-Back Drehzahlregelung von 2000-20000 U/min
- Hohe Durchzugskraft und extrem hohe Rundlaufgenauigkeit



#### isel-Bohr- und Fräsständer mit Hubvorrichtung, einzeln . . . . . DM 239,-

#### isel-Präzisions-Handtrennsäge . . . . . DM 980,-

- Alu-Ständer mit T-Nuten-Tisch: 800 x 500 mm
- Verfahrweg, 600 mm mit isel-Doppelpurverschub
- Seitenanschlag mit Skala u. verstellbarem Tiefenanschlag
- Alu-Block mit Niederhalter und Absaugvorrichtung
- Motor 220 V/710 W, Leerlaufdrehzahl 10000 U/min
- Leichtmetall bis 6 mm, Kunststoff bis 6 mm Stärke
- Option: Diamant-Trennscheibe oder Hartmetall-Sägeblatt

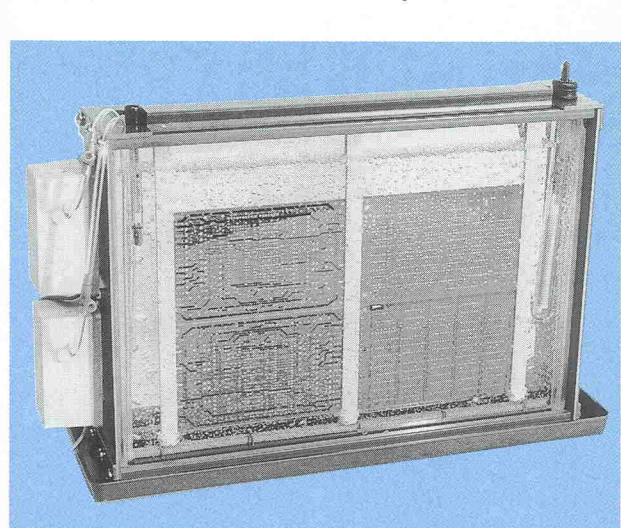


#### Diamant-Trennscheibe, Ø 125 mm . . . . . DM 225,- Hartmetall-Sägeblatt, Ø 125 mm . . . . . DM 112,-

## isert-electronic

### isel-Entwicklungs- u. -Ätzgerät 1 DM 180,-

- Superschmale Glasküvette, H 290 x B 260 x T 30 mm
- PVC-Küvettenrahmen mit Kunststoffwanne
- Spezialpumpe, 220 V, mit Luftverteilerahmen
- Heizstab, 100 W/200 V, regelbar, Thermometer
- Platinenhalter, verstellbar, max. 4 Eurokarten
- Auffangwanne, L 400 x B 150 x H 20 mm



### isel-Entwicklungs- u. -Ätzgerät 2 DM 225,-

- Superschmale Glasküvette, H 290 x B 430 x T 30 mm
- PVC-Küvettenrahmen mit Kunststoffwanne
- 2 Spezialpumpen mit Doppelluftverteilerahmen
- Heizstab, 200 W/220 V, regelbar, Thermometer
- Platinenhalter, verstellbar, max. 8 Eurokarten
- Auffangwanne, L 500 x B 150 x H 20 mm



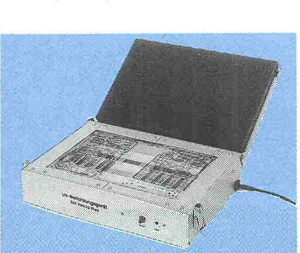
„Isert“-electronic, Hugo Isert

6419 Eiterfeld, ☎ (0 66 72) 7031, Telex 493 150

Versand per NN, plus Verpackung + Porto, Katalog 5,- DM

#### isel-UV-Belichtungsgerät 1 . . . . . DM 215,-

- Elox. Alu-Gehäuse, L 320 x B 220 x H 55 mm, mit Glasplatte
- Deckel L 320 x B 220 x H 13 mm, mit Schaumstoffaufl. 20 mm
- 4 UV-Leuchtstofflampen, 8 W/220 V
- Belichtungsfläche 245 x 175 mm (max. zwei Euro-Karten)
- Kurze u. gleichmäßige Belichtung für Filme u. Platten



#### isel-UV-Belichtungsgerät 2 . . . . . DM 298,-

- 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-Leuchtstofflampen, 15 W/220 V
- Belichtungsfläche 365 x 235 mm (max. vier Euro-Karten)
- Kurze u. gleichmäßige Belichtung für Filme u. Platten

#### isel-Vakuum-UV-Belichtungsgerät 2 für zweiseitige Belichtung . . . . . DM 1138,-

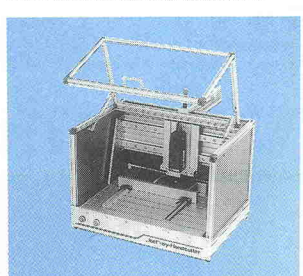
- Eloxiertes Alu-Gehäuse, L 475 x B 425 x H 140 mm
- Vakuumrahmen mit Selbstverschluß und Schnellbelichtung
- Nutzfläche 360 x 235 mm/maximaler Zwischenraum 4 mm
- Vakuumpumpe, 5 L/Min., maximal -0,5 bar
- Acht UV-Leuchtstofflampen 15 W/220 V
- Anschluß 220 V, Leistungsaufnahme 300 W
- Zeiteinstellung 6-90 Sek. und 1-15 Min.



#### isel-Vakuum-UV-Belichtungsgerät 1 für einseitige Belichtung . . . . . DM 898,-

#### isel-x/y-Handcutter . . . . . DM 2250,-

- Präzisions-x/y-Tisch mit isel-Doppelpurverschub
- Verfahrweg, x-Richtung 300 mm, y-Richtung 400 mm
- Aluminium-T-Nuten-Tisch, Aufspannfläche 500 x 600 mm
- Verstellbare Auflageleiste für Leiterplatten bis 165 x 400 mm
- Transparente Schutzhaube, klappbar mit 2 Gasfedern
- Motor 220 V/600 W, regelbar von 8000 bis 24000 U/min
- Feineneinstellung der Schnittstelle mit Rändelschraube M 6
- Ein-/Ausschalter mit Sicherheits-Abschaltautomatik



#### Hartmetall-Schneidscheibe, Ø 80 mm DM 340,- Schneidscheiben-Aufnahme . . . . . DM 34,-



Beim Verlag  
für DM 16,80 erhältlich

# *electro acoustic*

**Grundlagen digitaler  
Mischpulte**

**DMP 7-Erfahrungsbericht**

**Moving Lights-  
Licht in Bewegung**

**Mikrofone –  
Entwicklungskriterien  
und Anwendung**

**Markt  
Verstärker, Mikrofone, Mixer**

**Aspekte  
der  
Studioakustik**



Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG · Postfach 61 04 07 · 3000 Hannover 61 · Tel. (05 11) 53 52-1 60