

# ELRAD

H 5345 E

DM 6,80

öS 58,- · sfr 6,80

bfr 171,- · hfl 9,20

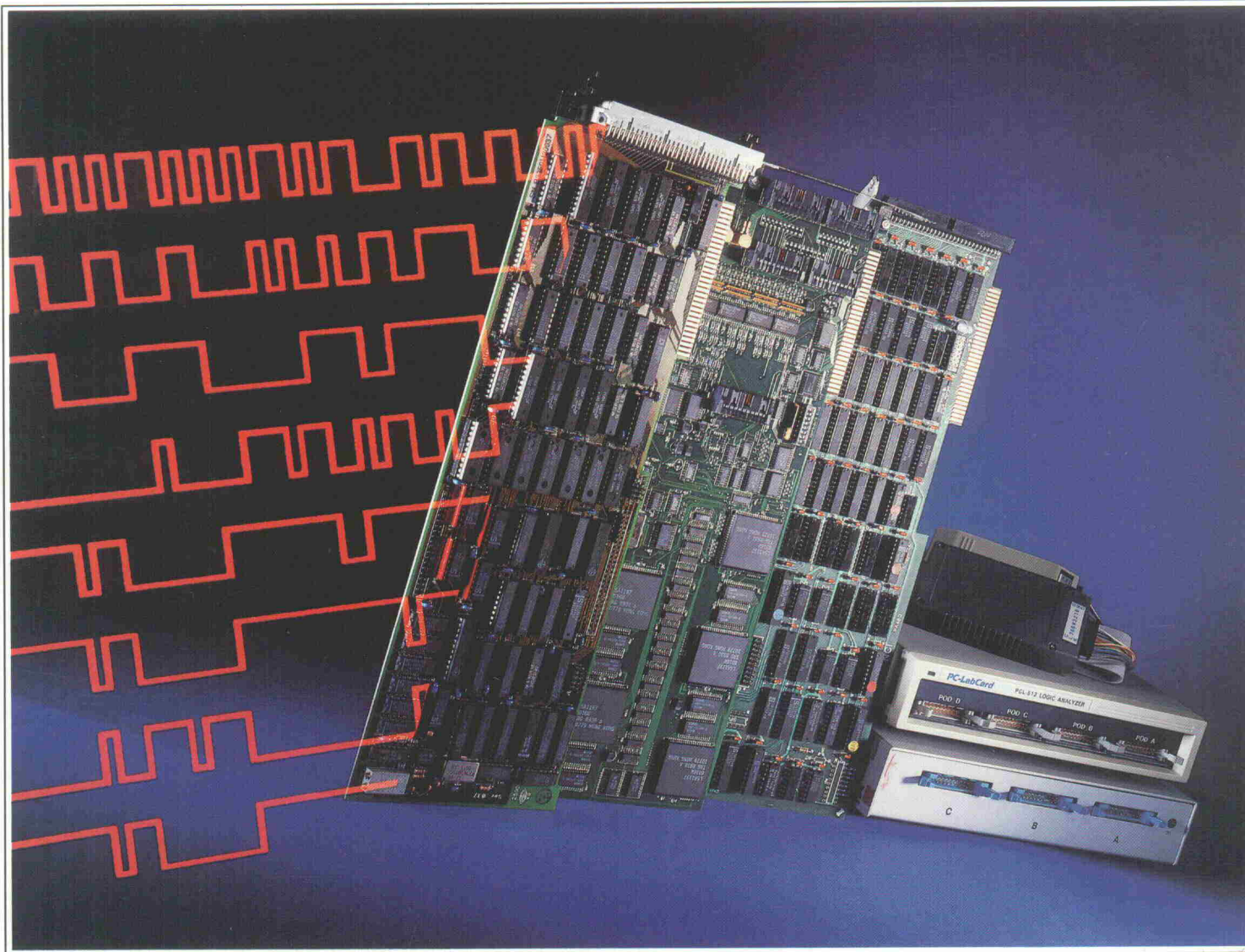
FF 22,50

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

10/91

10/91

ELRAD Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen



Markt:  
Platinenfertigung

PreView:  
Audiomeßplatz Neutrik A 1  
Meßtechnik-Software Signalys 3.0  
PC-CAD Ultiboard und Ulticap  
Atari-CAD Platon 2.01

Projekte:  
Atari-Interface für Hameg DSO  
Centronics-Vervielfacher  
Audio-LWL/TTL-Konverter  
Fahrrad-USV

Grundlagen  
Piezoresistive Drucksensoren

**Test:**  
**PC-Logic-**  
**Analyzer**



# Endlich . . .



XT oder 80486?

Windows, OS/2, Unix

EGA bis TIGA

Floppy bis Optical

Netzwerke

Nadel oder Laser?

Modem, Fax, Btx

Anwendersoftware

Neuronale Netze

## Orientierung kann so einfach sein

Angebotsfülle und Schnellebigkeit des Computermarktes machen es nicht leicht, den Überblick zu behalten und die Spreu vom Weizen zu trennen. Hier ist das c't-Sonderheft die unentbehrliche Informationsquelle.

**c't report** bringt umfassend und kompetent

- Maßstäbe für die Bewertung von Neuheiten
- wertvolles, langfristig nutzbares Grundlagenwissen für den Anwender
- zuverlässige Kriterien für die qualitätsbewußte Kaufentscheidung.

**c't report** bietet geballtes Know-how über die wichtigsten Betriebssysteme, Programmiersprachen, Anwenderprogramme wie Datenbanken oder Tabellenkalkulation. Es bringt Sie auf den Stand der Netzwerktechnik und Datenfernübertragung, berichtet über zukunftssträchtige Entwicklungen wie neuronale Netze und Multimedia. Auch die Hardware kommt nicht zu kurz: konkrete Fakten und Details zu Prozessoren, Speichern, Festplatten, Grafikkarten, Netzwerken, Monitoren und Druckern.

**Für 10 DM direkt beim Verlag erhältlich.  
Nutzen Sie die Bestellkarte  
(Bestellung nur gegen Vorauszahlung).**



Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG  
Postfach 61 04 07, 3000 Hannover 61

**Know-how  
rund um den PC**





# Quo vadis?

Schon im Vorfeld verbreitete sich eine merkwürdige Stimmung. Man verschickte nur sehr sparsam Presse-Infos. Keine Neuankündigungen, keine Pressekonzferenz. Nur ein Gerücht, das sogar eins der Computer-Magazine, die **das** Firmen-Emblem auf ihre Segel geschrieben haben, auszusprechen wagte: '... auf großer Fahrt', aber wohin?

Trotzdem oder gerade deswegen, keine Autobahn ist zu lang, auf, nach Düsseldorf – wäre ich doch mit dem Zug gefahren. Der erste Weg eines neugierigen Redakteurs führt ins 'Pressezentrum' auf den Zentralstand. Aber auch hier das gleiche. Die Informationskörbe sind leer, die Pressemappe dünn. Nur im Forumprogramm ein Lichtblick: Fuzzy-Logik. Auch ein Thema für ST/TT-User?

Der Zentralstand wirkt so aufgeräumt wie Mutters gute Stube; riesig, aber einsam und verlassen in der 'großen' Messehalle. Ein Unteraussteller überlegt, seinen Platz zu räumen, er fühlt sich auf verlorenem Posten. Nur Produkte, die schon bekannt sind: STE, TT, Portfolio, ST-Book, die Lynx-Videospiel-Ecke. Hin- und hergerissen zwischen Spielkonsole und professioneller Unix-Workstation werden – selbst bei manchem Aussteller – Gedanken laut, ob man nicht auf ein anderes Rechnersystem umsteigen sollte.

Fünf vor zwölf, high noon, auf zum Fuzzy-Forum; fünf nach zwölf, der Veranstalter glänzt durch Abwesenheit. Dr. Helfried Broer von der Gesellschaft für Mathematik und Datenverarbeitung betritt das Podest; er stellt sich und sein Thema selbst vor. Bevor der Vortrag richtig interessant wird (auf der einen Seite nur Nullen und Einsen, auf der anderen fließende Übergänge – soweit war ich schon mal), bringt der Nachbar-

stand dem Auditorium lautstark bei: Mit dem ST kann man auch Musik machen. Der Referent bricht – sichtbar genervt – alle tiefergehenden Ausführungen ab und faßt den Rest mit wenigen Worten zusammen. Das war's also; wieder nicht mitbekommen, wie es mit der Fuzzy-Logik steht.

Spätestens jetzt mag der Eindruck entstehen, die **Atari**-Messe ist ein Flop, und es gibt weder Highlights noch Positives mit nach Hause zu nehmen. Nein, nein, weit gefehlt. Diese Messe lebt eben nicht von Atari allein, sondern in erster Linie von den zahlreichen Soft- und Hardwareentwicklern, die sich seit Jahren mit dem Rechner beschäftigen. Und hier ist einiges los. Viele Produkte sind der Kinderstube entwachsen und weisen sich durch vorzeigbare Professionalität aus.

So stehen die Bildverarbeitungs- und DTP-Programme denen führender Rechnertypen kaum noch nach. Zugleich aber verliert, zumindest in dieser Sparte, Jack Tramiels Parole 'Power without the price' mehr und mehr an Geltung.

Neues gibt es auch aus dem Hause Application Systems: Man zeigte Pure C, eine Weiterentwicklung des Turbo-C-Professional-Systems von Borland. Des weiteren kündigte man Signum III, versehen mit 160 Neuerungen, an. Es soll noch in diesem Jahr auf den Markt kommen.

Die Messe zeigte ein weites Produktspektrum von Grafikkarten, Speichererweiterungen und Beschleunigerboards für alle Rechnertypen vom ST bis zum TT. Beispielsweise bietet Overscan für den ST eine Monochromgrafikkarte (736 × 480, 71 Hz) komplett mit Monitor für 509 D-Mark an. Roskoth und Eckstein zeigten eine 2,5-Zoll-Festplatte zum Einbau in den 1040ST.

Atari und Meßtechnik, ein Thema für die Zukunft? Der Portfolio ist längst als mobiles Datenerfassungssystem etabliert. Mittlerweile bieten mehr

als nur eine Firma Speichererweiterungen, Schnittstellen und Datenlogger für den Rechner im Taschenformat an.

Seit der Einführung des TT und Mega-STE scheint sich auch der VMEbus-Sektor zu beleben. Bei ProVME verzeichnet selbst die VMEbus-Karte für den alten Mega-ST verstärkte Nachfrage. Die hannoversche Firma IBP bietet neben dem bekannten 190ST – Atari als 19-Zoll-Einschub – jetzt eine breite Palette hochwertiger VMEbus-Karten an. In diesem Zusammenhang sollte man auch enthüllen, was aus Ataris Führungsetage stammt: Man werde möglicherweise zur CeBIT ein neues Hardwarekonzept auf VMEbus-Basis vorstellen. Dabei soll die Kompatibilität, trotz einer derzeitigen intensiven Überarbeitung des TOS, zu ST, STE und TT gewahrt bleiben.

Daß es um den Atari immer noch recht lebendig ist und bleiben wird, das zeigen auch das aktuelle Heft sowie die in Planung befindlichen Projekte. Allen Unkenrufen zum Trotz: Der neue TT für die Redaktion ist bestellt.

*Peter Nonhoff*

Peter Nonhoff

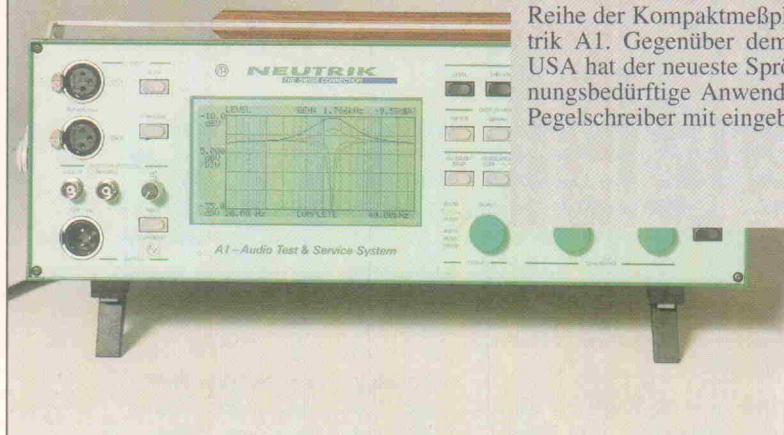




## Kompaktmeßplatz Neutrik A1

In unserer Rubrik PreView stellen wir nun einen weiteren Neuling aus der Reihe der Kompaktmeßplätze für den Audiobereich vor, diesmal ist es der Neutrik A1. Gegenüber dem im Juni-Heft beschriebenen Konkurrenten aus den USA hat der neueste Sprößling aus Liechtenstein einige nützliche, aber gewöhnungsbedürftige Anwendungen zu bieten. Oder haben Sie schon einmal einen Pegelschreiber mit eingebautem Digital-Oszilloskop gesehen?

Seite 20

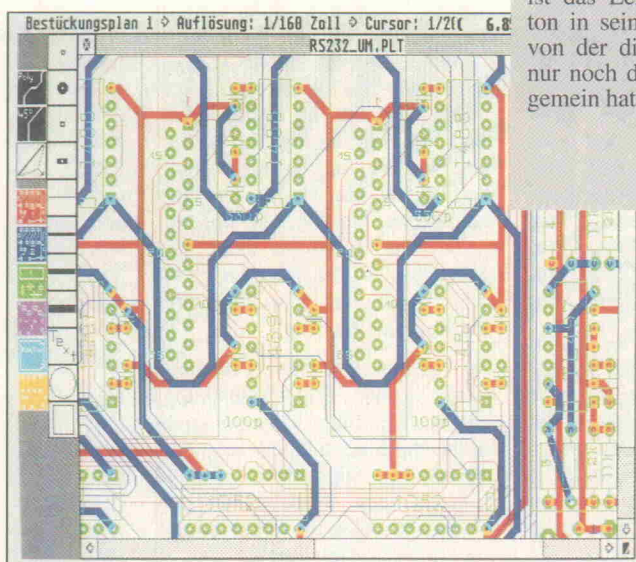


## Test

### CAD: Platon 2.01

Viele Anwender beklagen, daß es keine brauchbare Elektronik-CAD-Software für den Atari ST/TT gibt. Seit einigen Monaten ist das Leiterplatten-Layoutprogramm Platon in seiner Version 2.01 auf dem Markt, von der die Entwickler behaupten, daß es nur noch den Namen mit der alten Version gemein hat. Ob dem so ist, lesen Sie ab

Seite 24



## Hardware

### Zwei für den Atari ST

Digital-Scopes der Firma Hamag dürften nicht gerade zu den Raritäten in Entwicklungs- oder Servicelabors zählen. Sollte auch noch ein Atari ST zum Equipment gehören, steht einer Symbiose beider nichts mehr im Wege. Bindendes Glied ist eine kleine Interface-Platine, und zusammen mit einer komfortablen Steuersoftware entsteht ein effektives Meßsystem.

Ein Gegenmittel gegen die Schnittstellenknappheit bei Atari-Rechnern bietet der zweite Beitrag: 1 Eingang, 5 Ausgänge, alle Datenleitungen gepuffert, elektronisch umschaltbar, wahlweises Arbeiten mit dem Busy- oder Acknowledge-Signal. Das alles untergebracht auf einer zweiseitigen Europlatine. Die Rede ist vom Centronics-Umschalter.

Seite 41 und 62

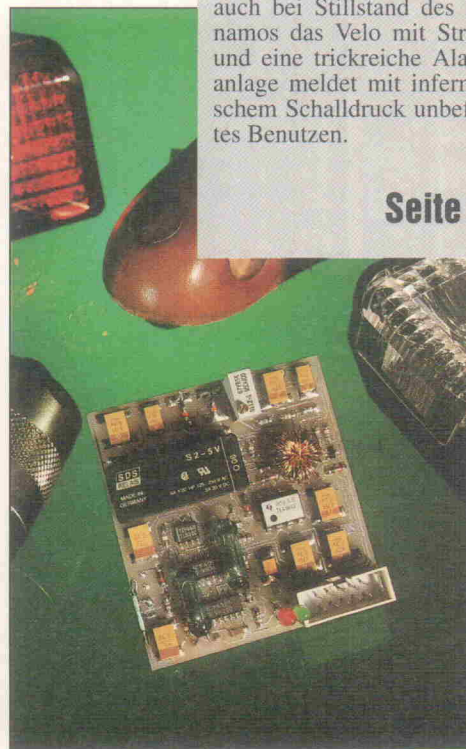


## Projekt

### Sicherheitspaket

Welcher Miniaturisierungsgrad mit den derzeit erhältlichen SMDs machbar ist, zeigt beispielhaft dieses Projekt: Auf einer Platinengröße von 50 x 55 mm wurde doppelte Sicherheit für Zweiräder realisiert. Eine Standlichtschaltung versorgt auch bei Stillstand des Dynamos das Velo mit Strom, und eine trickreiche Alarmanlage meldet mit infernalischem Schalldruck unbefugtes Benutzen.

Seite 72





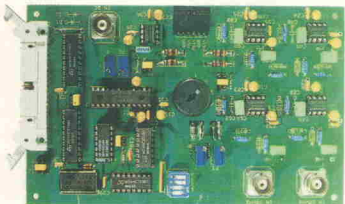
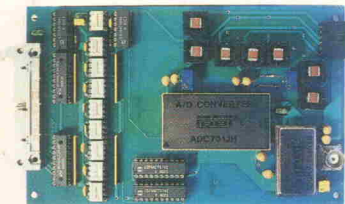


## Audio-Projekt

### SP/DIF-Konverter

Daß es mit den Normen bei der digitalen Schnittstelle von DAT-Recordern drunter und drüber geht, dürfte nicht nur so manchem Studiotechiker aufgefallen sein. Probleme treten meist dann auf, wenn man Audioaufnahmen von einem Modell älteren Datums auf einen neueren Recorder auf digitaler Ebene überspielen möchte. Mit der hier vorgestellten Schaltung, die TTL- in optische Signale umwandelt und umgekehrt, läßt sich so manches Problem lösen und in einigen Fällen sogar der Kopierschutz umgehen.

Seite 60



## Projekt

### Meßtechnik: Hotline-ADC-Module

Zwei A/D-Wandlerkarten stehen beim Hotline-Projekt zur Wahl: zum einen ein 16-Bit-Modell mit 500 kHz, von dem mit Recht behauptet werden kann, daß es ganz weit oben im Leistungsspektrum dieser Klasse angesiedelt ist, und zum anderen ein 12-Bit-Modul mit 333 kHz, das sich mit seinen Daten auch nicht verstecken muß.

Seite 54

## Titelstory



## Test:

### PC-Logic-Analyzer

In der allgemeinen Meß-, Steuerungs- und Regelungstechnik haben sich speziell für diese Aufgabenbereiche ausgerüstete PCs längst als Standardequipment durchgesetzt. In vielen Bereichen der Spezialmeßtechnik traut man aber gemeinhin den PC-Konzepten nicht sehr viel zu. Die Elrad-Redaktion hat fünf Hard-/Softwareangebote, die PCs zu Logic-Analyzern machen, unter die Lupe genommen und untersucht, ob bei den attraktiven Preisen derartiger Lösungen die offerierte Meßtechnik nicht auf der Strecke bleibt.

Seite 30

# Inhaltsverzeichnis

	Seite
<b>Editorial</b>	<b>3</b>
<b>Briefe</b>	<b>7</b>
aktuell	
<b>Meßtechnik: WinLab</b>	<b>10</b>
<b>Firmen</b>	<b>11</b>
<b>Produktion</b>	<b>12</b>
<b>Gehäuse</b>	<b>14</b>
PreView	
<b>CAD aus Holland</b>	<b>16</b>
<b>Kompaktmeßplatz Neutrik A1</b>	<b>20</b>
<b>Platon 2.01</b>	<b>24</b>
<b>Signalys 3.0</b>	<b>27</b>
Test	
<b>PC-Logic-Analyzer</b>	<b>30</b>
Projekt	
<b>Atari ST steuert Hameg-DSO</b>	<b>41</b>
Fertigung	
<b>Von der Vorlage zum Film</b>	<b>46</b>
Marktübersicht	
<b>Leiterplatten-Hersteller</b>	<b>47</b>
Grundlagen	
<b>Prints auf Alu-Basis</b>	<b>51</b>
Projekt	
<b>Meßtechnik: Hotline (2)</b>	<b>54</b>
Projekt	
<b>Audio: SP/DIF-Konverter</b>	<b>60</b>
Projekt	
<b>Centronics-Umschalter</b>	<b>62</b>
<b>Arbeit &amp; Ausbildung</b>	<b>65</b>
Projekt	
<b>Fahrrad: Standlicht und Alarmanlage</b>	<b>72</b>
Die Elrad-Laborblätter	
<b>Piezoresistive Drucksensoren (1)</b>	<b>77</b>
<b>Bücher</b>	<b>81</b>
Programmierung	
<b>Programmieren in C (6)</b>	<b>82</b>
Mathematik	
<b>Numerische Nullstellensuche (1)</b>	<b>86</b>
<b>Elektronik-Fachgeschäfte</b>	<b>100</b>
<b>Die Inserenten</b>	<b>101</b>
<b>Impressum</b>	<b>101</b>
<b>Dies &amp; Das</b>	<b>102</b>
<b>Vorschau</b>	<b>102</b>



## ALL-03

### Universal-Programmierer

ALL-03, der Universal-Programmierer von Hi-Lo-System-Research programmiert Bausteine folgender Hersteller:

Altera, AMD, Atmel, Catalyst, Cypress, Exel, Fujitsu, Gould, Harris, Hitachi, Hyundai, ICT, Intel, Lattice, Nev.-Mikrochip, Mitsubishi, MMT, National Semiconductor, NEC, Oki, Ricoh, Rockwell, Samsung, Seeg, SGS/STM, Sharp, Signetics, S-MOS, Texas-Instruments, Toshiba, UMC, VLSI, Xicor, Zilog.

PALS, GALS, PLDs, EPLDs, EPROMs, EEPROMs, SEEPROMs, BPROMs, MPUs.

Programmieren? Sie brauchen einen PC/XT/AT – und den ALL-03!

Rufen Sie an! Um Ihnen mitzuteilen, ob der ALL-03 auch Ihr Problem-IC brennt, benötigen wir von Ihnen nur den Namen des Herstellers und die Typenbezeichnung. Die Antwort bekommen Sie sofort – und die Chance, daß Ihr IC unter den ca. 900 ist, die der ALL-03 „kann“, ist groß! Oder fordern Sie unsere Broschüre zum ALL-03 an! Da steht alles drin!

Mit Entwicklungssoftware f. 16V8/A u. 20V8/A

Bestellen Sie:

**ALL-03**  
**1450.– DM**

**ELEKTRONIK**  
**LADEN**

Mikrocomputer GmbH  
W.-Mellies-Str. 88  
4930 DETMOLD 18  
Telefon 0 52 32/81 71  
Fax 0 52 32/8 61 97

oder: 1000 BERLIN  
0 30/7 84 40 55  
2000 HAMBURG  
0 41 54/28 28  
3300 BRAUNSCHW.  
05 31/7 92 31  
4400 MÜNSTER  
02 51/79 51 25  
5100 AACHEN  
02 41/87 54 09  
6000 FRANKFURT  
0 69/5 97 65 87  
8000 MÜNCHEN  
0 89/6 01 80 20  
7010 LEIPZIG  
09 41/28 35 48  
SCHWEIZ  
0 64/71 69 44  
ÖSTERREICH  
02 22/2 50 21 27

## PC-Meß- und Regelkarten

(Alle AD-Karten mit echten integrierten AD-Umsetzern)

### LowCost-Bereich:

AD/DA-Karten, 8 Bit +/- 1 LSB, 2µs AD-/1µs DA-Umsetzzeit:  
-1 Eing./1 Ausg., 4 Spannungsbereiche per DIP-Schalter DM 169.-  
-8 Eing./1 Ausg., 4 Spgns.bereiche per Software einstellb. DM 209.-  
-8 Eing./2 Ausg., 2µs Spannungsbereiche per DIP-Schalter DM 279.-  
-wie vor, jedoch zusätzlich mit 24 digitalen I/O-Leitungen und 4 Wechsler-Relais (2A Dauer-Schaltstrom) DM 389.-

### AD,AD/DA-Karten, 12 Bit +/- 1 LSB:

-1 AD-Eing., 9µs Umsetzzeit, ext. trg.bar+5 dig. Eing. DM 289.-  
-4 AD-Eing., 9 µs, 1/3V(0-5V a.A.), 1 DA-Ausgang 1/3V DM 469.-  
(Einh.-rungspreis)

### digital I/O:

-digital I/O-Karte, 24 Bit, sehr schnell, hoher Strom DM 119.-

### Industrie-Bereich:

Industrie-Meß- und Regelkarten, sowie Zubehör aus der PC-Lab-Serie: 12-Bit Multifunktionskarten von 8-fach AD (25µs) / 1-fach DA, jeweils 16 dig. In-/Output mit Anschluß bis 16-fach single / 8-Kanal differentiell (10µs) / 2-fach DA, mit Quarztimer, 9 programmierbare uni-/bipolare Spannungsbereiche, Interrupt-DMA-fähig. Digitale (auch Cptio-)Relaiskarten, Programme, Erweiterungsboards analog und digital etc.

Gratis-Liste ER-4 anfordern!

**bitzer**  
Digitaltechnik

Postfach 1133  
7060 Schorndorf  
Tel.: 07181/68282  
Fax: 07181/66450

! A !  
Angebot in Österreich  
esquisse erhalten bei  
ESV-Elektronik  
Marktplatz 26  
A-4680 Haag/H.  
Tel.: 07732/3366-0  
Fax: 07732/3366-6



## ALS-VIEW/VPLOT

### Sicherheit bis zum Fotoplot

- Sichtbare Plotkontrolle im WYSIWYG-Format ab DM 795,-
- Postprocessing für alle Gerber-Daten
- Harmonisiert mit allen gängigen PCB-Layout-Systemen, z.B. OrCAD/PCB II, Tango II, CADDY
- Optimierte Nutzenmontage, Symbolbohrpläne, Werkzeugverzeichnis
- ALS-VIEW/VPLOT ist die CAM-Datenautobahn für Gerber, DMPL, HPGL, HPGL II, PostScript, Apple LaserWriter, EXCELLON

Rufen Sie jetzt das kostenlose HOSCHAR CAE-Informationsmaterial und die Demodiskette ab! Mit einer der Kontakt-Karten dieser Zeitschrift, oder viel schneller – über die HOSCHAR CAE-Hotline.

**HOSCHAR**  
Systemelektronik GmbH

Postfach 2928, 7500 Karlsruhe 1, Tel. 0721/37 70 44, Fax 0721/37 72 41

Tel. 0721/37 70 44

## Pay-TV-Decoder

Schaltverstärker zur Darstellung von Astra 1a PAY-TV Programmen

Ab sofort Geräte der zweiten Generation mit automatischer Code-Erkennung

Zukunftssicher durch programmierbare Logik

★ Updateservice durch eigene Entwicklung

★ kontrastreiches Bild, naturgetreue Farben

★ Mikroprozessor gesteuert bzw. Module für C-64

★ Zustandsanzeige

Lieferbar als Bausatz oder anschlussfertig

Bausatz für C-64 ab 178,—

Bausatz TCD-4 288,—

Händleranfragen erwünscht.

Fordern Sie unsere Info an.

Metec GmbH Hard und Softwareentwicklung

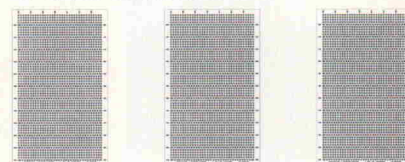
Wiesenweg 45 Tel. 0 50 53-6 62

3105 Müden/Örtze Fax: 0 50 53-6 59

Der Betrieb von Decodern ist nicht in jedem europäischen Land gestattet.

## SMD-Fädelkarte für Laboraufbauten

- ★ 35x60 pads = 2100 Löt pads pro Seite
- ★ Ø 0,4 mm gebohrt und durchkontaktiert
- ★ Bestücken auf B-Seite, Verdrahten auf L-Seite
- ★ Material: FR4, CU 35µ, Blei/Zinn
- ★ Maße: 50 mm x 80 mm



## ICOMatic GmbH

Industriestr. 30 · 4794 Hövelhof

Telefon: 0 52 57/50 06 42

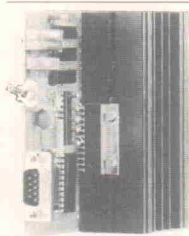
Telefax: 0 52 57/50 06 51

... und der zweite folgt sogleich ...

## QSM-01

sin/cos Schrittmotorkarte

— Alternative zu bürstenlosen Antrieben —



- ★ Ruhiger Lauf bei kleinen Drehzahlen
- ★ erw. Drehzahlbereich
- ★ Resonanzunterdrückung
- ★ low cost

Eingang: — 0 bis 5 V (Auflösung ∞)  
— Takt  
— Richtung

Ausgang: — 2 Ph./15–40 V  
1 A und 2 A

- Takt bis 700 kHz
- Ausgabe 0,1 Hz–25 kHz
- 25fache Vollschrittelteilung (konstant)
- Rampen- und Stop-Funktion

**MOVTEC** Stütz & Wacht GmbH  
Kastanienstr. 8 · 7542 Schömburg  
Tel. 0 72 35/83 07 · Fax. 0 72 35/2 56

## LOGIC-ANALYZER sind preiswert!

PC-Logic-Analyzer von Advantech haben ein ausgezeichnetes Preis-/Leistungsverhältnis.

Wir liefern die Analyser mit deutschen Handbüchern. Fordern Sie Unterlagen und Demodisketten kostenlos an.

PREISE:

PCL 512 max. 100 MHz oder 1000 BERLIN  
max. 32 Kan. 0 30/7 84 40 55  
**4554,30**

PCL 510 max. 100 MHz  
max. 24 Kan. 0 41 54/28 28  
**3642,30**

**ELEKTRONIK**  
**LADEN**

Mikrocomputer GmbH  
W.-Mellies-Straße 88  
4930 DETMOLD 18  
Telefon 0 52 32/81 71  
Fax 0 52 32/8 61 97

oder: 1000 BERLIN  
0 30/7 84 40 55  
2000 HAMBURG  
0 41 54/28 28  
3300 BRAUNSCHW.  
05 31/7 92 31  
4400 MÜNSTER  
02 51/79 51 25  
5100 AACHEN  
02 41/87 54 09  
6000 FRANKFURT  
0 69/5 97 65 87  
8000 MÜNCHEN  
0 89/6 01 80 20  
7010 LEIPZIG  
09 41/28 35 48  
SCHWEIZ  
0 64/71 69 44  
ÖSTERREICH  
02 22/2 50 21 27



## FILTER DESIGNER

PSpice Synthese & Analyse aktiver Filter

- Tief-, Hoch-, Bandpaß und Bandsperre
- Synthese mit Butterworth-, Chebyshev-, Chebyshev-Umkehr-, Cauer- und Besselfunktionen
- Kaskadierung von Entwürfen
- Aktive RC-Filter und Abtastfilter
- s/z Bereichsumwandlung
- Pol-Nullstellen und Bodedarstellungen
- PSpice-Interface
- für PC/AT & MAC II
- schon ab 1.495,- DM

Rufen Sie jetzt das kostenlose HOSCHAR CAE-Informationsmaterial und die Demodiskette ab! Mit einer der Kontakt-Karten dieser Zeitschrift, oder viel schneller – über die HOSCHAR CAE-Hotline.

**HOSCHAR**  
Systemelektronik GmbH

Postfach 2928, 7500 Karlsruhe 1, Tel. 0721/37 70 44, Fax 0721/37 72 41

Tel. 0721/37 70 44



## Kleine Röhrenkunde

Die Zuschrift eines Lesers (Elrad 7/91) zum Artikel 'Volles Haus' (Elrad 6/91) – es ging ihm um die Technologie der eingesetzten Endröhren – bedarf anscheinend der Richtigstellung.

Jemandem, der in Electronic Consulting macht, sollte die Entgleisung mit der Beam-Power-Röhre eigentlich nicht passieren. Beam-Power-Röhren sind tatsächlich etwas Besonderes: Sie haben statt des dritten Gitters ein sogenanntes Strahlblech. Zum Nachschlagen:

Valvo, Datenbuch Spezialröhren (dort Bündeltetroden genannt).

Young, The new Penguin Dictionary of Electronics, Penguin Books, GB.

Werner Huckschlag  
5750 Menden 2

Herr Assenbaum befindet sich im Irrtum, wenn er behauptet, die KT 88 sei eine Zeilenendröhre. Wie aus Datenblättern eindeutig hervorgeht, ist die KT 88 (entspricht 6550) als NF-Endpentode entwickelt worden und wird weltweit in hochwertigen Endstufen für HiFi-Zwecke eingesetzt. Die PL 519 ist eine Schalterröhre, die speziell für Horizontalablenkstufen in Farbfernsehgeräten konstruiert wurde. Der 'tödliche Anodenhut' ist bei dieser Röhre zwingend notwendig, da sie Impulsbelastungen bis 7000 V aushalten muß. Bei normalen Röhrensockeln stößt die Physik an ihre Grenzen, da Materialeigenschaften und Elektrodenabstände für diese hohen Spannungen nicht ausreichend sind.

Der Begriff Beam-Power steht nicht für Zeilenendröhre, sondern drückt aus, daß das Bremsgitter anders konstruiert ist. Statt der üblichen Wendel sind hier zwei Leitbleche angeordnet, die den Elektronenstrahl gezielt auf das Anodenblech lenken.

Gerhard Haas  
7922 Herbrechtingen

## Filterung

Zum Thema des Vorworts in Elrad 7/91 erreichte uns diese – ausführliche – Zuschrift.

Zum Editorial 'Ausgefiltert?' kann ich Ihnen nur zustimmen.

Die Elrad-Redaktion behält sich Kürzungen und auszugsweise Wiedergabe der Leserbriefe vor.

Leider gibt Ihre Beschreibung die Realität treffend wieder; meine Erfahrungen gerade innerhalb des letzten Jahres bestätigen dies.

Beiliegend finden Sie Auszüge aus dem Abschlußbericht eines Forschungsvorhabens. Darin habe ich eine Gleichung abgeleitet, die zwischen Abtastfrequenz, Filterordnung und Auflösung eine Beziehung beschreibt und mit deren Hilfe eine korrekte Dimensionierung möglich ist, beziehungsweise eine Abschätzung gemacht werden kann, ob die Auslegung eines Anti-Aliasing-Filters den Anforderungen genügt.

Dr. Gerd Schmidt  
6000 Frankfurt 1

*Der Bedeutung des Themas Rechnung tragend, hier die oben angeführten Auszüge aus dem Forschungsbericht 'Ortung lebender Verschütteter'.*

## 8.2. Abtastfilter (Anti-Aliasing-Filter)

Die Abtastung zeitabhängiger Signale muß mit einer Frequenz erfolgen, die größer als doppelt so hoch ist wie die höchste, im Eingangssignal enthaltene Frequenz. Daher muß das Eingangssignal vor der Analog-Digital-Wandlung spektral begrenzt werden. Diese Begrenzung muß durch ein analoges Filter erfolgen und kann nicht durch eine digitale Verarbeitung ersetzt werden. Wird dies nicht berücksichtigt, so erfolgt eine Unterabtastung der spektralen Anteile, die sich oberhalb der halben Abtastfrequenz befinden. Diese werden in den unteren Frequenzbereich gemischt und verfälschen das Signal irreversibel.

Sogenannte digitale Anti-Aliasing-Filter, die den Anwender glauben lassen, die Bandbegrenzung nach dem A/D-Wandler vornehmen zu können, sind völlig wirkungslos bezüglich des Problems; alle mit der Unterabtastung verknüpften Fehler treten auf. Eine nachträgliche digitale Korrektur ist nicht möglich. Die vielen Möglichkeiten, die die digitale Signalverarbeitung im Prinzip bietet, führen zu fehlerhaften Ergebnissen, wenn fehlerhafte Signale eingespeist und verarbeitet werden. Wir gehen im folgenden ausführlich auf diese Problematik ein, da alle von uns in Betracht gezogenen Meßsysteme und A/D-Steckkarten für PCs in bezug

auf das Anti-Aliasing-Filter fehlerhaft ausgelegt waren. Generell ist zu sagen, daß bezüglich der analogen und digitalen Kenngrößen derart falsche Vorstellungen vorherrschen, daß die Auslegung eines Meßsystems zur digitalen Verarbeitung analoger Größen aufgrund der Angaben der Hersteller und der ausschließlichen Verwendung der von diesen angebotenen Hard- und Software nicht zum Ziel führt.

Die Anforderungen, die an das analoge Anti-Aliasing-Tiefpaßfilter gestellt werden, sind je nach Weiterverarbeitung sehr hoch. So muß der Dynamikbereich mindestens 1 Bit besser sein als der des nachfolgenden A/D-Wandlers und ebenso müssen lineare und nichtlineare Verzerrungen mindestens um 1 Bit unterhalb des Dynamikbereichs der A/D-Wandler liegen. Obwohl der Dynamikbereich eines N-Bit A/D-Wandlers, in der Praxis meist nur N-2 Bits beträgt, müssen diese Zusammenhänge berücksichtigt werden. Die Verwendung von Schalter-Kondensator-Filtern ist möglich, falls auch dort das Abtasttheorem berücksichtigt wird und der erzielte Dynamikbereich ausreichend ist.

Die Faltung des Eingangssignals mit dem Abtastfilter führt zu Amplituden- und Phasenverzerrungen und aufgrund der Gruppenlaufzeit des Filters zu Hüllkurvenverzerrungen. Diese Signalveränderungen können bei Bedarf berücksichtigt werden, indem die inverse Transferfunktion des Abtastfilters mit dem abgetasteten Signal im Rechner gefaltet wird. Diese Prozedur ist nur dann möglich, wenn korrekt abgetastet wurde. Im Falle einer Unterabtastung wird dagegen der Fehler weiter vergrößert.

Zwischen obere Signalfrequenz  $f_s$ , Abtastfrequenz  $f_a$ , asymptotischer Steilheit bzw. Ordnung des Abtastfilters N und dem Überabtastfaktor K besteht folgender Zusammen-

hang zur erzielbaren Genauigkeit bzw. Auflösung A in Bit (Anhang):

$$k = \frac{\ln(f_a) - \ln(f_s)}{\ln(2)} - 1$$

$$A = k \cdot N + 1$$

Für eine Grenzfrequenz von  $f_s = 2$  Hz bei einer Auflösung von  $A = 13$  Bit ergeben sich z. B. folgende Möglichkeiten zur Realisierung:

Filter 1.ter Ordnung ( $N = 1$ ),  
Abtastfrequenz  $f_a = 16384$  Hz,

Filter 3.ter Ordnung ( $N = 3$ ),  
Abtastfrequenz  $f_a = 64$  Hz,

Filter 6.ter Ordnung ( $N = 6$ ),  
Abtastfrequenz  $f_a = 16$  Hz,

die letzte Kombination ist die in unseren Experimenten verwendete Anordnung.

Bei Filtern geringer Ordnung mit 'gutmütigem' Verhalten bezüglich der Transferfunktion muß mit extremen Überabtastungen gerechnet werden, um brauchbare Ergebnisse zu erzielen. Trotz der hohen Abtastfrequenz von über 16 kHz werden nur die Spektralanteile bis 2 Hz korrekt abgetastet! (Bei  $A = 16$  Bit,  $f_s = 20$  kHz und  $f_a = 44$  kHz wären Filter 109ter Ordnung notwendig, um eine Abtastung entsprechend dem Abtasttheorem durchzuführen).

Die Überabtastung besitzt einen weiteren Vorteil: Jeder Analog-Digital-Wandler, auch wenn er ideal bezüglich seiner Kennlinie ist, fügt dem abzutastenden Signal das Quantisierungsrauschen hinzu, so daß das Signal nicht nur durch die Quantisierung, d. h. die Diskretisierung der Amplitudenwerte, verfälscht wird, es wird zudem noch zusätzlich verrauscht. Das Rauschen kann näherungsweise als weiß angesehen werden, so daß bei größerer Abtastbandbreite, d. h. bei Überabtastung, in die Signalbandbreite entsprechend weniger Rauschen fällt und damit das Signal/Rausch-Verhältnis des Wand-

## Technische Anfragen

### Die Sprechstunde der Redaktion ...

für technische Anfragen nur mittwochs von 10.00 bis 12.30 und von 13.00 bis 15.00 Uhr unter der Telefonnummer

05 11/54 74 70

Aufgrund der zunehmenden Inanspruchnahme unserer Fragestunde liegt eine zügige Beantwortung im Interesse aller Leser. 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.)



## QUALITÄT AUS TRADITION

**NETZGERÄTE**

Elektrotechnische Leistungen  
für die Schweißtechnik  
Ultraschall-Trenn-Strömungslehre

**HEIDEN**

MÜNCHEN (089-714 50 60)  
FAX 714 75 97  
CHEMNITZ (071-474 18 62)  
FAX 474 18 62

Wo gibt's  
bloß gute  
Netzgeräte?

Na, dort!  
Katalog  
anfordern!

## ECAL ...

**ECAL** - das universellste Entwicklungssystem für alle gängigen 4bit, 8bit, 16bit und 64bit Mikroprozessorsysteme. Unterstützt über 170 Prozessor-Typen! Bedienerfreundliche Oberfläche mit integriertem Split-Screen-Editor. Optioneller Source-Level-Debugger mit ROM-Emulator. MS-DOS>3.0. Bitte Info anfordern!

ECAL Open Architecture System	DM 1.778,40
ECAL ROM-Emulator Kit	DM 1.316,70
ECAL Single Processor	DM 701,10

Alle Preise zuzügl. Porto+Verpackung

gsh - Systemtechnik  
Software & Hardware

Postfach 600511 · D-8000 München 60  
Tel.(089) 8343047 · Fax(089) 8340448

## MOPS11 mit HC11 aus ELRAD 3/91

MOPS-LP	Leerplatine	64,— DM
MOPS-BS1	Bausatz, enthält alle Teile außer RTC u. 68HC24	220,— DM
MOPS-BS2	Bausatz, enthält alle Teile incl. RTC u. 68HC24	300,— DM
MOPS-FB1	Fertigkarte, Umfang wie MOPS-BS1	300,— DM
MOPS-FB2	Fertigkarte, Umfang wie MOPS-BS2	380,— DM
MOPS-BE	Betriebssyst. für MS/DOS	100,— DM

In unserem Katalog „Von EMUFs und EPACs“ finden Sie diesen und viele andere Einplatinenrechner aus mc, c1 und ELRAD. Den Katalog können Sie kostenlos bei uns anfordern.

## ELEKTRONIK LADEN

Mikrocomputer GmbH  
W.-Mellies-Straße 88  
4930 DETMOLD 18  
Telefon 0 52 32/81 71  
Fax 0 52 32/8 61 97

oder 1000 BERLIN 0 30/7 84 40 55  
2000 HAMBURG 0 41 54/28 28  
3300 BRAUNSCHW. 0 5 31/7 92 31  
4400 MÜNSTER 0 2 51/79 51 25  
5100 AACHEN 0 2 41/87 54 09  
6000 FRANKFURT 0 69/5 97 65 87  
8000 MÜNCHEN 0 89/6 01 80 20  
7010 LEIPZIG 0 9 41/28 35 48  
SCHWEIZ 0 64/71 69 44  
ÖSTERREICH 0 2 22/50 21 27

## HIGH-END IN MOS-FET-TECHNIK LEISTUNGSVERSTÄRKERMODULE MIT TRAUMDATEN!

- SYMMETRISCHE EINGÄNGE
- DC-GEKOPPELT
- LSP-SCHUTZSCHALTUNG
- EINSCHALTVERZÖGERUNG
- TEMP.-SCHUTZSCHALTUNG
- ÜBERSTEUERUNGSFEST
- MIT INTEGRIERTER, EINSTELLBARER FREQUENZWEICHE 12 dB/Okt.

320 W sin/4 Ohm, K  $\leq 0,002\%$ , TIM nicht meßbar,  
0—180 000 Hz, Stewrate  $\geq 580$  V/ $\mu$ s, DC-Offset 20  $\mu$ V,  
Dämpfungsfaktor > 800

z. B. aus unserem Lieferprogramm:

**MOS-A320 DM 229,—**

## gn electronics

Inh. Georg Nollert, Scheibbsr Str. 74, 7255 Rutesheim  
Telefon 0 71 52/5 50 75, Telefax 0 71 52/5 55 70

## ELRAD

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

## Anzeigenschluß Heft 12/91: 10.10.91

Schon geschaltet ?  
Unter (05 11) 53 52 - 121 - 155  
erreichen Sie unsere  
Anzeigenabteilung.  
Rufen Sie uns an.



Technischer Vertrieb GmbH

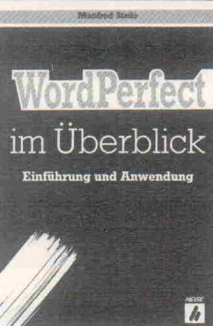
Electronic · Kabelfernsehen · Satellitentechnik · Telecommunication

Koaxiale Verbinder  
Stecker, Kupplungen

alle Normen —  
alle Kabelgrößen

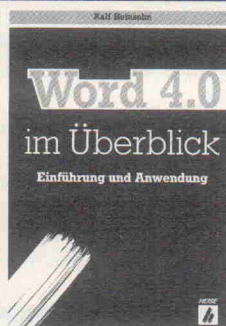
Verkauf  
nur an den Fachhandel

Innersteweg 3      Telefon 05 11/75 70 86  
3000 Hannover 21      Telefax 05 11/75 31 69



Der Leser wird mit dem komfortablen Leistungsangebot von WordPerfect 4.2 vertraut gemacht und hat ein handliches Nachschlagewerk.

Broschur, 120 Seiten  
DM 14,80/öS 115,—/sfr 14,80  
ISBN 3-88229-160-5



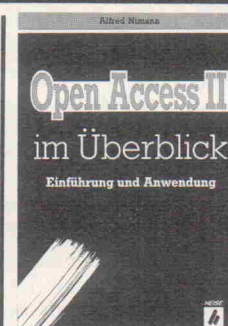
Das Buch beschreibt die Leistungen von Word 4.0 und erklärt dabei alle wichtigen Bedienungsbefehle. Gleichzeitig Überblick und Nachschlagewerk.

Broschur, 96 Seiten  
DM 14,80/öS 115,—/sfr 14,80  
ISBN 3-88229-167-2



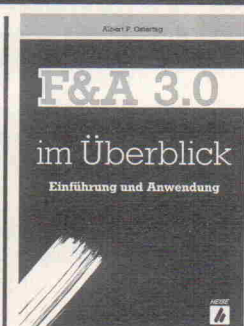
Ein umfassender Überblick über die Möglichkeiten des PageMaker 3.0 mit vielen Tips und Hinweisen für all jene, die sich ein DTP-Programm anschaffen wollen.

Broschur, 120 Seiten  
DM 14,80/öS 115,—/sfr 14,80  
ISBN 3-88229-172-9



Diese kurze und prägnante Einführung bietet einen Überblick über den Leistungsumfang des Programms.

Broschur, 125 Seiten  
DM 14,80/öS 115,—/sfr 14,80  
ISBN 3-88229-163-X



Interessierte erhalten einen kompletten Überblick über F & A 3.0, und gleichzeitig dient das Buch den Anwendern des Programms als Nachschlagewerk.

Broschur, 120 Seiten  
DM 14,80/öS 115,—/sfr 14,80  
ISBN 3-88229-164-8





lers, nicht aber des Signals, proportional verbessert werden kann.

Bei einer Grenzfrequenz des Abtastfilters von 2 Hz werden noch Herzschlagfrequenzen von 120 Schlägen pro Minute erfaßt. Für unsere Versuche erwarten wir Schlagfrequenzen von 60/min bis 80/min entsprechend 1 Hz bis 1,33 Hz. Der Abtast-Tiefpaß 6ter Ordnung wird durch die Reihenschaltung zweier Tiefpässe 3ter Ordnung (asymptotische Flankensteilheit 18 dB/Oktave bzw. 60 dB pro Dekade) realisiert. Jeder Tiefpaß besteht aus einem als Spannungsfolger geschalteten Operationsverstärker und einer R-C-Beschaltung. Die Transferfunktion lautet:

$$T_{LP}(\omega) = \frac{1}{1 + ia\omega - b\omega^2 - ic\omega^3}$$

mit  $\omega = 2\pi f$

die Phase

$$\Phi_{LP}(\omega) = \arctan\left(\frac{\omega(c\omega^2 - a)}{1 - b\omega^2}\right)$$

und die Gruppenlaufzeit

$$t_{grLP}(\omega) = \frac{a + (ab - 3c)\omega^2 + bc\omega^4}{(1 - b\omega^2)^2 + \omega^2(a - c\omega^2)^2}$$

Anstiegszeit  $t_a$  und Überspringen  $\ddot{u}$  der Filter sind aufgrund der Transferfunktion ebenfalls vollständig bestimmt. Für die im eingeschwungenen Zustand der Filter durchgeführten Messungen sind diese Werte jedoch nicht notwendig.

16.1. Ableitung der Beziehung zwischen Abtastfrequenz, oberer Signalfrequenz und Auflösung

Das Abtasttheorem besagt, daß ein abgetastetes Signal genau

dann vollständig rekonstruiert werden kann bzw. korrekt abgetastet wird, wenn die Abtastfrequenz mehr als das Doppelte der obersten, korrekt abzutastenden, in dem Signal enthaltenen Frequenz beträgt.

$$f_a > 2 \cdot f_m$$

Ein Tiefpaßfilter muß nun dafür sorgen, daß bei einer geforderten Auflösung des Signals von A Bit alle spektralen Anteile, die oberhalb  $f_m$  liegen, mindestens unterhalb der Auflösung A liegen, damit die durch Unterabtastung dieser Frequenzen stattfindende Rückmischung keine wesentlichen Signalverfälschungen am interessierenden Originalsignal vornehmen.

Wir sehen hier ab von den Beschränkungen, die sich durch das Sampling-Zeitintervall, die A/D-Wandlungszeit und den Jitter des Abtastzeitpunkts ergeben. Dadurch können sich die Anforderungen weiter verschärfen bzw. reduziert sich die korrekt abtastbare Frequenz zusätzlich.

Ein Tiefpaßfilter N-ter Ordnung senkt ein Signal oberhalb seiner Grenzfrequenz  $f_g$  mit  $6 \cdot N$  pro Oktave entsprechend  $20 \cdot N$  pro Dekade ab.

Sei  $k$  der 2er-Exponent, der die Oktave kennzeichnet, ab welcher das Tiefpaßfilter die geforderte Auflösung erreicht. Dann gilt:

$$f_m = 2^k \cdot f_g$$

$$A = k \cdot N + 1$$

$$f_a = 2^{k+1} \cdot f_g$$

und aufgelöst nach  $k$

$$k = \frac{\ln(f_a) - \ln(f_g)}{\ln(2)} - 1$$

## Nachträge und Berichtigungen

### Sendfax-Modem

Derzeit einziger Anbieter von Spezialbauelementen und Komplett-Bausätzen zum 'cand. Mod.'-Projekt in Elrad 7/91 ist der

Elektronikladen  
Hammer Str. 157  
4400 Münster  
Tel.: 02 51/79 51 25  
Fax: 02 51/7 43 01

### Aufmacher II

Auf einem Foto innerhalb der Projektbeschreibung Elrad 8/91, Seite 30 ist versehentlich ein Foto mit einem nicht korrekt eingesetzten IC abgebildet. Die Referenzspannungsquelle AD584 muß um  $180^\circ$  gedreht platziert werden.

### Electronic Surplus '91 verschoben

Im Marktreport 'Kaufen? Leasen? Mieten?' in Elrad 8/91 wurde auf die Electronic Surplus in Dortmund hingewiesen. Der Organisator dieser Messe teilt dazu mit: '...daß die Electronic Surplus um ca. 1 Jahr verschoben wird. Der genaue Termin steht zur Zeit noch nicht fest.'

### Bezugsadressen

In Elrad 9/91 veröffentlichten wir den Test 'Meßwerterfassungssoftware', in dem, wie üblich, eine Tabelle mit einigen wichtigen Eckdaten der getesteten Programme enthalten war (Seite 26). Unglücklicherweise fehlten in dieser Tabelle die für potentielle Kunden wohl wichtigsten Daten, nämlich die Adressen der Anbieter dieser Pakete. Hier der Nachtrag.

### LabWindows 2.0:

National Instruments Germany GmbH  
Hans-Grässel-Weg 1  
W-8000 München 70  
Tel: 0 89/7 14 50 93  
Fax: 0 89/7 14 60 35

### disyLab:

Disys Meß- und Testsysteme GmbH  
Auf der Grefenfurth 1-3  
W-5064 Rösrath  
Tel: 0 22 05/8 40 19  
Fax: 0 22 05/8 52 44

### LabTech Notebook:

Spectra Computersysteme GmbH  
Karlsruher Str. 11/1  
W-7022 Echterdingen  
Tel: 07 11/79 80 37  
Fax: 07 11/79 35 69

### DIA/DAGO:

GfS mbH  
Pascalstr. 17  
W-5100 Aachen  
Tel: 0 24 08/60 11  
Fax: 0 24 08/60 19

### EDAS:

Data Translation GmbH  
Stuttgarter Str. 68  
W-7120-Bietigheim-Bissingen  
Tel: 0 71 42/5 40 25  
Fax: 0 71 42/6 40 42

### metrasat-PC 3.2:

Kosiol Meßtechnik  
Postfach 60 04 06  
W-6000 Frankfurt am Main  
Tel: 0 69/44 33 91  
Fax: 0 69/4 90 98 25

### DADISP 2.01:

Digi-Logger Info-Systeme GmbH  
Dickenhardtstr. 63  
W-7730 Schwemmingen  
Tel: 0 77 20/3 80 22  
Fax: 0 77 20/3 81 77

### Easyst LX:

Keithley-Instruments GmbH  
Landsberger Str. 65  
W-8034 Germering  
Tel: 0 89/8 49 30 70  
Fax: 0 89/84 93 07 85

### TurboLab:

Stemmer PC-Systeme GmbH  
Gutenbergstr. 11  
W-8039 Puchheim  
Tel: 0 89/80 90 20  
Fax: 0 89/8 09 02 16



# SYSTEMS 91

München,  
21. - 26. Oktober 1991

## Halle 16, Stand B20

## Besuchen Sie uns:



Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen



# Windows-Labor

Eine Software für das Icon 'Windows Anwendungen' des gleichnamigen DOS-Extenders kommt von der Firma Graf Elektronik Systeme GmbH. Der Name: WinLab. Dieses Software-Paket ermöglicht es, Meß-, Steuer- und einfache Regelungsaufgaben durch den Einsatz von 'Bauelementen' und einem im Hintergrund ablaufenden Zyklusprogramm sowie geeigneter Zusatzhardware zu erledigen.

aktuell

Mit Hilfe entsprechender grafischer Elemente wie Analog-Digital Instrument, Schalter und Schaltflächen oder Kontrollleuchten lassen sich anwendungsspezifische Aufbauten zusammenstellen (Bild 1).

## Bauelemente

WinLab bietet standardmäßig die Bauelemente Bild, Text, Schaltfläche, Schalter, Schieberegler, Kontrollleuchte und Analog-Digital Instrument. Darüber hinaus können zusätzlich noch ein einkanaliger oder ein achtkanaliger Linienschreiber sowie eine Zeitschaltuhr mit Kalender erworben und integriert werden (Bild 2).

Für jedes der Bauelemente ist eine sogenannte Aktions- und eine Anzeigeformel hinterlegt,

**Bild 1. Wie in diesem Demoprogramm einer Heizungssteuerung lassen sich die 'Bauelemente' für jede andere Anwendung zusammenstellen.**

mit der beispielsweise für das Analog-Digital Instrument der Meßbereich, die Meßeinheit sowie maximale und minimale Grenzwerte festgelegt und indirekt der Aufnahme-Kanal der Erfassungs-Hardware bestimmt werden. Indirekt deshalb, weil dies eine Variable des sogenannten Zyklusprogramms ist, das zu jedem 'Laboraufbau' gehört.

## Das Zyklusprogramm

Dieses Programm wird vom Anwender dialoggesteuert erzeugt und erinnert von der Syntax her an C. Ein Zyklusprogramm (Bild 3) kann in der WinLab-Standardversion maximal 200, in der PRO-Ausführung maximal 512 Zeilen umfassen. Die Ausführungszeit eines Zyklus ist – abhängig vom eingesetzten Rechner und der verwendeten Hardware – minimal 55 ms. Die Anzahl der Variablen pro Aufbau beträgt maximal 128, bei WinLab PRO 256.

Besonders komfortabel ist die Variablenzuordnung bei analo-

gen und digitalen I/O-Operationen. Je nach installiertem Treiber stellt WinLab auch hier ein Zuordnungsverfahren im Dialog bereit, das heißt, jeder Hardware-Kanal – gleich ob analog oder digital, Eingang oder Ausgang – wird dem Anwender für die Applikation angeboten, es entfallen alle Port-Operationen und die damit verbundenen Formatierungen.

## Preise

WinLab in seiner Standardausführung, die die oben genannten Bauelemente enthält, ist für 298,- DM zu haben. Besonders interessant für den Schul- und Ausbildungsbereich: eine 10er-Lizenz kostet 1496,- DM. WinLab PRO mit seinen erweiterten Programmiermöglichkeiten kostet 798,- DM.

Optional bietet Graf die Zusatzmodule Linienschreiber 1 Ka-

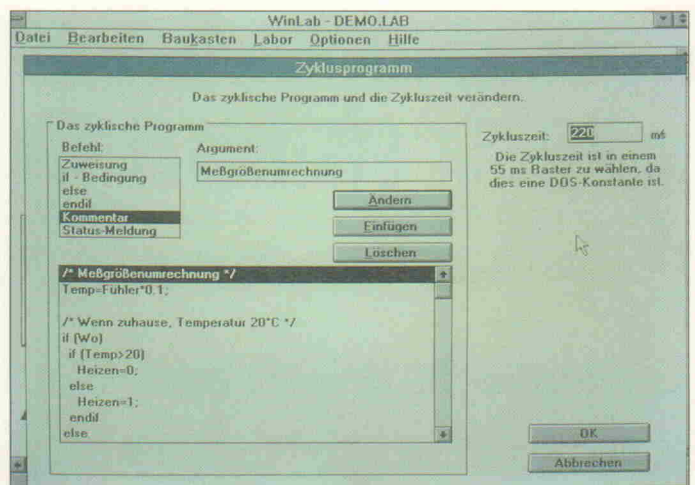
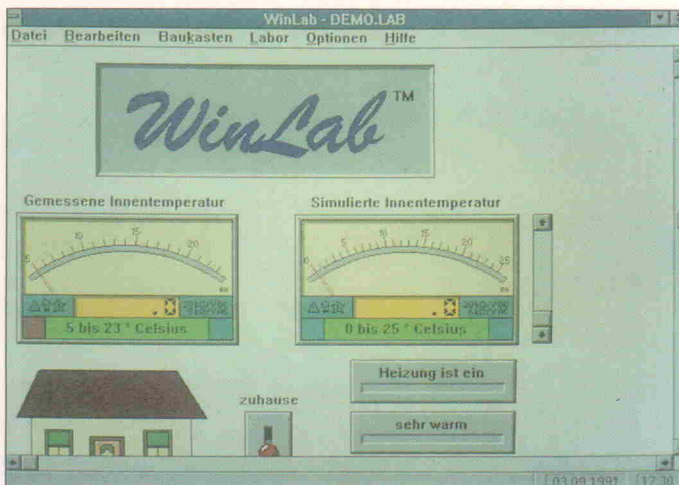
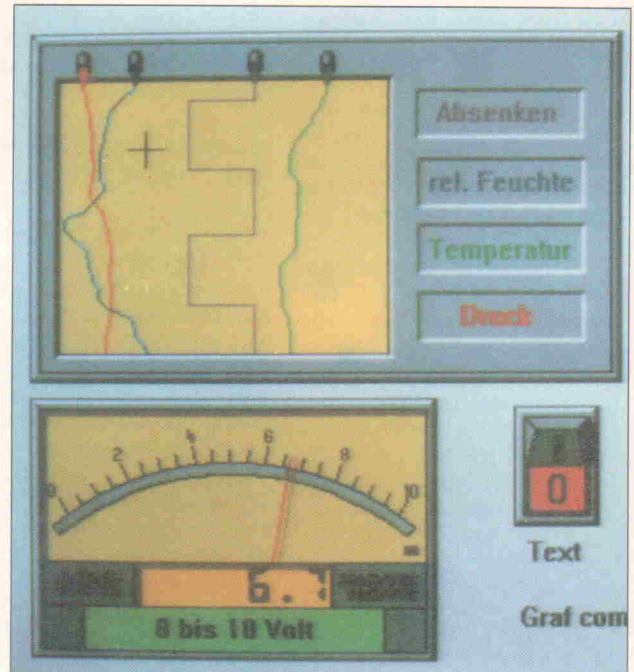
**Bild 2. Optional gibt es für WinLab zum Beispiel einen Linienschreiber.**

nal (98,- DM), Linienschreiber 8 Kanal (248,- DM) sowie die Zeitschaltuhr (149,- DM) an.

Als Standard-Hardware-Treiber ist in WinLab der für die haus-eigene Graf Multi I/O integriert. Das Angebot sowohl an Treibern für andere Meßtechnik-Boards als auch an Bauelementen – angekündigt ist ein Speicher-Scope – soll ständig erweitert werden.

Graf Elektronik Systeme GmbH  
Postfach 16 10  
W-8960 Kempten  
Tel.: 08 31/56 11 10  
08 31/5 61 11 44

**Bild 3. Die Programmierung erfolgt bei WinLab vollständig dialoggesteuert.**





## Firmen

### Alles aus einer Hand

Für Unternehmen, die momentan Engpässe in der Produktion oder Entwicklung haben, bietet Firma electronic-service eine ganze Palette von Dienstleistungen an: Elektronik-Entwicklung, Dokumentation, Leiterplattenentwurf, -Entflechtung, -Herstellung, -Bestückung, -Test, Materialdisposition, Musterbau, Vorserie, Serienbau sowie Qualitätssicherung, worauf der Anbieter besonderen Wert legt. Neu hinzugekommen ist das Programmieren und Duplizieren programmierbarer Logikbausteine wie GALs, PALs, EPLDs, ROMs, EPROMs und EEPROMs – bei Firma electronic-service ist man in der Lage, rund 1450 unterschiedliche Typen verschiedener Hersteller zu unterstützen.

electronic-service GmbH  
Robert-Koch-Str. 1  
W-6367 Karben  
Tel.: 0 60 39/12 10

### Metronik-Vertriebsbüro in Berlin

Die in Unterhaching ansässige Firma Metronik erweiterte ihre Präsenz im Nordosten Deutschlands durch die Gründung ihres Vertriebsbüros Berlin. Neben der breiten Auswahl von High-Performance-Bauelementen soll dem Kunden eine komplette technische und und applikative Unterstützung zur Verfügung stehen.

Metronik GmbH  
Büro Berlin  
Askaloner Weg 3  
W-1000 Berlin-Frohnau 28  
Tel.: 0 30/4 01 16 62  
Fax: 0 30/4 01 16 26

### Bodamer neuer Micrel-Distributor

Seit Juni dieses Jahres ist Firma Bodamer Distributor des amerikanischen Halbleiterherstellers Micrel Semiconductor. Das Produktspektrum der Standardbauelemente umfaßt MOSFET-Treiber, Latched- und Displaytreiber. Zudem liefert Micrel

CMOS-Logik nach MIL- und Raumfahrtspezifikationen und bietet als Sonderservice die Lieferung angekündigter ICs anderer Hersteller als Second-Source. Alle gängigen Micrel-Bauteile sind bereits ab Lager Bodamer verfügbar. Informationen über das Micrel-Produktspektrum sind auf Anfrage von Bodamer erhältlich.

Bodamer GmbH  
Postfach 3 60  
W-8022 Grünwald  
Tel.: 0 89/6 41 66-0  
Fax: 0 89/6 41 48 81

### Neumüller neuer Catalyst- und Micron-Distributor

Gleich zwei neue Distributionsverträge schloß unlängst die Firma Neumüller ab. Zum einen sind ab sofort die Produkte des amerikanischen EEPROM-Spezialisten Catalyst über Neumüller erhältlich: serielle und parallele EEPROMs sowie schnelle EPROMs als auch NVRAMs. Zur Produkt-

palette des zweiten Kooperationspartners Micron gehören schnelle SRAMs von 16 K bis 1 Megabit mit Zugriffszeiten zwischen 12 ns und 35 ns. Neben statischen und dynamischen Speichern stellt Micron auch Video-RAMs sowie 1-Mega-Triple-Port-VRAMs her.

Neumüller GmbH  
Eschenstr. 2  
W-8028 Taufkirchen  
Tel.: 0 89/6 12 08-0  
Fax: 0 89/6 12 08-2 48

### Spoerle in Österreich

Um ihre Kunden noch besser betreuen zu können, eröffnete die Dreieicher Firma Spoerle Electronic in Wien nun ihre 15. Vertriebsniederlassung. Das Unternehmen ist auf die internationale Distribution von elektronischen und elektromechanischen Bauteilen spezialisiert.

Spoerle Electronic Handelsges. m.b.H.  
Heiligenstädter Str. 52  
A-1190 Wien  
Tel.: 0 04 31/36 36 50 13  
Fax: 0 04 31/3 69 33 72

### Das Digital Multimeter DM 27XL:



### Besser als die Leistung ist nur noch der Preis!

- 5 Frequenzbereiche, TTL, CMOS und Sinus-Messungen sind schon ein guter Anfang.
- Mit 5 Kapazitätsbereichen geht es weiter.
- Natürlich auch Logic-Probe, Dioden-Testfunktion, LED Test, Transistor  $\beta$ FE Test und Durchgangstest.
- 5 Spannungsbereiche AC/DC und 5 Strombereiche AC/DC decken alles ab
- 7 Widerstandsbereiche von 200 Ohm bis 2000 Mega-Ohm
- Als wenn es nicht genug wäre für so einen günstigen Preis, bieten wir zusätzlich noch eine echt preiswerte und solide Tragetasche, die alles schützt und schön zusammenhält.

### Beckman Industrial™

Affiliate of Emerson Electric Co.

Frankfurter Ring 115, 8000 München 40  
Tel. 089-3887-237, Telex 5216197, Fax 089-3887-238

### Und hier können Sie es kaufen:

PK Components GmbH · Elektronische Bauelemente · Dominicusstraße 3 · 1000 Berlin 62 · Telefon: 0 30/78 79 98 14  
A & B Electronic GmbH · Ingolstädter Straße 1-3 · 2800 Bremen 1 · Telefon: 04 21/38 94-2 28  
Merkelbach GmbH & Co. KG · Maxstraße 75 · 4300 Essen 1 · Telefon: 02 01/81 02 60  
Testem GmbH · Gummersbacher Straße 9A · 5270 Gummersbach · Telefon: 0 22 61/6 16 53  
Dipl.-Ing. H. Goebel · Vertrieb Elektronischer Bauelemente · Mannheimer Straße 117 · 6700 Ludwigshafen · Telefon: 06 21/68 12 10  
Radio Draeger · Sophien-Straße 21 · 7000 Stuttgart 1 · Telefon: 07 11/60 86 56  
Radio RIM GmbH · Adolf-Kolping-Straße 10 · 8000 München 2 · Telefon: 0 89/55 17 02 18  
Sullus Electronics · Schweriner Straße 36 · O-8010 Dresden · Telefon: 00 37/5 14 95 10 97



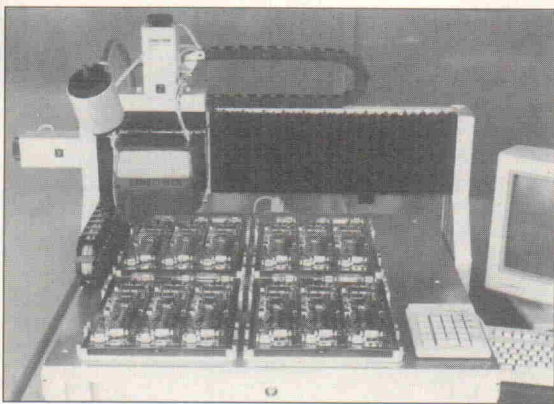
## Produktion

### $\mu$ P-gesteuerter Lötautomat

Neu im Programm von AAT Aston ist der Lötautomat V 2.01 für mikroprozessorgesteuerte Lötvorgänge. Über Digitizer, Tastatur oder Teach-in sind die Prozeßdaten der Lötstellen frei programmierbar. Ein grafisches Editieren ist über einen Digitizer ebenfalls möglich. Alle Arbeitsdaten kann man mit einem Paßwort schützen. Der Zoomfaktor ermöglicht eine Bearbei-

tung nicht maßstabsgerechter Vorlagen. Zudem verfügt das Gerät über verschiedene automatische Korrekturmöglichkeiten, beispielsweise für die Höhe, bei verbogenen Pins sowie für die Pinandruckkräfte. Erwähnenswert ist auch die Prozeßüberwachung mit akustischer und optischer Fehleranzeige. Als Optionen sind Digitizer, Protokollprinter, Werkstückheizung sowie eine Zusatztastatur erhältlich.

AAT Aston GmbH  
Konradstr. 7  
W-8500 Nürnberg 80  
Tel.: 09 11/3 26 62 10  
Fax: 09 11/3 26 62 99



### Programmierbares Dosiergerät

Mit dem Typ 2000 XLE bietet GLT ein neues  $\mu$ P-gesteuertes Dosiergerät an, das sich für Mikrodosierungen sowie für volumetrische Füllungen eignet, und zwar sowohl mit dünnflüssigen Lösungsmitteln als auch mit dicken Pasten und zähen Schmiermitteln. Ein alphanumerisches LC-Display zeigt die eingestellte Dosierzeit und den Ausgangsluftdruck an, um eine gleichmäßige Dosierung von Füllung zu Füllung sicherzu-

stellen. Das Messen des Ausgangsluftdrucks erfolgt elektronisch, der Wert ist wahlweise in der Einheit psi oder Bar anzeigbar. Die Dosierzeiten liegen im Bereich 1 ms...99,99 s. Zwei verschiedene Zeiteingabemethoden, fünf Speicher für Dosierzeiten sowie Anschlüsse für zusätzliche Ein- und Ausgangssignale (Computer, SPS) runden das Leistungsspektrum des Gerätes ab.

GLT Gesellschaft für Löttechnik mbH  
Rennfeldstr. 18  
W-7530 Pforzheim  
Tel.: 0 72 31/28 05  
Fax: 0 72 31/2 65 30



### Leiterplatten in vier Tagen

Die Fela Mikrotechnik AG hat ihren Leiterplatten-Expreßdienst ausgebaut. Damit reagiert das Unternehmen auf die verstärkte Nachfrage an Just-in-time-Lieferungen ihrer Kunden.



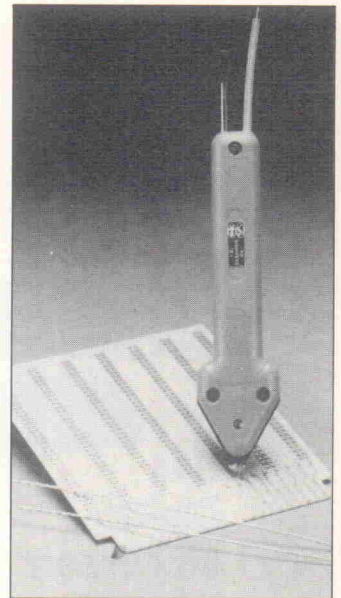
So ist man in der Lage, in nur vier Tagen bis zu 100 ein- oder doppelseitige Leiterplatten zu liefern, in sechs Tagen sogar bis zu 80 Multilayer. Die Fertigung erfolgt per Film oder direkt über die digitalen Daten der CAD-Systeme. Dabei hat der Kunde die Möglichkeit, die Daten via Fernübertragung direkt zu übermitteln. Für deutsche Kunden ist ein Kurierdienst in Singen eingerichtet, der den gesamten Grenzverkehr organisiert und ausführt.

Fela Mikrotechnik AG  
CH-8512 Thundorf  
Tel.: 0 54/54 11 11  
Fax: 0 54/53 34 94

### Für Durchkontaktierungen

Um bei Leiterplatten eine elektrische Verbindung zwischen Ober- und Unterseite herstellen zu können, bietet Firma OK Industries spezielle Verbindungsstifte an, die man mit einem Handwerkszeug leicht in die entsprechende Durchgangsbohrung der Leiterplatte einsetzen kann. Gleichzeitig bevorratet das Werkzeug die Verbindungsstifte. Mit dem Werkzeug lassen sich Änderungen an Leiterplatten schnell durchführen.

OK Industries Deutschland GmbH  
Anton-Flettner-Str. 6  
W-6096 Raunheim  
Tel.: 0 61 42/4 30 61  
Fax: 0 61 42/4 34 65

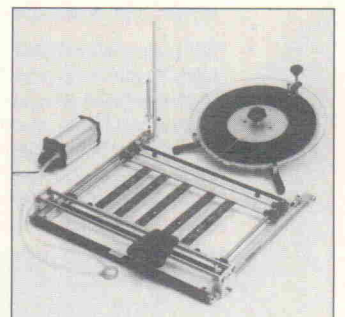


### Kompletter SMD-Arbeitsplatz

Die Heilbronner Firma Bauer stellt ein präzise aufeinander abgestimmtes System für diffizile Löt- und Bestückungsarbeiten vor, das aus einem XY-Tisch, einer Vakuum-Pipette und einem Bauteilekarussell besteht. Der XY-Rahmen dient zur sicheren Aufnahme von Platinen verschiedener Größen. Er ist mit einer beweglichen Handauflage ausgestattet, die sich sowohl seitlich als auch in der Arbeitshöhe verstellen läßt. Mit der Vakuum-Pipette lassen sich die Bauelemente sicher halten und exakt auf die gewünschte Position bringen. Das Bauteilekarussell mit 30 antistatischen Behäl-

tern nimmt die jeweils benötigten Komponenten übersichtlich auf. Für eine optimale Handhabung kann man seine Schräglage individuell einstellen.

Werner Bauer GmbH  
Gartenstr. 106  
W-7100 Heilbronn  
Tel.: 0 71 31/7 13 30  
Fax: 0 71 31/7 51 34



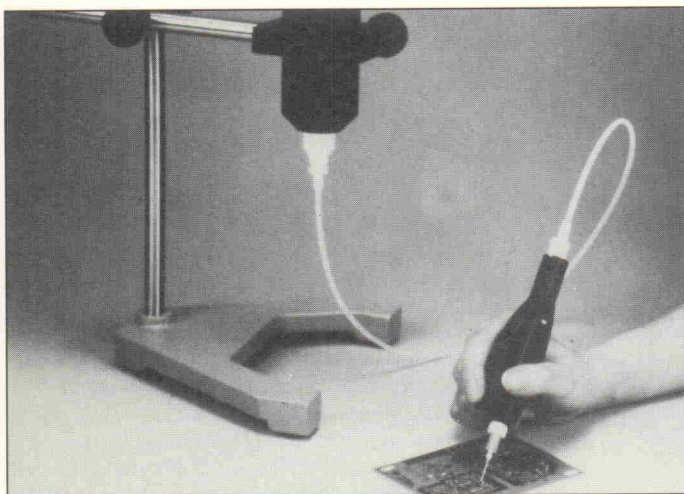


## Handschlauch-ventil

Überall dort, wo ein Dosieren nach Augenmaß zulässig ist, kann man das kleine Handventil 700 PTP wirtschaftlich einsetzen. Das vom Industrie-Vertrieb Vieweg angebotene Gerät bewährt sich vor allem dann, wenn Dosiergut zu verarbeiten ist, das sich schlecht reinigen läßt: Das Handventil besitzt nämlich einen auswechselbaren

Schlaucheinsatz. Das Dosiergut kommt mit den Verschußteilen des Ventils nicht in Berührung; Zuleitungsschlauch und Dosiernadel setzt man direkt an den Schlaucheinsatz an. Verarbeitbar sind flüssige und pastöse Materialien, sofern sie keinen höheren Druck als 7 Bar benötigen.

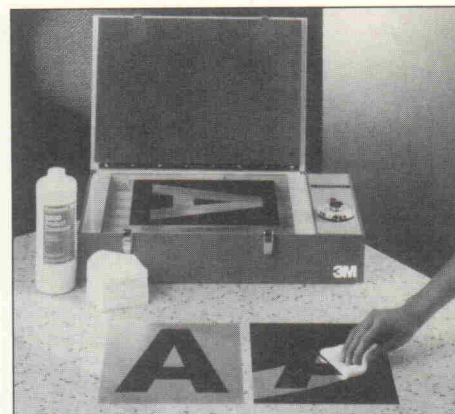
Industrie-Vertrieb Vieweg GmbH  
Flurstr. 26  
W-8051 Kranzburg  
Tel.: 0 81 66/80 08  
Fax: 0 81 66/33 87



## Schnelle Schilder

Die belichtbaren Folien Dynamark von 3M geben dem Anwender die Möglichkeit, kleine Stückzahlen selbstklebender Schilder, Frontblenden und Etiketten im Do-it-yourself-Verfahren herzustellen. Dafür steht ihm laut Anbieter ein System zur Verfügung, das sehr wirtschaftlich arbeitet und innerhalb kurzer Zeit professionelle Ergebnisse in höchster Qualität liefert.

Das Verfahren ist denkbar einfach: Dynamark-Folien sind selbstklebende Aluminium- und Polyesterfolien, die mit einer UV-empfindlichen Farbschicht versehen sind. Auf diese Schicht legt man beispielsweise eine technische Zeichnung auf transparentem Papier beziehungsweise in Form einer Filmvorlage. Die anschließende UV-Belichtung härtet die UV-



Schicht an denjenigen Stellen, an denen die Strahlung die Vorlage durchdringen kann. Die nicht gehärteten Partien lassen sich im darauf folgenden Entwicklungsvorgang leicht herauswischen. So entsteht eine negative Abbildung; bei Einsatz eines Umkehrfilms ist auch eine positive Abbildung möglich. Der gesamte Herstellungsvorgang dauert nicht länger als fünf Minuten.

3M Deutschland GmbH  
Carl-Schurz-Str. 1  
W-4040 Neuss 1  
Tel.: 0 21 01/14-0  
Fax: 0 21 01/14-26 49

Wir wollen,  
daß Sie leicht  
zu prima  
Meßergebnissen  
kommen.

**KENWOOD**



Worauf Sie mit Spannung gewartet haben, ist jetzt da – die neue Klasse der Oszilloskopen von Kenwood: Spitzentechnik von bemerkenswerter Flexibilität und erstaunlicher Einsatzbreite. Hier der DCS-8200. In seinem Gehäuse verbergen sich gleich zwei Präzisionsmeßinstrumente: Ein schnelles (20 MS/s), digitales Zweikanal-Speicher-Oszilloskop mit bis zu 32 K-Words Speicherkapazität pro Kanal kombiniert mit einem programmierbaren analogen 50 MHz-Oszilloskop.

Ob im Labor, in der Produktion, in der Ausbildungswerkstatt oder im TV-Service – überall dort, wo es darum geht, eine Vielzahl unterschiedlicher Meßwerte punktgenau zu erfassen und miteinander in Beziehung zu setzen, überall dort ist der DCS-8200 schwer zu übertreffen.

Eine Fülle intelligenter Funktionen bewältigen komplexe Berechnungen mit Leichtigkeit. Das übersichtliche Read-out erleichtert im Zusammenspiel mit den beiden Cursorlinien die exakte Auswertung komplizierter Signalverläufe. Denn zwischen den ausgewählten Kurvenpunkten werden Spannung und Frequenz sowie Zeit und Phasenverschiebungen präzise angezeigt.

Das ist noch längst nicht alles. Der DCS-8200 ist serienmäßig mit zwei Schnittstellen ausgerüstet. Über die GPIB-Schnittstelle können Sie ihn in ein Meßsystem integrieren und auf diese Weise seine Einsatzmöglichkeiten erheblich erweitern. Und sein RS-232-Interface bietet Ihnen die Möglichkeit, einen Drucker oder Plotter anzuschließen. So haben Sie Ihre Meßergebnisse schwarz auf weiß.

Fragen Sie uns nach weiteren, detaillierten Informationen über den DCS-8200.

### Einige Besonderheiten des DCS-8200

- 20 MS/s-Speicher
- 32 K-Words-Speicher pro Kanal
- Read-out mit 7 verschiedenen Funktionen
- Speichermöglichkeit von bis zu 20 verschiedenen Einstellungen
- Sinus-Interpolation
- 100ns Glitch-Erkennung

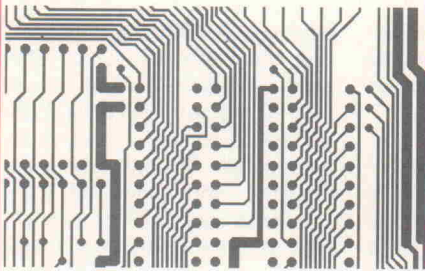


**Was dem Profi  
recht ist, ist dem  
Amateur billig!**



## EAGLE 2.0

Schaltplan ■ Layout ■ Autorouter



Viele tausend Entwickler in der Elektronikindustrie zeichnen ihre Schaltpläne und entflechten ihre Platinen mit EAGLE. Praktisch alle Spitzenfirmen in Deutschland gehören zu unseren Kunden. Zahlreiche Zeitschriftenartikel bescheinigen unserem Programm, daß es sehr leistungsfähig, leicht zu bedienen und extrem preiswert ist. - So preiswert, daß es auch den Geldbeutel des Hobbyisten nicht überstrapaziert.

Schon mit dem Layout-Editor alleine können Sie Platinen auf Ihrem AT entflechten, die allen industriellen Anforderungen genügen — angefangen von der einseitig beschichteten Leiterplatte bis zum Multilayer-Board, mit konventionellen oder SMD-Bauelementen. Sämtliche Bauteile-Bibliotheken und Ausgabetreiber (für Drucker, Plotter, Fotoplotter) sind in diesem Preis enthalten.

Genügend Gründe, um sich einmal unsere voll funktionsfähige Demo anzusehen, die mit Original-Handbuch geliefert wird. Damit können Sie den Schaltplan-Editor und den Layout-Editor ebenso testen wie unseren Autorouter.

EAGLE-Demo-Paket mit Handbuch	25 DM
EAGLE-Layout-Editor (Grundprogr.)	844 DM
Schaltplan-Modul	1077 DM
Autorouter-Modul	654 DM

Preise inkl. Mehrwertsteuer, ab Werk. Bei Versand zzgl. DM 5,70 (Ausland DM 15,-). Wir liefern

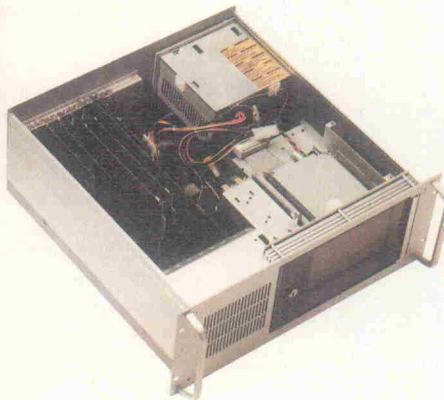


**CadSoft Computer GmbH**  
Rosenweg 42  
8261 Pleiskirchen  
Tel. 08635/810,  
Fax 08635/920

## Gehäuse

### Rechnergehäuse für raue Umgebung

Bicc-Vero entwickelte ein neues Gehäuse für den sogenannten Industrie-PC. Dabei entstand ein mehrfach variables System, das von einer Low-Cost-Version bis zur IP-54-geschützten Ausführung modernen Industriebedingungen gerecht wird. Der 19"-Einschubrahmen zum Aufbau eines Industrierechners basiert auf IBMs XT/AT-Rechnerboards (beziehungsweise auf deren Kompatiblen). Auf Wunsch ist das

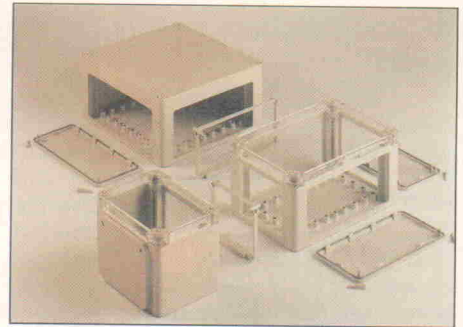


Gehäuse auch in einer herausziehbaren, auf Teleskopschienen gelagerten Version lieferbar. Eine leicht abnehmbare Abdeckung gewährleistet jederzeit problemlosen Zugang zu den elektronischen Bauelementen.

Die variable Einbaumöglichkeit für einen Lüfter mit Filter gehört ebenso zum Standard wie der auf Schwingungsdämpfern vibrations- und stoßfest aufgebaute Massenspeicherblock. Hier ist die Aufnahme von maximal fünf verschiedenen Massenspeichern möglich. Für den Einbau oder zur Wartung kann man den 5 1/4" breiten Block als Einheit herausnehmen. Das Mainboard kann man direkt einsetzen und befestigen. Für Einbauten wie Netzschalter, LEDs oder Reset-Taster wurde im Bedienfeld Vorsorge getroffen.

Bicc-Vero liefert das Gehäuse nicht nur 'nackt' nach Kundenvorgaben, sondern auch als fertig verdrahtete und aufgebaute Version. Diese enthält neben den Lüftern und VDE-abgenommenen Schaltnetzteilen auch die Bedienteile. Aus dieser verdrahteten Version entsteht durch einfaches Einsetzen eines Mainboards und der gewünschten Massenspeicher eine fertige industrielle PC-Lösung. Rund um diese Gehäusekonstruktion ist ein umfangreiches Zubehörprogramm erhältlich, wie Kartensicherungen, Prototypenboards, Extenderkarten und Netzteile.

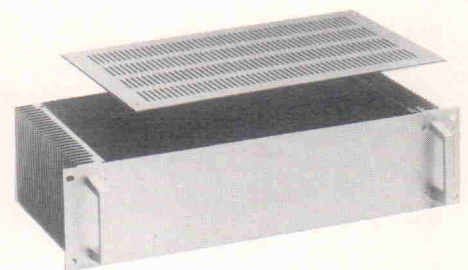
Bicc-Vero Electronics GmbH  
Carsten-Dressler-Str. 10  
W-2800 Bremen 61  
Tel.: 04 21/84 07-0  
Fax: 04 21/84 07-1 51



### Neue Flanschgehäuse

Firma Rose bietet neuartige PCF-Gehäuse in fünf Größen an, die man durch Verbindungsflansche sekundenschnell miteinander kombinieren kann. Dazu entfernt man mit geringem Kraftaufwand das Material an den vorgeprägten Flanschöffnungen und setzt anschließend PG-Flansche oder Blindflansche für individuelle PG-Bestückung ein, die durch zwei Keile fixiert werden. Auf der Innenseite des Gehäusebodens bieten Dome im 25-mm-Raster die Möglichkeit, Montageplatten und anwendungsspezifische Einbauten zu befestigen. An vier höhenvariablen Montagewinkeln in den Eckbereichen kann man Geräte oder Montageplatten in beliebiger Tiefe positionieren. Eingefärbte oder transparente Gehäusedeckel mit einer Höhe von 20 mm oder 60 mm ermöglichen ebenfalls variable Einbautiefen. Die neuen Flanschgehäuse aus glasfaserverstärktem Polycarbonat sind mechanisch hoch belastbar und witterungsbeständig; zudem sichern sie durch die Schutzart IP 65 alle Einbauten vor Staub und Strahlwasser.

Rose Elektrotechnik GmbH + Co. KG  
Erbeweg 13-15  
W-4952 Porta Westfalica  
Tel.: 05 71/50 41-0  
Fax: 05 71/50 41-1 59

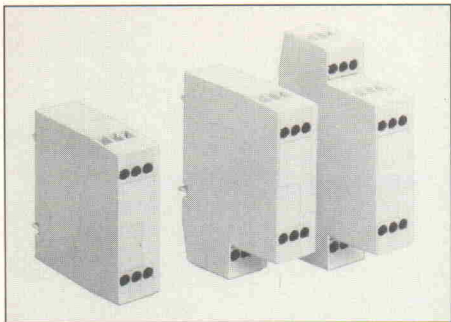


### Mit integrierten Kühlrippen

Fischer elektronik offeriert einen 19"-Voll-einschub mit seitlich integrierten Kühlrippen, die beispielsweise die in Leistungshalbleitern entstehende Abwärme nach außen führen. Das Deckblech ist gelocht, der Einschub ist serienmäßig mit Griffen versehen. Das Einschubgehäuse ist mit einer Höhe von 1...6 HE lieferbar. Auf Kundenwunsch kann das Seitenwandprofil CNC-bearbeitet und die Frontplatten können gelocht und bedruckt werden.

Fischer elektronik  
Nottebohmstr. 28  
W-5880 Lüdenscheld  
Tel.: 0 23 51/4 35-0  
Fax: 0 23 51/4 57 54

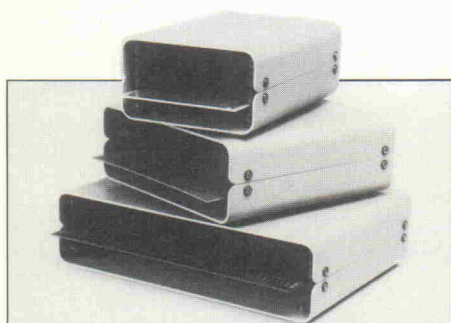




## Mit maschinenlötbaren Anschlüssen

Die neuen Kompaktgehäuse KO 4074, KO 4075 und KO 4076 von Dold verfügen bei einer Baubreite von 20 mm über 6, 9 oder 12 Anschlußklemmen. Führungen im Gehäuseinneren ermöglichen eine bequeme Aufnahme von Leiterplatten in drei Ebenen. Zum Anschluß an die Leiterplatten weisen die Gehäuse maschinenlötbare Doppelstifte auf. Unverlierbare Plus-Minus-Klemmenschrauben mit selbstabhebendem Drahtschutz ermöglichen einen einfachen Geräteanschluß. Die Gehäuse erfüllen den Berührungsschutz nach VBG 4 sowie VDE 0106 Teil 100 und eignen sich für die Schnellbefestigung auf einer Hutschiene entsprechend DIN EN 50 022.

E. Dold & Söhne KG  
Bregstr. 18  
W-7743 Furtwangen 1  
Tel.: 0 77 23/65 40  
Fax: 0 77 23/65 43 56

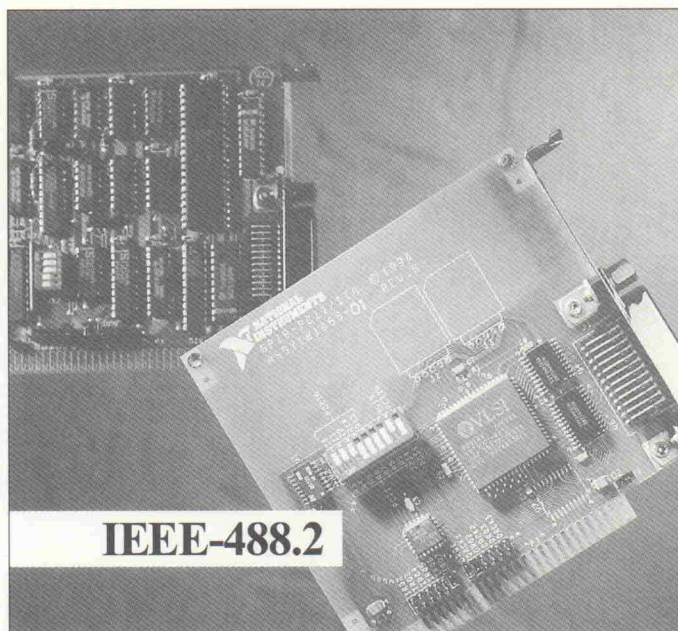


## Alu-Gehäuse für Europakarten

Feltron/Zeissler hat seine bewährte Gehäuseserie 2008 um die Größen 1 A, 1 B und 1 C erweitert, die für Europa- beziehungsweise DoppelEuropakarten ausgelegt sind. In die Führungsnuten der Seitenwände kann man die Standard-Europakarten quer einschieben. Die typischen Merkmale der Gehäuseserie 2008, also die volle Zerlegbarkeit sowie Montage- und Servicefreundlichkeit, bleiben auch bei den neuen Größen gewahrt. Bei Abnahmemengen von mindestens 50 Stück ist eine individuelle Bearbeitung der Gehäuse nach Kundenwunsch möglich, beispielsweise mit Durchbrüchen für Einbauteile oder auch mit Beschriftungen. Sonderlackierungen in allen RAL-Farbtönen gehören ebenfalls zum Serviceangebot.

Feltron Elektronik-Zeissler & Co. GmbH  
Postfach 12 63  
W-5210 Troisdorf 1  
Tel.: 0 22 41/48 67-0  
Fax: 0 22 41/40 42 41

# Machen Sie aus Ihrer alten IEEE-488 Schnittstelle eine neue



**IEEE-488.2**

## Upgrade auf IEEE-488.2 Steuerung.

Schicken Sie uns Ihre funktionsfähige, "alte" GPIB-Karte und bestellen Sie den Upgrade auf eine neue IEEE-488.2 kompatible Karte, die den NAT4882™-Chip besitzt.

Upgrade von folgenden Karten möglich: ....

- ☐ GPIB-PCIIA
- ☐ GPIB-PCII
- ☐ NB-GPIB
- ☐ AT-GPIB
- ☐ MC-GPIB
- ☐ GPIB-PCIII

Weitere Informationen  
unter Tel.: (089) 714 5093



National Instruments, einer der führenden Hersteller für GPIB Interfacekarten, bietet Ihnen die Möglichkeit von dem neuen IEEE-488.2-Standard und dem SCPI- (Standard Commands for Programmable Instruments) Standard Gebrauch zu machen.

Wenn Sie einer der vielen Kunden sind, die unsere auf dem PC oder Macintosh II basierende Hard- und Software einsetzen, können Sie jetzt einen Upgrade auf unsere neuen IEEE-488.2 Karten vornehmen. Jede Karte ist mit dem National Instruments NAT4882™-Controller-Chip für

IEEE-488.2 ausgerüstet und ist voll softwarekompatibel mit der alten Karte. Alle PC-Karten enthalten außerdem einen Treiber für Windows 3.0.

Beigefügte Karte bitte an National Instruments senden oder unter Tel.: (089) 714 5093 anrufen und sie erhalten die Upgrade Informationen.



National Instruments Germany GmbH  
Hans-Grässel-Weg 1  
W-8000 München 70

National Instruments Stammhaus USA (512) 794-0100. Niederlassungen in Australien (03) 879 9422  
Dänemark (45) 76 73 22 • Frankreich (1) 48 65 33 70 • Italy (02) 4830 1892 • Japan (03) 3788 1921 • den Niederlanden (01720) 45761  
Norwegen (03) 846 866 • Spanien (908) 604 304 • der Schweiz (056) 45 58 80 • Großbritannien (0635) 523 545.  
©Copyright 1991 National Instruments Corporation. Alle Rechte vorbehalten.

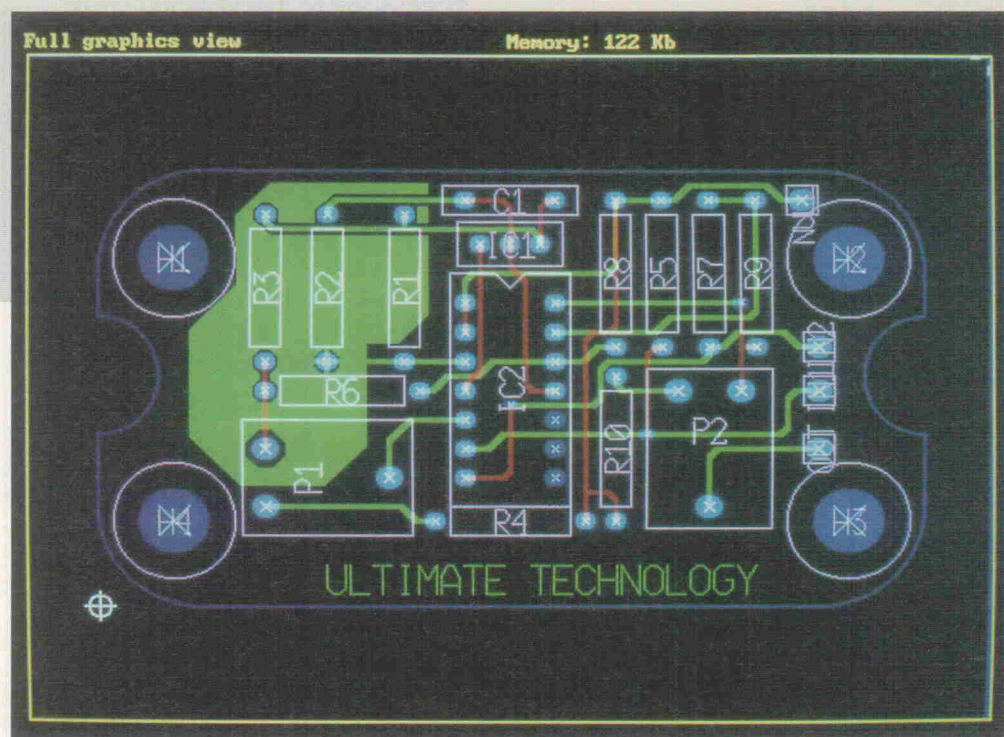


# CAD aus Holland

Schaltplanerstellung und Layout für den professionellen Einstieg

## Jos Verstraten

Die niederländische Firma Ultimate Technology entwickelte vor nunmehr genau fünf Jahren die erste Version von Ultiboard, einem Platinenlayout-Programm, das in diesen fünf Jahren ständig erweitert und verbessert wurde. Neben Ultiboard liefert diese Firma Ulticap, ein Zeichenpaket für Elektronikschaltpläne, und Ultisim, ein Simulationspaket für digitale Schaltungen. Alle drei Programme sind in verschiedenen Versionen erhältlich.



**A**us Anlaß ihres fünfjährigen Bestehens vertreibt die Firma ein Kennenlernangebot für 1134,30 D-Mark inklusive Mehrwertsteuer. Dieses Angebot umfaßt die Challenger-Ausführung von Ulticap und Ultiboard mit dem integrierten Autorouter Ultriroute. Beide Pakete arbeiten unter DOS und bieten in weiten Bereichen die gleichen Möglichkeiten wie die erheblich teureren Versionen 'Entry', 'Advanced' und 'Professional'. Der hauptsächliche Unterschied besteht darin, daß diese Versionen mit einem eigenen OS286/OS386-Betriebssystem geliefert werden.

Ein zweiter, sehr wichtiger Unterschied ist, daß die Challenger-Pakete nur Platz für Zeichnungen mit etwa 700 Pins haben, wogegen die 'Entry'-1000 Pins, die 'Advanced'-Version bis zu 2800 Pins bearbeiten kann und die 'Professional'-Version – zumindest von seiten

der Software – für die Entwurfsgrößen keine Grenzen auferlegt.

### Das Schaltplanmodul

Die 'Entry'-Version 1.10 von Ulticap wird auf zwei 5 1/4-Zoll-Disketten geliefert. Die Installation verläuft problemlos und wird auf dem Bildschirm ausführlich beschrieben. Man muß jedoch zunächst die Seriennummer des Pakets eingeben, bevor überhaupt etwas passiert. Ein solcher Kopierschutz ist um einiges benutzerfreundlicher als ein Dongel.

Ultimate liefert eine Arbeitsumgebung namens Ultishell mit, die automatisch installiert wird. Aus dieser Shell heraus kann man mit der Maus oder Tastatur alle in der Shell vorhandenen Programme starten.

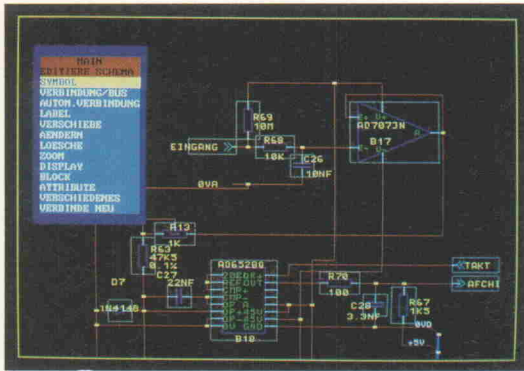
Das Paket bietet vielfältige Device-Treiber zur Installation an.

Man hat die Wahl zwischen nicht weniger als 39 Bildschirmtreibern (bis zu einer Auflösung von 1600 x 1280 Punkten), 23 Druckertreibern, 43 Plottertreibern und diversen Treibern für Grafiktableaus. Es können verschiedene Treiber installiert werden, da nach dem Entpacken von allen Programmteilen mit UCCONFIG das Paket an die momentan verfügbare Hardware anzupassen ist.

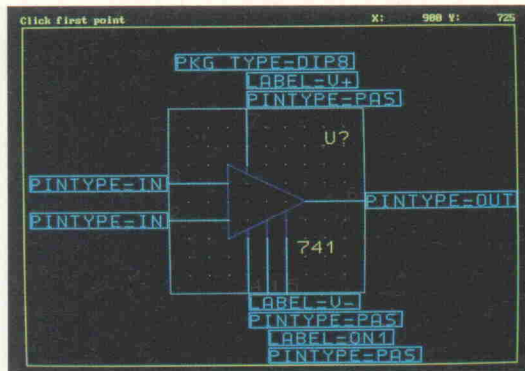
### Die Bibliotheken

Ein sehr wichtiger Bestandteil eines jeden Pakets für die grafische Eingabe sind die Bibliotheken. Ulticap umfaßt etwa 35 Bibliotheken, die jede über 5000 Komponenten beinhalten. Diese Angabe muß man allerdings etwas relativieren. Es gibt verschiedene 74xx-Bibliotheken, die dieselben ICs in verschiedenen Ausführungen enthalten. Aus der Zusammenstel-





**Bild 1. Der Arbeitsschirm des Schaltplanmoduls.**



**Bild 2. Das Anpassen von bestehenden Komponenten an eigene Bedürfnisse ist möglich.**

lung der Bibliotheken geht hervor, daß das Paket auf den internationalen Markt ausgerichtet ist. Aber auch typische analoge ICs europäischer Hersteller wurden berücksichtigt.

Der Bildschirm von Ulticap ist bis auf den geladenen Schaltplan und den Cursor vollkommen leer. Das Programm kann sowohl mit der Maus als auch über die Tastatur bedient werden. Dabei werden alle drei Tasten einer Standardmaus unterstützt. Mit der linken Maustaste kann man eine Wahl rückgängig machen oder einen Schritt in der Menüstruktur zurückgehen. Die Funktion der mittleren Maustaste hängt vom jeweiligen Menü ab, im dem man sich gerade befindet. So können beispielsweise beim Plazieren durch einen Druck auf diese Taste Komponenten um 90° gedreht werden. Die Drei-Tasten-Bedienung ist sehr handlich und erspart dem erfahrenen Benutzer eine Menge Zeit.

Doch läßt sich das Paket auch sehr bequem über die Tastatur bedienen. So kann man aus einem willkürlichen Untermenü durch die Eingabe eines Punktes ins Hauptmenü zurückkehren. Aus einem willkürlichen Menü gelangt man in ein anderes Menü, indem erst der Punkt und danach die ersten Buchstaben der verschiedenen zu durchlaufenden Menüs eingegeben werden.

Auf den ersten Blick weist Ulticap eine sehr verwirrende Anordnung der Menüs auf. Der erfahrene Benutzer wird jedoch effektiv damit arbeiten können, zumal man sich eine eigene Menüstruktur aufbauen kann.

## Spezielle Funktionen

Ulticap bietet einige sehr mächtige Besonderheiten, die man bei vielen vergleichbaren Zeichenpaketen vermißt. Es folgt

eine kurze Übersicht dieser 'Highlights':

Sehr nützlich ist das 'Auto-Pan'. Wenn man eine sehr große Zeichnung bearbeitet und mit dem Cursor an den Rand des Bildschirms gelangt, erscheint automatisch der hinter dem Rand liegende Teil des Schaltplans. Der Bildaufbau geht sehr schnell vonstatten. Dieses Auto-Pan erspart einem umfangreiche Zoom-Aktionen.

Gelangt man mit dem Cursor in die Nähe eines Bauteilanschlusses, so erscheint dort ein kleiner Kreis. Ein Druck auf die linke Maustaste genügt, und die zu zeichnende Verbindung beginnt genau an diesem Anschluß.

Mit 'Automatic Wiring' kann man Ulticap völlig automatisch Verbindungen legen lassen. Es genügt, den Anfangs- und den Endpunkt anzuklicken, und nach einer angemessenen Bedenkzeit legt das Programm automatisch eine Verbindung über den Schirm. Daß diese nicht immer die optisch schönste und übersichtlichste ist, liegt auf der Hand. Doch ungeachtet dieser Tatsache kann die Option einiges an Entwurfszeit einsparen.

Ulticap kennt außerdem eine 'Auto Junction Dot'-Funktion. Wenn man eine Verbindung auf einer anderen enden läßt, geht das Paket davon aus, daß beide Verbindungen auch elektrisch miteinander zu verbinden sind. Daraufhin wird nicht nur automatisch ein Punkt auf den Schnittpunkt gezeichnet, sondern die Verbindung wird auch in die Netzliste aufgenommen.

Einzigartig ist der 'Online Electric Rule Check' (ERC). Diese Funktion untersucht jede gelegte Verbindung auf elektrische Inkonsistenzen. Wenn man beispielsweise zwei Ausgänge von TTL-Gattern miteinander verbunden hat, warnt der ERC au-

genblicklich davor, daß dies gemäß Ulticap eine ungültige Verbindung ist. Natürlich läßt sich diese Warnung auch abschalten, denn es kann ja vorkommen, daß man mit voller Absicht zum Beispiel eine Wired-Or-Struktur zeichnen möchte. Doch sicherlich ist dieser Online-ERC bei komplizierteren Schaltungen ein nützliches Hilfsmittel, um Fehler zu vermeiden.

Etwas umständlich scheint es beim Plazieren der Komponenten in einer Zeichnung zuzugehen, muß man doch jedesmal zuerst den Namen des Bauelements in einem Fenster eingeben. Das ist insofern ungünstig, als man besonders zu Beginn die Namen dieser Komponenten nicht kennt. Glücklicherweise bietet Ulticap auch die Möglichkeit, diesen Namen aus einer Auflistung auszuwählen, die auf dem Schirm erscheint. Nach der Selektion eines Namens wird durch Betätigung von F2 die Gestalt dieses Bauelements auf dem Schirm sichtbar. Andere Zeichenpakete bieten viel bequemere Methoden für die Auswahl von Komponenten.

Der Entwurf neuer Komponenten oder das Anpassen bestehender Bauteile ist eine sehr zeitraubende Angelegenheit, doch damit haben fast alle Zeichenprogramme ihre Probleme. Bild 2 zeigt den Eröffnungsschirm für den Fall, daß man ein vorhandenes Element anpassen will. Warum dies so zeitraubend ist, liegt daran, daß eine ganze Menge Daten eingegeben werden müssen. Der Online-ERC möchte beispielsweise wissen, ob jeder Anschluß als Ein- oder Ausgang definiert ist, ob ein Ausgang bidirektional oder tristate ist oder ob ein Anschluß zu einem passiven oder aktiven Bauelement gehört. Ulticap bietet zusätzlich die Möglichkeit, Attribute für die Simulation mit Spice Ulti-

sim oder anderen zu definieren. Außerdem kann man Anschlüsse angeben, die von Ultiboard und Ultiroute ohne weiteres vertauscht werden dürfen, wenn sich dadurch das Layout der Platine besser gestalten läßt.

Die Möglichkeiten dieses Editors sind sehr beeindruckend, nicht so beeindruckend ist allerdings die Zeit, die es kostet, bis man eine Handvoll analoger ICs komplett definiert hat.

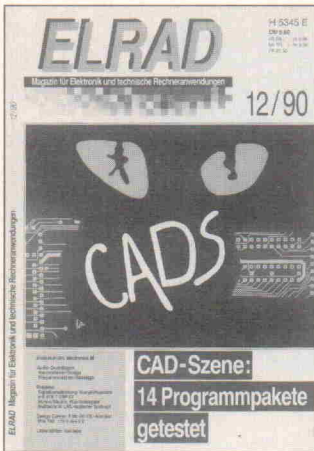
## Post Processing

Ein wichtiger Aspekt eines jeden grafischen Eingabesystems betrifft die Nachbereitung der Schaltung, wenn man sie erst einmal auf dem Schirm hat. Ulticap bietet auf dem Gebiet des Postprocessing zahlreiche Möglichkeiten. So existieren Schnittstellen zu einer Vielzahl von anderen Paketen wie Cadstar, DAH, Tango und SUSI.

Man kann selbstverständlich eine Netzliste generieren, eine Stückliste anfertigen, eine Übersicht über alle Verletzungen elektrischer Regeln aufstellen und eine Cross-Referenz erzeugen. Letzteres ist eine Tabelle aller Zusammenhänge zwischen Netzen, Symbolen und Teilzeichnungen in einer hierarchischen Struktur. Interessant ist die Möglichkeit, eine dBase-kompatible 'Inventory Control' zu erzeugen, eine Datei, mit der man eine Datenbank für die Lagerhaltung der verwendeten Bauteile organisieren kann.

Selbstverständlich bietet Ulticap die Möglichkeit der 'Back Annotation'. Zeichnungen, die von Ultiboard und/oder Ultiroute automatisch angepaßt wurden (zum Beispiel beim Wechsel von Anschlüssen identischer IC-Eingänge), kann man in der angepaßten Form wieder auf den Schirm erhalten. Alle Postprocessing-Alternativen stecken in





## Schließen Sie die Lücke in Ihrem ELRAD-Archiv...

... bevor die Ausgaben vergriffen sind. Die Ausgaben 6/90 bis 6/91 sind noch im Verlag erhältlich. Nachbestellungen gegen Vorauszahlung zum Einzelheftpreis von DM 6,80 plus Versandkosten. Fügen Sie Ihrer Bestellung bitte einen Verrechnungsscheck über den entsprechenden Betrag bei. Die Kosten für Porto und Verpackung: 1 Heft DM 1,50; 2 Hefte DM 2,-; 3 bis 6 Hefte DM 3,-; ab 7 Hefte DM 5,-. Nutzen Sie die Kontaktkarten in der Heftmitte.

Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG  
Postfach 61 04 07, 3000 Hannover 61



separaten Softwaremodulen und können über Ultishell geladen und ausgeführt werden.

## Das Layoutmodul

Die getestete Version wird auf zwei 5 1/4-Zoll-Disketten geliefert und läßt sich auf die gleiche Weise installieren wie Ulticap.

Auch dieses Programm arbeitet ohne Hardwarekopierschutz. Das Paket umfaßt den integrierten Router Ultiroute, der in einer eigenen Shell untergebracht wurde. Es kann jedoch ein Problem auftreten, wenn man mit der MSDOS-Version 4.01 arbeitet. Das Paket will mit bestimmten Versionen des Betriebssystems nicht zusammenarbeiten, und es wird dazu geraten, zur MSDOS-Version 3.xx zurückzukehren oder die Version 5.0 zu verwenden.

Nach der Installation ist es unbedingt erforderlich, das Programm zu konfigurieren. Dabei müssen sehr viele Optionen eingestellt werden; insgesamt bietet UBCONFIG über 100 Einstellmöglichkeiten.

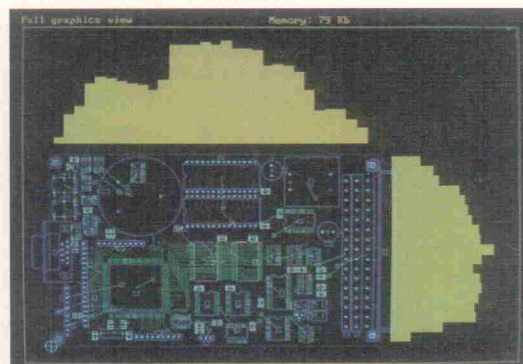
Die wichtigsten sind das 'Ratsnest', das alle Verbindungen zwischen den Komponenten direkt von Punkt zu Punkt auf dem Schirm anzeigt, die Einstellung von 'Force Vectors' und das 'Density Histogram'. Das sind sehr mächtige Features beim Plazieren von Bauteilen auf der Platine. Die 'Force Vectors' sind kleine Vektoren, die mit jedem zu platzierenden Bauteil gekoppelt sind. Die Länge und die Richtung dieser Vektoren geben die von Ultiboard vorgeschlagenen Verbindungsrichtungen und Abstände für jedes Bauelement an. In der Praxis ist es aber kaum möglich, die Komponenten so zu plazieren, daß alle Vektoren möglichst kurz sind. Das Verschieben eines Bauteils beeinflusst augenblicklich Vektorlänge und -richtung aller anderen Komponenten.

Das Density Histogram (Bild 3) erzeugt eine Verteilung der horizontalen und vertikalen Verbindungsichte auf der Platine. Wenn man bei der Bauteilplatzierung dafür sorgt, daß diese Histogramme so flach wie möglich verlaufen, verbessern sich die Chancen erheblich, daß der Router sämtliche Verbindungen legen kann.

Eine weitere nützliche Option von Ultiboard ist die Möglichkeit, der Platine jede gewünschte Form zu geben. Man kann den Umfang der Platine nicht nur durch ein Rechteck, sondern auch Bögen und kurze Linienstücke beschreiben. Der 'Swapevel' gibt an, inwieweit die Software Anschlüsse von identischen Pins und identische Pins verschiedener ICs vertauschen darf. Eine nützliche Option beim 'Color Setting' ist die Möglichkeit, Anschlüsse von Bauteilen, die keine Verbindung zu anderen Bauelementen aufweisen, in einer sehr kontrastreichen Farbe auf dem Schirm darzustellen – ein weiteres Hilfsmittel, um Entwurfsfehlern auf die Spur zu kommen.

Ultiboard kann sowohl mit einem bereits fertigen Layout als auch mit einer Entwurfszeichnung gestartet werden. Im letzten Fall muß man über die 'Import'-Funktion zunächst die Komponentendatei und danach die Netzlisten laden, die zu dieser Zeichnung gehören. Dabei tritt in der Regel das Problem auf, daß bei einem Import aus einem anderen, von Ulticap abweichenden Zeichenpaket keine automatische Festlegung einer Gehäuseform zu einem Bauteil zustande kommt. Dann muß man in Ultiboard die Komponentendatei mit Hilfe eines Editors von Hand anpassen – und das kann sehr zeitaufwendig sein.

Nach dem Einlesen dieser Datei stellt Ultiboard alle Komponenten, die mit einer fortlaufenden Nummer versehen sind, neben-



**Bild 3.** Die 'Density Histogramme' sind wichtige Hilfsmittel beim Plazieren der Komponenten auf der Platine.



einander am Rand der Platine auf dem Schirm dar (Bild 4). Nach dem Einlesen der Netzliste kann man eine Grundbreite für die Leiterbahnen einstellen. Es besteht aber die Möglichkeit, für bestimmte Netze wie beispielsweise für die Versorgung und/oder Masse abweichende Breiten zu verwenden. Dabei ist es erforderlich, den Namen des Netzes zu kennen, so daß es empfehlenswert ist, vor dem Layout die Netzliste auszudrucken.

Das Plazieren der Komponenten auf der Platine ist immer noch Handarbeit. Aber zum Glück stellt Ultiboard, wie schon oben aufgeführt, einige sehr nützliche Hilfsmittel zur Verfügung. Ein Bauteil wird verschoben, indem man die linke Maustaste anklickt und das Bauteil danach über den Schirm schiebt. Ein Druck auf die mittlere Maustaste dreht das Bauteil um 90°. Durch Drücken von F5 kann man ein Bauteil von der einen auf die andere Seite der Platine verschieben. Das ist besonders nützlich, wenn man mit SMD-Komponenten arbeitet.

Eine wichtige Option von Ultiboard ist, daß man die Möglichkeit hat, große Kupferflächen in allen Lagen anzubringen. Diese Flächen können jede gewünschte Form annehmen, und man kann das Programm anweisen, daß bereits gelegte Verbindungen automatisch aus diesen Fläche ausgespart werden. Die Formen der Pads von SMD-Komponenten können automatisch an die Richtung angepaßt werden, in der die Platine in der Produktionsphase gelötet werden soll.

## Das Routen der Platine

Das Routen geschieht automatisch oder manuell. Kritische Leiterbahnen sind manuell anzubringen. Wenn man den Anschluß eines Bauteils anklickt, erscheint automatisch die erste Punkt-zu-Punkt-Verbindung des 'Ratsnest' dieser Komponente auf dem Schirm. Nach dem Legen der ersten Leiterbahn erscheint die zweite Verbindung aus dem betreffenden Ratsnest. Auf diese Weise kann man sehr schnell und übersichtlich die gesamte Platine routen. Auch hier kontrolliert der eingeschaltete ERC die Verbindungen auf ihre Gültigkeit.

Ultiboard verfügt über etliche nützliche und manchmal ein-

zigartige Mittel, um es dem Entwickler so einfach wie möglich zu machen. So kann man mit einem Druck auf die Taste F3 das gesamte Ratsnest des Entwurfs ins rechte Bild setzen. Ein Druck auf die mittlere Maustaste, und man landet in der zweiten Lage des Entwurfs, wobei Ultiboard ganz automatisch eine Durchkontaktierung einfügt. Durch Betätigen der Space-Taste kann man von einer rechtwinkligen Platzierung auf eine 45°-Platzierung der Leiterbahnen umschalten.

Nach der manuellen Bearbeitung der kritischen Pfade kann man, ohne Ultiboard zu verlassen, den automatischen Router Ultiroute einschalten. Alle noch nicht bearbeiteten Netze werden nun recht schnell eingefügt, wobei das Programm das Routing einige Male durchläuft, um überflüssige Durchkontaktierungen zu vermeiden. Bereits platzierte Leiterbahnen werden automatisch verschoben, wenn sie beim Routen eines anderen Netzes im Wege sind. Schließlich kann man den Router in einem letzten Arbeitsgang so einstellen, daß er alle Leiterbahnen gleichmäßig über der Platinenoberfläche verteilt.

Ultiboard selbst verfügt über keine Ausgabemöglichkeit. Diese sind in der Ultishell untergebracht, so daß es nicht möglich ist, mal schnell aus dem Programm heraus ein Layout auszudrucken. Die Druck- und Plotmöglichkeiten sind sehr umfangreich. Sie erfordern kaum eine längere Einarbeitung, bevor man den ersten Ausdruck in seinen Händen hält.

Zusammenfassend läßt sich sagen: Die Software bietet zahlreiche Möglichkeiten für den professionell arbeitenden Layouter. Sicher ist Ultiboard kein Paket, mit dem man vom ersten Tag an richtig arbeiten kann. Eine ausführliche Einarbeitung in sämtliche Programmooptionen ist schon erforderlich. Es ist ein ausgezeichnetes Paket für Entwickler, die täglich Platinen layouts müssen. Derjenige, der nur ab und an mit dem Platinenentwurf konfrontiert ist, kann mit Default-Einstellungen arbeiten, die die Funktionsvielfalt auf das Nötigste einschränken.

Ultimate Technology GmbH  
Stangenstraße 1  
W-7022 L.-Echterdingen 2  
Tel.: 07 11/79 60 57  
Fax.: 07 11/79 19 39

# HELMUT GERTH

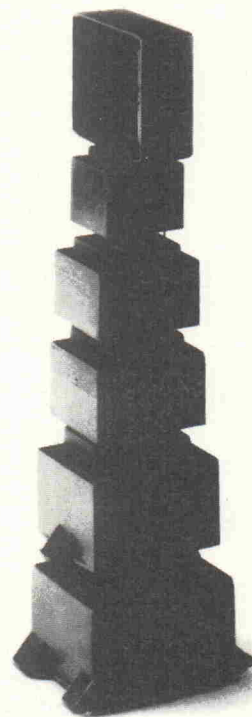
- TRANSFORMATORENBAU -

SCHWEDENSTR. 9 · RUF (0 30) 4 92 30 07 · 1000 BERLIN 65

## vergossene Elektronik- Netz- Transformatoren

- in gängigen Bauformen und Spannungen
- zum Einbau in gedruckte Schaltungen
- mit Zweikammer-Wicklungen
- Prüfspannung 6000 Volt
- nach VDE 0551

Lieferung nur an  
Fachhandel und  
Industrie



## Leiterplatten & Multilayer

### ◆ CAD-Layouts

System Ranger

### ◆ Fotoplott-Service

Scitex Laserplotter (500 x 600 mm)

Datenträger: Disketten DOS 3.5/5.25/8"

Unix 3.5/5.25"

Modem-Empfang

Datenformate: Gerber, HPGL, EMMA,

MUTHO, INSIGHT

Bohrdaten: Sieb + Meier, Excellon

### ◆ Leiterplattenfertigung

Einseitig, doppelseitig,

ML bis acht Lagen

◆ SMD-Technik

◆ Oberflächen: Cu-lötlackiert,

Pb/Sn umschmolzen, partielle

Verzinnung, chem. Zinn, Nickel,

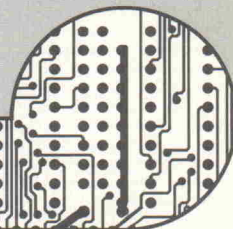
Nickel/Gold

◆ Elektrisches Vollprüfgerät

# ELCOPRINT

Gesellschaft für Verbindungs- und Datentechnik mbH

8358 Vilshofen  
Aidenbacher Str. 68  
Tel. 0 85 41 / 30 82  
Telex 57 531  
Fax 0 85 41 / 30 81





# Neutriks Neuer

## Neutrik Universal-Audiomeßplatz A1

Dieter Michel

Ein häufig geäußelter Wunsch vieler Audio-Meßtechniker aus dem Servicebereich ist der nach einem kompakten Audiomeßplatz, der den Funktionsumfang der am meisten benötigten Test- und Meßgeräte in einem vereinigt. Ein solches Gerät hat vor kurzem der Liechtensteiner Hersteller Neutrik unter der Bezeichnung A1-Audio-Test-System herausgebracht. Unsere Preview gibt einen umfassenden Überblick.



**D**ies Multifunktionsgerät ist zum einen (von den Funktionen her) für die Bewältigung eines Großteils der regelmäßig anfallenden Meßaufgaben geeignet, zum anderen aber ist es portabel und – gemessen an seinen Möglichkeiten – durchaus preiswert.

Das A1-Audio-Test-System bietet die Funktionen Pegelmessung, Pegelschrieb, Klirrfaktormessung, Messung von Gleichlaufschwankungen sowie als demnächst erhältliche Option Phasenmessungen.

Das Gehäuseformat des A1 entspricht im wesentlichen dem 19"-Gehäuse mit drei Höheneinheiten. Normalerweise wird der A1 jedoch, da für den mobilen Einsatz konzipiert, ohne Rackbefestigungswinkel geliefert. Statt dessen verfügt die Standardausführung über einen beweglichen, stabilen Tragegriff sowie zusätzlich ausklappbare Aufstellfüße. Soll das Gerät fest eingebaut werden, so können die Befestigungswinkel als Option geordert werden.

Das Gehäuse selbst ist, entsprechend dem projektierten Ein-

satzzweck, recht stabil aus Aluminium-Strangpreßprofilen zusammengesetzt. Das Gehäuse läßt sich nach Lösen einiger Schrauben leicht öffnen, beispielsweise um zusätzliche Hardware nachzurüsten oder EPROMs bei Lieferung neuer Firmware auszutauschen.

Auf der Rückseite befindet sich neben der Netzanschlußbuchse der Steckverbinder einer Centronics-Druckerschnittstelle sowie (verdeckt angebracht) ein DIP-Schalter. Dieser ermöglicht einige wichtige Systemparameter, wie zum Beispiel den Druckertyp und dergleichen, voreinzustellen. Alle weiteren Bedienelemente befinden sich auf der Frontplatte des Gerätes.

Kernstück der 'Benutzeroberfläche' auf der Frontplatte ist ein vergleichsweise großes LCD-Display, das abhängig von der gerade gewählten Betriebsart als Multifunktionsdisplay nicht nur die aktuellen Meßwerte in einem geeigneten Format anzeigt, sondern auch einen Überblick über die gerade gewählten Meßparameter erlaubt. Das Display ist mit transparenter Folie abgedeckt, die

mit einigen Millimetern Abstand vor dem eigentlichen LCD angeordnet ist. Die Folie bedeckt die gesamte Frontplatte und ist von hinten mit der Frontplattenbeschriftung sowie der Hintergrundfarbe der Frontplatte bedruckt. Ausgespart sind nur der Bereich über dem Display sowie über einigen Anzeige-LEDs. Eine solche Frontplattenkonstruktion ist effizient, kostengünstig und sehr flexibel hinsichtlich der Gestaltung der Frontplatte. Einziger Schwachpunkt dieses Designs ist der Umstand, daß die Folie im Bereich des LC-Bildschirms mechanisch nicht durch die Frontplatte stabilisiert wird und daher vergleichsweise empfindlich gegen mechanische Beschädigung ist.

Die Bedienung des A1 erfolgt zum großen Teil per Tastendruck, soweit es sich nicht um quasi-kontinuierlich veränderliche Größen wie zum Beispiel die Generatorfrequenz handelt. Für solche Größen ist eine Eingabe per Inkrementalgeber ohne Anschlag vorgesehen, die zusätzlich auf Druck zwischen zwei





**Bild 1. Details des Bedienfeldes rechts vom LC-Display.**



**Bild 2. Details des Anschlußfeldes.**

Empfindlichkeiten umschaltbar sind (Bild 1).

Der Neutrik A1 verfügt über zwei Eingänge, die per Tastendruck anwählbar sind, sowie einen Generatorausgang (Bild 2). Der Ausgang des digital gesteuerten Generators ist leistungsfähig genug, um auch niederohmige Lasten treiben zu können. Die Verbindung mit dem Meßobjekt erfolgt über symmetrisch beschaltete XLR-Steckverbinder, wie sie vor allen Dingen in der professionellen Audiotechnik anzutreffen sind.

## Betriebsarten

Der Neutrik A1 stellt grundsätzlich drei verschiedene Anzeige- beziehungsweise Betriebsmodi zur Verfügung, die per Tastendruck anwählbar sind und sich durch Art der Messung und Darstellungsart der Meßgrößen auf dem LC-Display unterscheiden. Es handelt sich hier um die Betriebsarten 'Meter', 'Graph' und 'Scope'.

Die beiden wichtigsten und am häufigsten verwendeten Betriebsarten werden normalerweise sicherlich Meter und Graph sein. In diesen Betriebsmodi verhält sich der A1 wie ein Pegelmeßgerät beziehungs-

weise wie ein Pegelschreiber. Die anzuzeigende Meßgröße wird zusätzlich mit einer Reihe von Tasten im rechten oberen Bereich des Bedienfeldes ausgewählt.

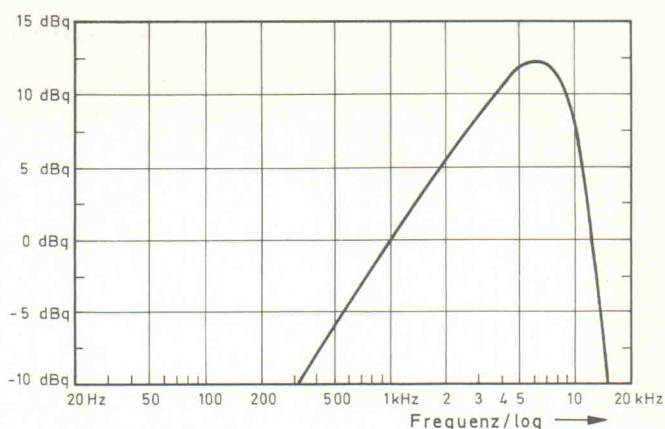
In der Betriebsart Meter wird das LC-Display zum hybrid-digital/analogen Anzeigefeld umfunktioniert, wie es zum Beispiel von neueren Multimetern bekannt ist. Die gewählte Meßgröße wird zum einen digital mit Angabe der Einheit in großen Ziffern angezeigt. Zum anderen gibt es eine analoge Balkenanzeige, die eine analoge Darstellung der Meßgröße liefert und unter anderem das Verfolgen von Schwankungen erlaubt. Um die analoge Balkenanzeige den Schwankungen der Meßgröße anzupassen, besteht zusätzlich die Möglichkeit, von dem zunächst automatisch gewählten Anzeigebereich abzugehen und manuell sowohl den Skalenfaktor (Zoom) zu wählen als auch den Anzeigebereich über den gesamten Wertebereich zu verschieben (Scroll).

Diese Einstellungen erfolgen mit Hilfe der oben erwähnten Inkrementalgeber. Durch günstige Auslegung dieser Bedienelemente und der beiden wählbaren Übersetzungsverhältnisse fallen diese manuellen Feineinstellungen leicht und werden fast intuitiv ausgeführt.

Der eingebaute Generator des A1 ist naturgemäß nicht für alle Messungen in der Betriebsart Meter notwendig. Wird er benutzt, so können Generatorfrequenz und Ausgangspegel ebenfalls über Inkrementalgeber eingestellt werden. Bei Bedarf, das heißt bei Gefahr für eine angeschlossene Schaltung, kann man den Generator durch Tastendruck stummschalten (Mute).

Ein sehr nützliches Feature des A1 (das übrigens von der Praxisorientierung des A1 zeugt) ist die Möglichkeit, das Meßsignal, hier mit Reading bezeichnet, sowie das Signal eines der beiden Eingänge zum Abhören auf einem eingebauten Lautsprecher zu schalten. Der zu monitorierende Eingang wird jeweils per Tastendruck ausgewählt. Die Monitorsignale sind auf BNC-Buchsen gelegt, so daß ein externes Scope zur Begutachtung der Signalform angeschlossen werden kann.

Diese Monitormöglichkeiten sind insbesondere bei Verzer-



**Bild 3. Bewertungsfilter für die Fremd-/ Geräuschspannungsmessung nach CCIR-Empfehlung 468-3 und 468-2.**

rungsmessungen interessant, da man hier das Restsignal nach Ausfilterung der Grundwelle auf dem Scope und gehörmäßig begutachten kann. Dieses Verfahren kann wertvolle Hinweise auf Art und Herkunft der Verzerrungen sowie Anhaltspunkte über deren hörbare Auswirkungen liefern.

An wählbaren Meßarten stehen gegenwärtig neben der Messung des am Eingang anliegenden Pegels auch die Messung harmonischer Verzerrungen (THD), Crosstalk, Noise sowie Gleichlaufschwankungen und Drift zur Verfügung, die im folgenden genauer beschrieben werden. Ein Phasenmeßmodul wird in Kürze verfügbar sein.

## Pegel

In der Betriebsart 'Level' mißt der AI den am ausgewählten Eingang anliegenden Pegel absolut und relativ. Als Referenzpegel für Relativmessungen wird per Tastendruck der aktuelle Meßwert gespeichert. Mit der Taste 'Unit' kann die gewünschte Pegeldarstellung (dBm, dBV etc.) mit den jeweils gültigen Bezugswerten ausgewählt werden.

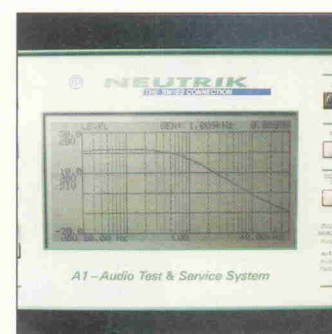
## THD + N

Die Betriebsart 'THD' erlaubt Messungen des Klirrfaktors durch Ausfilterung der Grundwelle und Messung der verbleibenden Verzerrungsprodukte und des Restrauschens. Der interne Generator hat einen Klirrfaktor (THD+N) von typisch 0,0025 (0,005 max.) entsprechend -92 dB. Der Ablesbereich reicht von 0,001 % (-100 dB) bis 100 % (0 dB). Bei Bedarf kann die Messung auch mit einem externen klirrfreien Generator durchgeführt werden. In diesem Fall

mißt der A1 freundlicherweise zunächst die Generatorfrequenz und stellt das interne Notchfilter auf diesen Wert ein.

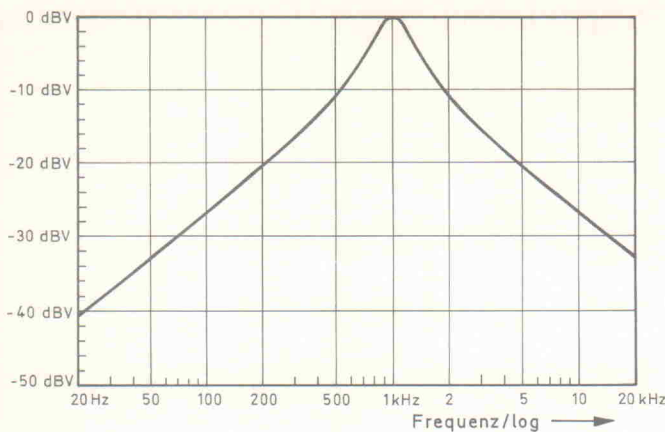
## Noise

Der Neutrik A1 mißt Rauschpegel entsprechend CCIR-Empfehlung 468-3 und 468-2. Bei dieser Messung wird mit einem Quasi-Spitzenwertdetektor gemessen und das Ergebnis üblicherweise in dBq angegeben. Im Display sind die Meßwerte sowohl spitzenbewertet in dBq oder Vq als auch RMS-bewertet in dB ablesbar. Die Messung kann entweder unbewertet über die gesamte Audiobandbreite oder mit einem Bewertungsfilter entsprechend CCIR 468-3 (Bild 3) gemessen werden. Relativmessungen sind ebenfalls möglich. Auf diese Weise kann man beispielsweise direkte Fremdspannungsabstände messen.



**Bild 4. Das LC-Display stellt gerade den Frequenzgang eines Tiefpaßfilters dar.**





## Crosstalk

Bei der Messung der Übersprechdämpfung wird ebenfalls über ein Bewertungsfilter gemessen (Bild 5). Besonders einfach kann diese Messung durchgeführt werden, wenn der Nutzkanal und der Kanal, dessen Übersprechdämpfung gemessen werden soll, direkt an die beiden Eingänge des A1 angeschlossen werden. Der Pegel des Nutzkanals wird als Bezugspegel für die Relativmessung gespeichert. Die Übersprechdämpfung kann dann di-

rekt in den gewählten linearen (mV/V) oder logarithmischen Größen (dBr) angezeigt werden.

## Gleichlaufschwankungen

Die Messung von Gleichlaufschwankungen (Wow & Flutter) einer Bandmaschine kann nach verschiedenen Normen erfolgen. Es existieren hier im wesentlichen zwei Gruppen, nämlich zum einen die DIN 45 507, IEC 386, CCIR 409,

**Bild 5. Frequenzgang des eingebauten Filters zum Messen der Übersprechdämpfung. Ein solches Filter ist immer dann sinnvoll, wenn das Eigenrauschen des Meßobjekts aus dem Meßergebnis 'ausgeblendet' werden soll.**

und BS 4847, die bei 3,15 kHz mit Quasi-Peak-Bewertung, und zum anderen die NAB und JIS C 5551, die bei 3 kHz und mit einer VU-ähnlichen Bewertung mißt.

All diese Normen unterscheiden sich im Prinzip nicht wesentlich. Der Neutrik A1 ist aber in der Lage, nach allen Verfahren messen zu können. Nach welcher Norm bei der Messung verfahren wird, kann durch die DIP-Schalter auf der Rückseite des Gerätes eingestellt werden. Besitzt man ein Testband für die Messung von Gleichlaufschwankungen, so kann dieses benutzt werden. Steht ein solches Band nicht zur Verfügung, so kann der A1-interne Generator das Testsi-

gnal zum Bespielen des Bandes erzeugen.

Bei der Wiedergabe werden die gemessenen Gleichlaufschwankungen sowie ein Wert für die Abweichung von der Nenngeschwindigkeit beide in Prozent angezeigt. Um einen Wert für die Drift der Bandgeschwindigkeit zu bekommen, muß die Differenz der Abweichungen von der korrekten Bandgeschwindigkeit am Bandanfang und am Bandende gebildet werden. Bei allen Meßarten kann jede durchgeführte Messung durch Druck auf die 'Print'-Taste protokolliert werden.

## Graph

Die Funktionsart Graph unterscheidet sich von den bisher beschriebenen nicht nur durch eine andere Arbeitsweise des internen Generators, sondern auch durch einen völlig anderen Aufbau der Anzeige im LC-Display.

Hier arbeitet der A1 in etwa vergleichbar mit einem Pegelschreiber, wenngleich nicht immer nur der am Eingang anliegende Pegel gemessen wird.

# VOLLES PROGRAMM

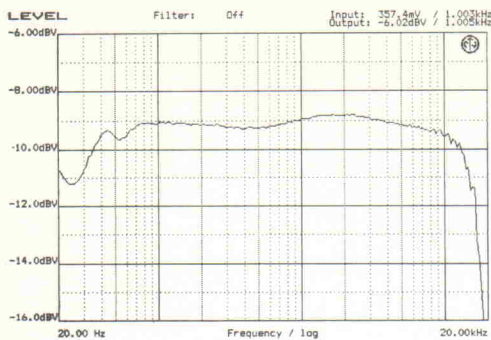


HIFI VISION-Tests sind keine Dutzendware. HIFI VISION-Tests machen Lust auf HiFi. Was Profis hören, untermauert das Meßlabor mit modernster Technik und präzisen Daten. In jedem Heft von HIFI VISION spielt die Musik. Aktuell, kompetent und bunt, kritisch und fundiert. Musik komplett und kompakt. Jeden Monat gibts das dicke Paket.

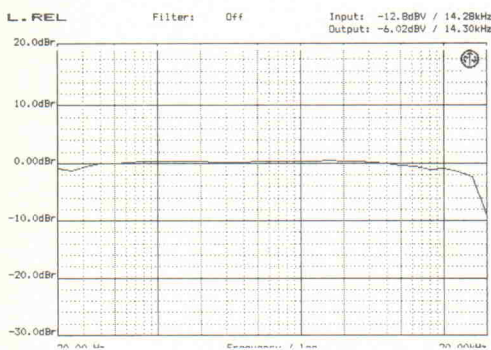
**Im persönlichen Abo frei Haus.** Nur DM 86,40 (Inland) für 12 Hefte statt DM 96,- im Einzelverkauf. Keine weiteren Kosten, die Porto- und Zustellgebühren sind bereits im Abopreis enthalten. Und Sie sind lückenlos informiert: HIFI VISION kommt Ausgabe für Ausgabe pünktlich und regelmäßig ins Haus. Ihr Archiv ist komplett.

R. van Acken GmbH c/o Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG, Helstorfer Str. 7, 3000 Hannover 61

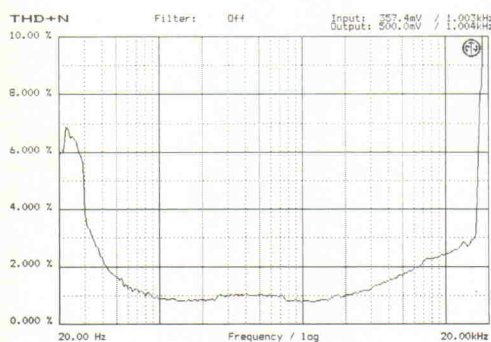




**Bild 6.**  
**Beispiel einer Frequenzgangmessung an einem Bandgerät.**



**Bild 7.** Dieser freundliche und werbewirksame Frequenzgang ist der gleiche wie der in Bild 6 dargestellte, jedoch mit einer 'etwas' anderen Skalierung.



**Bild 8.**  
**Meßprotokoll der Messung harmonischer Verzerrungen am dem Bandgerät aus Bild 6.**

Das Layout des Displays ist stark an einen Pegelschreiber angelehnt (Bild 4). Zusätzlich sind alle wichtigen Parameter der Messung im Display sichtbar.

Generell können in der Betriebsart Graph alle Größen gemessen werden, die man auch im 'Meter'-Modus messen kann, solange die Messung als frequenzabhängige Größe Sinn ergibt, also beispielsweise 'Level' und 'THD+N'.

Für Meßgrößen, die per Definition oder nach Norm nicht frequenzabhängig gemessen werden, zum Beispiel Noise oder Wow & Flutter, führt eine Messung in der Betriebsart Graph nicht zu validen Meßergebnissen.

Wird für den Sweep der interne Generator benutzt, so kann man wählen, ob der eingestellte Frequenzbereich in 30 oder in 200 diskreten Schritten durchfahren

wird (Resolution). Die Eckfrequenzen des Sweep sind hierbei wählbar.

Wird eine niedrige Auflösung (30 Schritte) und ein Frequenzbereich von 20 Hz bis 20 kHz gewählt, so erfolgt die Messung effektiv mit terzbreiten Frequenzschritten.

In der Betriebsart 'Sweep ext.' kann ein externer Generator benutzt werden. Der A1 mißt dann wieder die Generatorfrequenz, um anschließend das Ergebnis der Pegel- oder Verzerrungsmessung an der richtigen Stelle im Diagramm einzutragen.

Ist eine Messung erfolgt, so skaliert der A1 zunächst einmal das Display entsprechend den gemessenen Werten. So ist auf jeden Fall sichergestellt, daß eine interpretierbare Darstellung erfolgt.

Bei Bedarf kann von dieser automatischen Skalierung manu-

ell abgewichen werden. In ähnlicher Weise wie in der Betriebsart 'Meter' kann mit dem Inkrementalgeber 'Scale' Skalenfaktor und Skalenursprung eingestellt werden. Der A1 erzeugt die Darstellung dann aus den gespeicherten Daten neu. Es muß keine neue Messung durchgeführt werden.

Als einer der Wünsche, die man an ein softwaregesteuertes System natürlich immer hat, wäre die Implementierung einer Cursorfunktion zu nennen, die mit wenig Aufwand eine noch genauere Analyse der Messung erlauben würde.

Auch und gerade in der Betriebsart Graph kann über einen angeschlossenen Drucker ein Meßprotokoll ausgedruckt werden. Als Beispiel haben wir mit dem A1 an einem Bandgerät (Tapedeck) Frequenzgang, harmonische Verzerrungen und Gleichlaufschwankungen gemessen. Die Bilder 6, 7 und 8 zeigen Protokollausdrucke der Messungen von Frequenzgang absolut und relativ sowie der harmonischen Verzerrungen.

## Scope

Die Betriebsart Scope stellt genaugenommen eine Erweiterung der bereits oben zum Teil beschriebenen Monitorfunktionen des A1 dar.

Es besteht die Möglichkeit, wahlweise eines der beiden Eingangssignale ähnlich wie bei einem Digitalspeicher-Oszilloskop auf dem LC-Display, natürlich mit entsprechend begrenzter Auflösung, zu betrachten. In der Betriebsart THD werden zwei Signale, das Eingangssignal und das gefilterte Signal nach Entfernung der Grundwelle, gleichzeitig angezeigt.

Skalenfaktoren und Ablenkkoeffizienten werden hierbei so eingestellt, daß sich ein sinnvolles Bild des Signals ergibt und zusätzlich im Display angezeigt wird. Eine manuelle Beeinflussung ist nicht möglich. Man kann aber das Display einfrieren und auf dem angeschlossenen Drucker eine Hardcopy des Bildschirms ausdrucken ...

Bei dem A1 handelt es sich schwerpunktmäßig natürlich nicht um ein Digitalspeicher-Oszilloskop. Alle hierfür notwendigen Funktionen und Bedienelemente zusätzlich zu

integrieren hätte den Entwicklungsrahmen des A1 sicherlich gesprengt. Eine solche komplette Funktionalität ist aber auch gar nicht notwendig. Die Scope-Funktion im A1 enthält das, was man bei den Messungen mit dem A1 wirklich braucht, nämlich eine Möglichkeit, auf einem Bildschirm zu verfolgen, was wirklich während der Messung vorgeht. Nur so können erfahrungsgemäß Fehlinterpretationen und scheinbar mysteriöse Meßergebnisse vermieden werden. Dies ist besonders nützlich bei der Messung und Beurteilung harmonischer Verzerrungen.

Da der A1 diese Monitormöglichkeit zusätzlich bietet, ist ein separates Oszilloskop kein Muß mehr, sondern nur noch eine angenehme Ergänzung. Dies wirkt sich natürlich auch auf den Gesamtpreis beim Erwerb von Meßequipment aus und ist sicherlich einen Gedanken wert.

## Zusammenfassung

Die Firma Neutrik hat mit dem A1-Audio-Service-System ein Audiomeßsystem auf den Markt gebracht, das auf den ersten Blick gut durchdacht, an die Anforderungen der Praxis angepaßt, leicht, fast intuitiv bedienbar ist und die Funktionalität vieler diskreter Meßgeräte integriert.

Auf den zweiten Blick ist es sogar sehr gut durchdacht und an die Bedürfnisse der Praxis angepaßt, da man daran gedacht hat, eine Reihe von Funktionen, speziell im Monitorbereich, zu integrieren, die normalerweise dann doch wieder ein externes Gerät erfordert hätten.

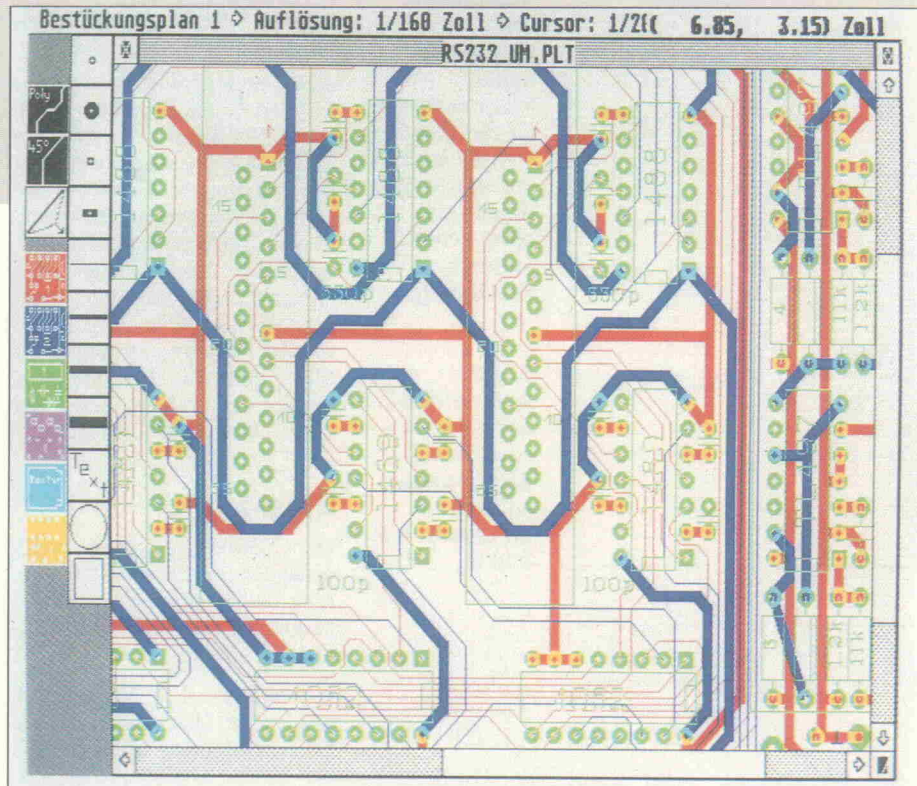
Diese Funktionenvielfalt geht dabei nicht auf Kosten der Genauigkeit. Es handelt sich also um ein definitiv ernstzunehmendes Meßgerät, speziell in dieser Preisklasse. Das englisch verfaßte Handbuch ist gut verständlich, ausführlich und umfangreich mit Abbildungen versehen.

Der Gesamteindruck dieses Gerätes ist, speziell im Hinblick auf den Preis (der übrigens inklusive Mehrwertsteuer, Verpackung und Versicherung unterhalb der magischen 10-kDM-Grenze liegt), ausgesprochen gut. Wermutstropfen oder gar Haken haben wir nicht finden können.



# Der lange Weg zur Professionalität

## Platinen-Layouts mit Platon 2.01



**Felix Bertram  
Peter Nonhoff**

Die kleine Software-Firma VHF-Computer, bekannt durch den CAD-Test in Elrad 12/90, bietet seit einigen Monaten ihr 'vektororientiertes Programm zur computergestützten Erstellung und Ausgabe von Leiterplattenlayouts' Platon (Originalton VHF) in einer vollkommen neu überarbeitete Version 2.0 an, die nach Aussage der Entwickler nur noch den Namen mit der alten Version gemein hat. Auf der diesjährigen Atari-Messe zeigte VHF wie bereits angekündigt das neueste Update, die Version 2.01, die wir im Elrad-Labor ausgiebig testen konnten.

**D**er Markt für Elektronik-CAD-Programme für Atari ST/TT-Rechner ist nach wie vor sehr übersichtlich. Es gibt kaum ein System, mit dem sich professionell arbeiten läßt. Begriffe wie Auto-Router, Verbindungslisten, Design-Rule-Check, Bauteildatenbanken sind den meisten Programmen fremd. An der Leistungsfähigkeit der Atari-Rechner kann es nicht liegen – vor allem, wenn man an die schon nicht mehr junge TT-Klasse denkt. Eine Ursache für den Mangel an Professionalität der Software mag daran liegen, daß die Atari-Software-Entwickler auf sich gestellt sind und im Gegensatz zu PC- oder Apple-Entwicklern nicht auf Vorbilder des amerikanischen Markts zurückgreifen können. Ein weiterer Grund dürfte auch die re-

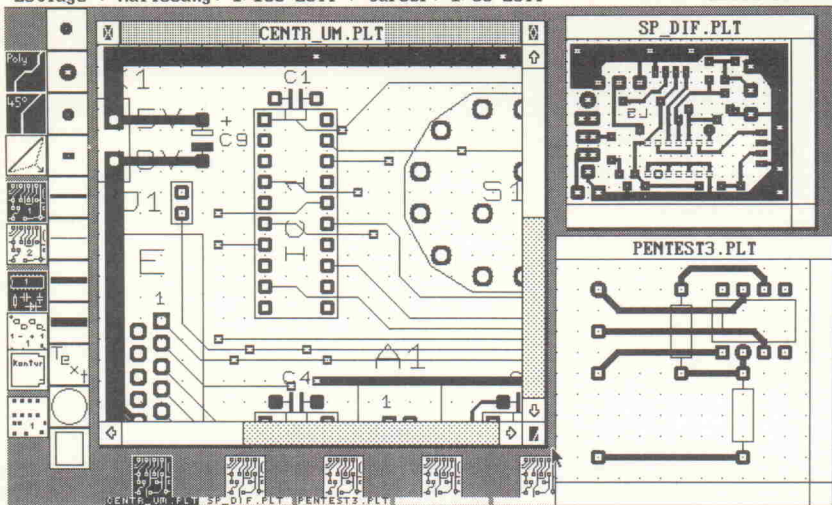
lativ geringe Verbreitung des Atari im Industriebereich sein; entsprechend gering fällt naturgemäß die Nachfrage aus.

Platon 2.01 ist ein Leiterplatten-CAD-Programm, das auf den semiprofessionellen Bereich zugeschnitten ist und ständig weiterentwickelt wird. Der Umfang beträgt in der Minimalversion drei Disketten, auf denen sich neben dem Hauptprogramm einige Hilfsprogramme sowie die gepackte Bauteilbibliothek befinden. Das Handbuch umfaßt knapp 300 Seiten und hinterläßt einen guten Eindruck. Es beginnt nach einer kurzen Einleitung mit einem Tutorial, welches den Anwender in die wichtigsten Funktionen einführt. Mit Hilfe des ausführlichen Stichwortverzeichnisses lassen sich meist schnell die gesuchten Ab-

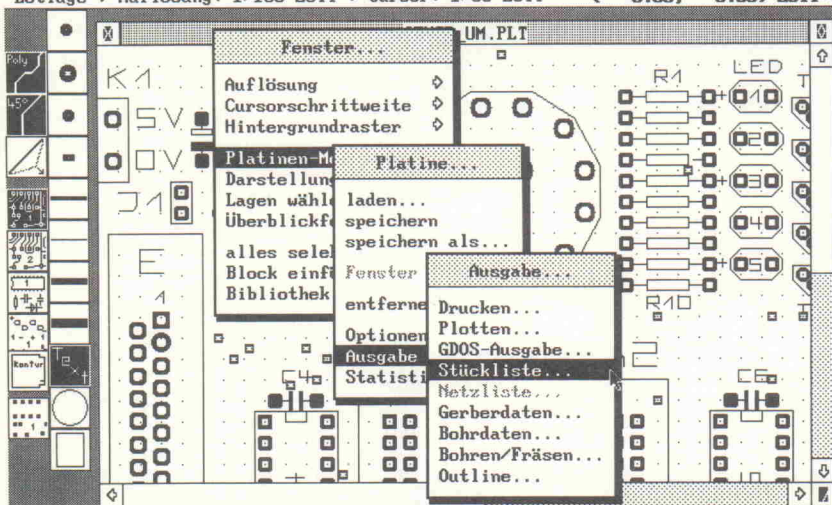
schnitte in der Beschreibung finden.

Laut Hersteller läuft das Programm auf jedem ST mit mindestens 1 MByte RAM und einem doppelseitigen Laufwerk. Um effektiv mit der Software arbeiten zu können, sind jedoch eine Festplatte sowie mindestens 2 MByte freier Speicher dringend empfohlen. Denn schon beim Entpacken der Bauteilbibliothek wird es ansonsten sehr eng. Wie mit jedem anderen Programm beginnt auch bei Platon alles mit der Installation. Die Disketten wollen auf eine Festplatte oder auch auf mehrere Work-Disks umkopiert sein. Da der Installation nur knapp zwei Seiten gewidmet sind, macht sie genau dann Schwierigkeiten, wenn man eine andere Konfiguration aufbauen





**Bild 1.**  
Es lassen sich auf einem Bildschirm gleichzeitig mehrere Objekte bearbeiten. Entspanntes Arbeiten ist aber eher mit einem Großbild- oder Farbmonitor möglich.



**Bild 2.**  
Trotz tiefer Verschachtelung mancher Menüs verliert der Anwender dank der Fenstertechnik nie den Überblick.

möchte als die standardmäßig vorgesehene. Auf Fragen wie: 'Welche Datei wofür?' oder 'Welches Programm wohin?' findet man in den Unterlagen keine befriedigende Auskunft.

Nach dem Start des Programms erscheint eine an das GEM-Desktop angelehnte Oberfläche (Bild 1). Hier gibt es Icons für mehrere Platinen, die Grundelemente Lötungen, Leiterbahnen, Kreise, Rechtecke, Texte für die verschiedenen Layer der Platine und die verschiedenen Modi des Programms. Der Anwender kann in mehreren Fenstern gleichzeitig verschiedene Projekte, zum Beispiel Schaltplan und Layout, bearbeiten. Leider läßt sich ein und dieselbe Platine nicht parallel in mehreren Windows gleichzeitig darstellen und editieren. Das wäre vor allem dann begrüßenswert, wenn man mit dem kleinen unübersichtlichen Atari-Monitor arbeitet. Sehr praktisch ist jedoch, daß Auflösung, Cursor-Schrittweite und Hintergrundraster keine Attribute des Programms, sondern der einzelnen Fenster sind; so braucht man sie beim Wechsel

von einem Layout zum nächsten nicht unnötig umzuschalten.

Innerhalb eines Fensters können mehrere Lagen der Platine gleichzeitig dargestellt werden, eine im Vordergrund und mehrere im Hintergrund. Jedem Layer läßt sich eine Farbe zuweisen (auf Schwarzweiß-Monitoren nur grau oder schwarz), die er dann unabhängig davon annimmt, ob er im Vorder- oder Hintergrund liegt. Auf dem monochromen Monitor wäre eine feste Farbe für die Vordergrundlage praktischer. Sonst muß man beim Lagenwechsel ständig die Farbe mit umschalten; grau zeigt eben nur die halbe 'Wahrheit'. Eine Farbdarstellung ist nur auf TTs mit einer Auflösung von 640 × 400 Punkten an aufwärts möglich.

In der oberen Bildschirmzeile befindet sich eine Menüleiste mit Pulldown-Menüs; zusätzlich gibt es Popup-Menüs, in denen zu den Icons, Platinausschnitten und zu jedem Fenster weitere Attribute gesetzt oder Befehle ausgewählt werden können. Durch die

Vielzahl der Wege, die zu den unterschiedlichen Funktionen führen, wirkt die Oberfläche nicht geschlossen und ist daher etwas gewohnheitsbedürftig. Auch erscheint die Aufteilung von Menüpunkten auf die verschiedenen Popup- und Pulldown-Menüs nicht immer ganz logisch; zu einigen Punkten kommt man erst nach einem langen Weg durch mehrere Untermenüs (Bild 2).

Die Bedienung des Programms gliedert sich in zwei grundsätzlich verschiedene Modi: den Gruppenmodus sowie den Elementmodus. Im Elementmodus können einzelne Elemente oder Bauteile platziert, Leiterbahnen gezogen oder Leiterbahnabschnitte gelöscht werden. Welches Element gerade platziert wird, läßt sich über die Icons am linken Bildschirmrand auswählen. Sehr praktisch ist es, mehrere Icons für verschiedene, benutzerdefinierte Lötunkte und Leiterbahnstärken zur Verfügung zu haben, so kann man schnell wechseln. Die Attribute dieser Icons lassen sich in je einem Popup-Menü ein-

stellen. Ist kein Element-Icon selektiert, befindet man sich automatisch im Gruppenmodus. Hier ist es möglich, Elemente oder Bauteile zu verschieben, zu drehen, zu speichern und zu löschen sowie mehrere Elemente zu einem neuen Bauteil zu gruppieren.

Beim Verschieben oder Drehen von Bauteilen führt das Programm auf Wunsch die Leiterbahnen als Gummibänder nach. Im Split-Modus kann man in gerade Leiterbahnabschnitte eine neue Ecke einfügen. Damit ist es möglich – sofern es der Umfang der Schaltung erlaubt – Bauteile zu plazieren, kreuz und quer zu verbinden und erst dann zu entflechten. Da wird jeder Anwender seine eigene Arbeitsweise entwickeln.

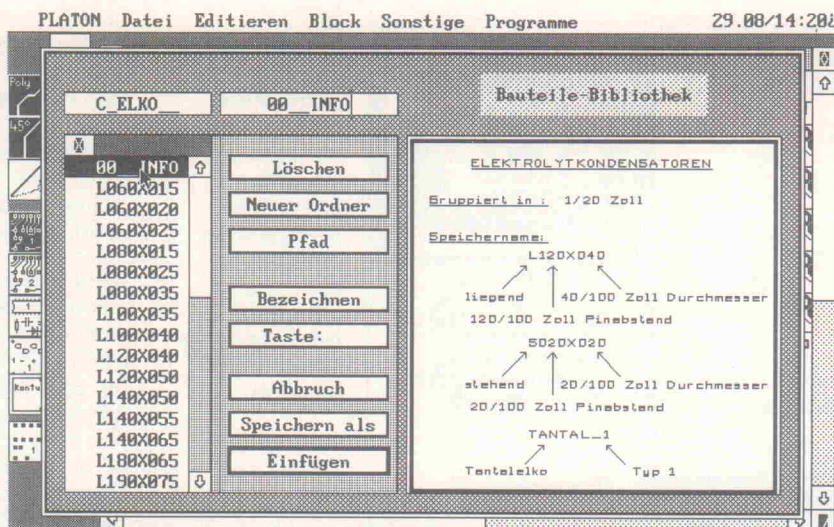
Für den Fall, daß beim Editieren ein Fehler unterlaufen ist – nobody is perfect –, gibt es die Undo-Funktion. Diese nimmt den letzten Befehl – aber auch nur diesen – zurück, wenn es ein Mausklick war. Leider funktioniert die Undo-Funktion noch nicht bei allen Befehlen. Ein gedrehtes Bauteil beispielsweise läßt sich nicht zurückdrehen; da heißt es, weiterdrehen.

Mehrere Elemente wie Lötungen und Leiterbahnen lassen sich zu neuen Bauteilen gruppieren. So ist die programmneigene Bauteilbibliothek entstanden, und so kann sie vom Benutzer selbst erweitert werden. Sie hat ein eigenes Menü, in dem man die Elemente aussucht, ansieht, beschriftet und erst dann ins Layout einfügt. Das Bibliotheksmenü stellt jedes Bauteil so gezoomt dar, daß es den Platz voll ausfüllt und mit einem variablen Raster hinterlegt ist. Dabei geht jedoch – beispielsweise bei einem Kondensator – jedes Gefühl für die Größe des Bauteils verloren (Bild 4).

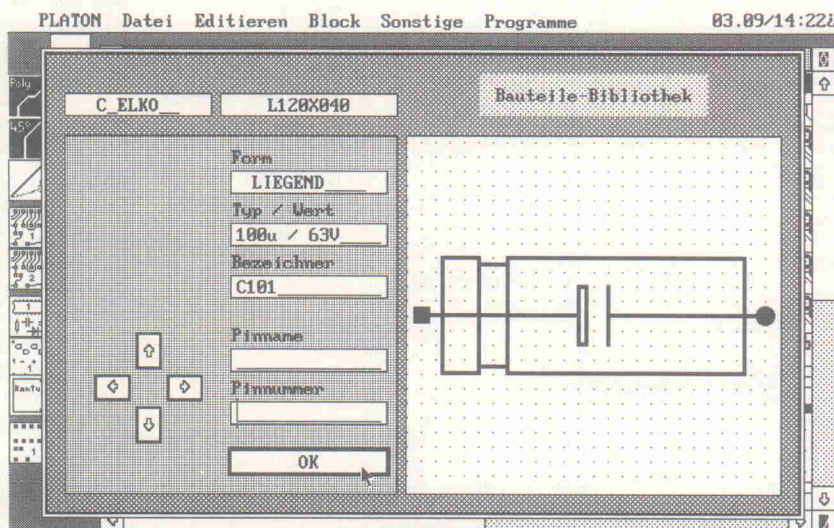
Es handelt sich bei Platon um eine Bibliothek der Gehäuseformen von ICs, Transistoren, Steckkontakten, passiven Bauteilen sowie von SMDs und nicht – wie bei professionellen CAD-Systemen üblich – der Bauteilbezeichnungen. Man findet zwar ein DIP14-Gehäuse, aber die Suche nach dem Logikbaustein 74LS00 wird vergeblich sein. Das erspart zwar dem Entwickler der Software eine Menge Arbeit; der Anwender aber muß zu einem Baustein zunächst die Bauform



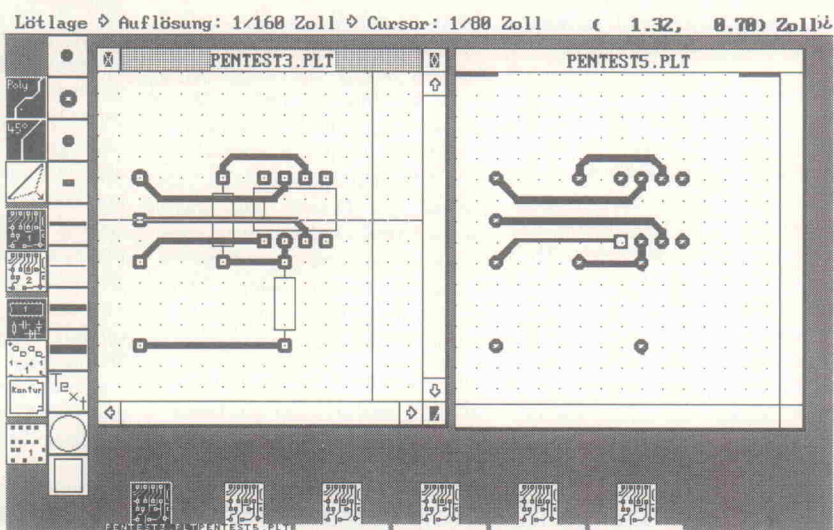
**Bild 3.** Jedem Ordner der Bibliothek ist eine Infodatei vorangestellt, aus der man sich die Nomenklatur für ein bestimmtes Bauelement herausarbeiten kann.



**Bild 4.** Jedes Element der Bibliothek füllt das gesamte Fenster aus. Dadurch geht dem Anwender jedes Gefühl für die Größe des Bauteils verloren.



**Bild 5.** Das Original (links) und das Ergebnis des HPGL-Konverters (rechts), der Plotfiles im HPGL-Format ins Platon-Format übersetzt.



wissen, diese aus der Bibliothek fischen (nachdem er sich mit der Platon-eigenen Nomenklatur vertraut gemacht hat) und anschließend selber beschriften (Bild 3).

Vielleicht ändert sich dieses Manko, wenn man mit Platon auch Schaltpläne erstellen kann und sich das Layout-Programm die Gehäuseformen selbst aus einer generierten Netzliste her-

aussucht. Aber das ist vorerst Zukunftsmusik. Die Platon-Bibliothek hat jedoch auch in dieser Form noch Lücken. Hier ist die Kreativität des Benutzers gefordert, eigene Symbole zu erstellen und abzuspeichern.

Das Programm unterstützt – wie oben erwähnt – keine Schaltplan- oder Netzlistenstellung; sieht man von den wenigen

Schaltplansymbolen in der Bauteilbibliothek ab. Aus einer Platine kann jedoch eine Stückliste erzeugt werden. In der Grundversion sind eigenständige Treiberprogramme für Drucker und Plotter mitgeliefert, die sich direkt vom Hauptprogramm aufrufen lassen – vorausgesetzt, der Rechner verfügt über genügend freien Speicher. Neben fertigen Installationen für verschiedene Drucker und Plotter ist es mög-

## Preise in D-Mark (inkl. Mehrwertsteuer)

Platon 2.01	498,-
Gerber-Treiber	198,-
PostScript-Treiber	98,-
HPGL-Konverter	98,-
XYZ-Treiber	298,-
Demoversion	20,-

lich, die Treiber an eigene Geräte anzupassen.

Im professionellen Bereich sind eher Gerber- oder PostScript-Formate gefragt. Treiberprogramme hierzu bietet VHF als Optionen an. Interessant für die Herstellung von Prototypen ist auch der XYZ-Anlagen-Treiber. Seit neuestem bietet VHF einen Konverter an, der es erlaubt, HPGL-Dateien ins Platon-Format zu konvertieren (Bild 4). Man sieht, daß es funktioniert; jedoch hat das Programm Platon-fremde Plotdateien nicht akzeptiert. Bisher gibt es auch noch kein Handbuch, so daß es kaum möglich ist, solche Dateien in der Konfigurationsdatei anzupassen.

Platon überrascht seinen Benutzer immer wieder mit etwas eigenartigen Reaktionen. Da ist die wie von Geisterhand agierende Menüleiste, sollte sie nach aufwendigem Editieren mal berührt worden sein (laut VHF ein Fehler im Betriebssystem, für das es kein Workaround gibt), der zum Teil unkorrekte Bildschirmaufbau, die Drehfunktion, die die Teile um die linke obere Ecke des 'Bauteilfensters' über die ganze Platine wandern läßt und anderes mehr, bis hin zum Absturz. Eigentlich kann man das nur 'unfertig' nennen. Jedoch sind die Entwickler sehr kooperativ und können bei aufgetretenen Problemen oft prompte Abhilfe schaffen.

Trotz aller Kritik lassen sich natürlich auch jetzt schon qualitativ hochwertige Layouts erstellen. Sind erstmal die Fehler beseitigt und ist Platon auf den Level gebracht, den die Entwickler anstreben (Schaltplanerstellung, Netzlistenstellung, Rule-Check, Bauteilbibliothek), wird dieses Programm auch professionellen Ansprüchen genügen.

VHF-Computer  
Daimlerstr. 13  
W-7036 Schönaich  
Tel.: 0 70 31/65 06 60  
Fax: 0 70 31/65 40 31

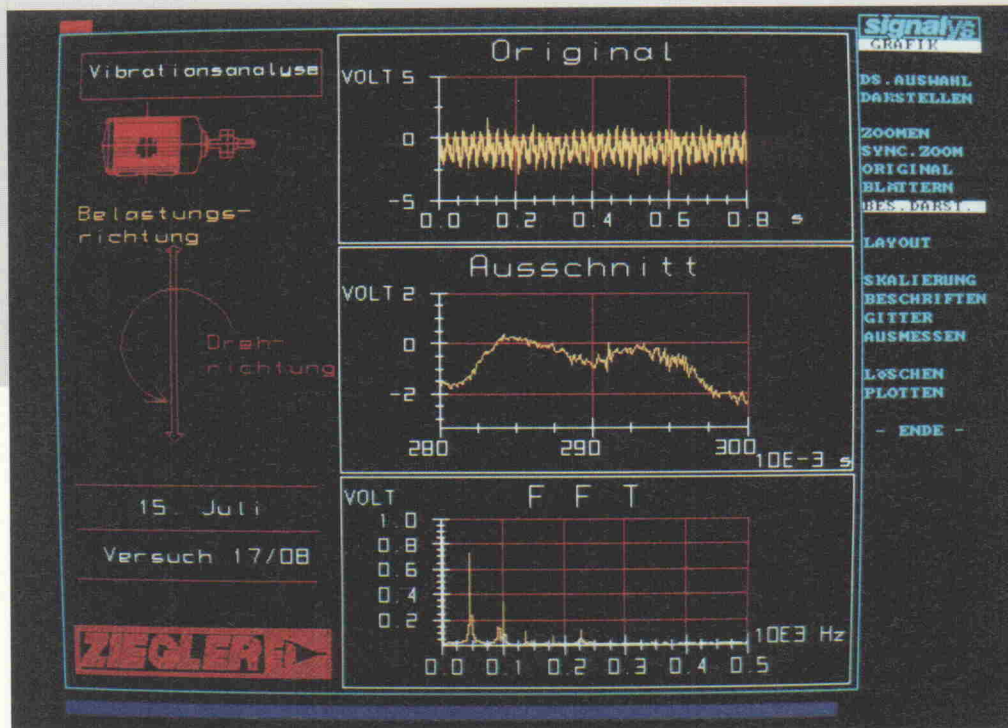


# Signalys 3.0

## Meßwerterfassungssoftware

**Dipl.-Ing.  
Siegfried Reck**

Signalys aus dem Hause Ziegler Instruments ist ein umfangreiches, modular aufgebautes Software-Paket zur Erfassung und Analyse von Meßdaten mit Hilfe von Personalcomputern. Die vorliegende Version 3.0 ist brandneu und hat gegenüber ihrer Vorgängerin einen erheblich erweiterten Leistungsumfang. Das Grundmodul und sämtliche Zusatzmodule beanspruchen zusammen etwa 3,5 MB Speicherplatz auf der Festplatte.



**D**as Programm läuft unter DOS 3.x auf allen IBM-kompatiblen PCs und ist weitgehend unabhängig von der verwendeten peripheren Hardware. Bei den Grafik-Controllern und den Ausgabegeräten unterstützt es alle gängigen Fabrikate.

Die Hersteller von Signalys setzen großes Vertrauen in die Anwender dieses Software-Paketes. Sie haben nämlich auf den Hardware-Kopierschutz für ihr Erzeugnis verzichtet. Die Anwender wissen dieses Vertrauen sicher zu würdigen und freuen sich darüber, daß nicht noch ein Dongle den möglicherweise schon gut 'bestückten' Parallelport ihres Rechners ziert.

Signalys hat eine grafikorientierte Benutzeroberfläche, die bequem mit der Maus zu bedienen ist. Selbstverständlich können sämtliche Eingaben auch über die Tastatur erfolgen. Die Bedienung des Programms wird durch leicht zu definierende Makros unterstützt. Sogar ein ausschließlich über Makros gesteuerter Betrieb ist möglich.

Das Grundmodul von Signalys enthält die Treiber für mehr als

30 PC-Einsteckkarten zur Meßwerterfassung. Hier einige Beispiele:

- ACPCX,
- BE 485, BE 486, BE 490
- Burr Brown PCI 20098 C
- Data Translation DT 282x, -2801, -2831
- ISC-16
- Krenz PSO
- PCAD 16

Mit Hilfe der BE 486 und des Zusatzmoduls zur Signalerzeugung kann Signalys auch analoge und digitale Signale ausgeben. Diese können als Steuer- oder Eingangssignale bei der Durchführung von Messungen verwendet werden (Systemidentifikation, Meßreihen mit veränderlichen Parametern usw.).

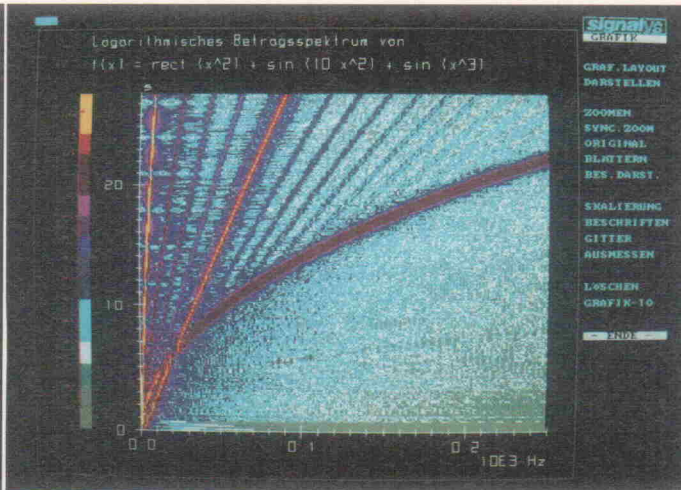
Zur Datenerfassung mittels externer Meßgeräte verfügt das Programm über standardisierte Schnittstellen (IEC, RS-232). Außerdem lassen sich Meßdaten, die im ASCII-Format in einer Datei gespeichert sind, in das von Signalys verwendete Format konvertieren.

Signalys kann durch Anwen-

dung der virtuellen Speicherverwaltung im Prinzip beliebig lange Datensätze erfassen und bearbeiten. Dabei wird die maximale Datenmenge nur durch die verfügbaren Speicherkapazitäten begrenzt. Die Datensätze können einzeln archiviert werden. Außerdem gibt es die Möglichkeit, mehrere Datensätze zu einer übergeordneten Einheit, dem sogenannten 'Versuch', zusammenzufassen. Mit der neuen Signalys-Version können die zu speichernden Daten auch als ASCII-Datei geschrieben und gelesen werden.

Das neue Signalys bietet auch bei der Grafik mehr als zuvor. Standen bisher nur sechzehn vorgefertigte Bildschirmaufteilungen zur Verfügung, lassen sich Meßsignale und Analyseergebnisse jetzt in maximal 32 interaktiv definierbaren Fenstern darstellen und nach Belieben durch erklärende Texte oder Zeichnungen ergänzen. Die Art der grafischen Darstellung richtet sich nach dem verwendeten Auswerteverfahren. Wenn alle Zusatzmodule vorhanden sind, reicht die Palette





**Bild 1. Eine Alternative zu 3-D-Darstellungen:** Farbsonogramme, hier am Beispiel eines Rainflow-Diagrammes, erlauben eine quantitative Interpretation von dreidimensionalen Datensätzen.

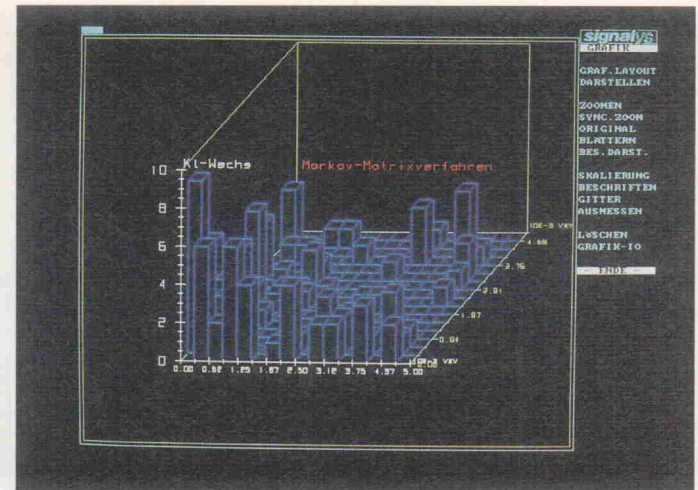
von der einfachen y-t-Grafik bis zur Quasi-3-D-Darstellung in Wasserfall- oder Farbsonogrammen.

Die meisten Funktionen zur Meßdatenanalyse sind in mehreren Zusatzmodulen untergebracht, die jeweils einen speziellen Anwendungsbereich wie zum Beispiel die Frequenzanalyse oder die statistische Auswertung abdecken. Aus dem Grundmodul und einem oder mehreren Zusatzmodulen läßt sich ein individuelles anwen-

dungsorientiertes Softwarepaket zusammenstellen.

Das Modul **FFT 1** enthält die Funktionen zur Berechnung von reellen und komplexen Fourier-Transformationen sowie von Betrag/Phase- und Leistung/Phase-Spektren. Die Zahl der dabei verwendeten Stützstellen kann zwischen 16 und 4096 eingestellt werden. Für die Transformationen stehen verschiedene Bewertungsfenster zur Verfügung (Blackman, Hamming, Hanning, Kaiser-Bessel). Die Spektren können mit linearer oder logarithmischer Frequenzachse angezeigt werden.

Aufbauend auf das erste FFT-Modul bietet das Modul **FFT 2** Funktionen für die bezogene Auswertung von Meßsignalen. Dies sind beispielsweise die Auto- und Kreuzkorrelation oder die Berechnung der komplexen Übertragungsfunktion. Außerdem bietet dieses Modul



**Bild 2. In einer Markov-Matrix ist nur die Häufigkeit der Übergänge von einem zu einem anderen Extremwert erfaßt. Bei Verwendung dieses Verfahrens ergibt sich eine erhebliche Datenreduktion.**

die Möglichkeit, das Eingangssignal einer Mehrfachtransformation zu unterziehen und die Ergebnisse im Farbsonogramm oder im Wasserfalldiagramm darzustellen. Die Anwendung einer Mehrfachtransformation ist sinnvoll, wenn das Signal stark verrauscht ist oder dessen spektrale Zusammensetzung sich zeitlich ändert. Die Anzahl der Stützstelle muß hier nicht mehr eine Potenz von zwei sein. Ein spezielles Interpolationsverfahren erlaubt eine beliebige Zahl von Stützstellen zwischen 16 und 8192.

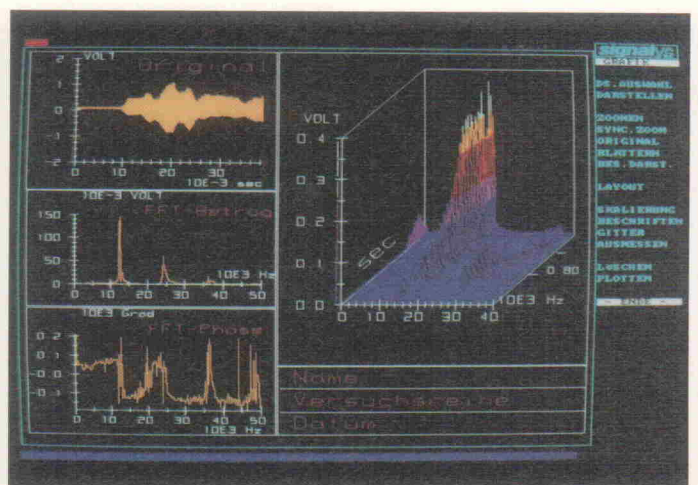
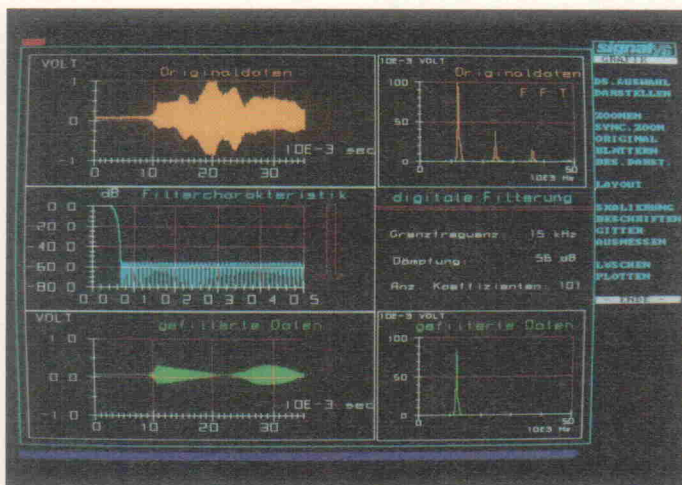
Das **FIR**-Modul bietet die Möglichkeit, lauffzeitfreie digitale Filter zu entwerfen. Mit Hilfe dieser Finite-Impulse-Response-Filter, die maximal 256 Koeffizienten haben, können die verschiedenen Filtercharakteristiken wie Tiefpaß, Hochpaß, Bandpaß oder Bandsperre realisiert werden. Nach dem Entwurf kann man sich den Frequenzgang des Filters gra-

fisch darstellen lassen. Einmal definierte Filter können gespeichert und jederzeit auf die gespeicherten Datensätze angewendet werden.

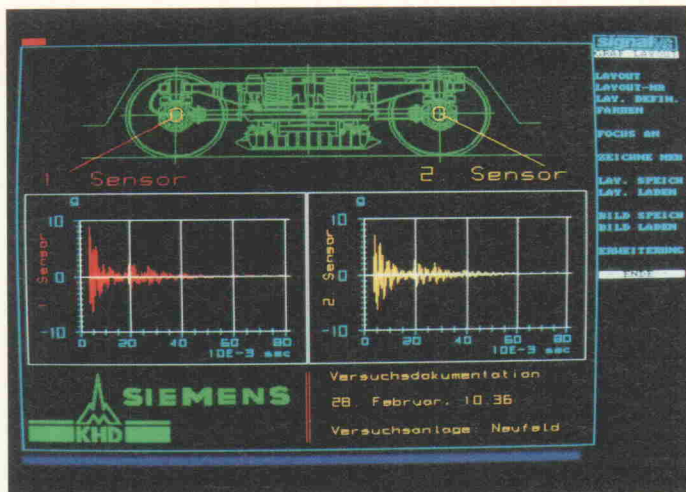
Zur mathematischen Signalverarbeitung von Signalys gehört ein Formelprozessor mit einer umfangreichen, durch den Anwender erweiterbaren Funktionsbibliothek. In der neuen Version lassen sich neben skalaren und komplexen Größen Datensätze von Signalverläufen durch eine Formel miteinander verknüpfen. Ein weiteres wichtiges Feature des **MSV**-Moduls ist die Generierung von Datensätzen. Aus einigen Wertepaaren, zwischen denen das Programm interpoliert, oder mit Hilfe von Formeln kann man künstlich Signalverläufe erzeugen.

Ein weiteres Modul, das in den Bereich der mathematischen Signalverarbeitung gehört, dient der Ereignis isolation (**ISO**).

**Bild 3a und 3b. Vielfältige Darstellungsarten lassen sich mit Hilfe von Signalys 3.0 erzeugen und auch in einem Bildschirm zusammenfassen.**







**Bild 4. Die Einbindung von Logos und Zeichnungen in CAD-Qualität erleichtert die Erstellung von Präsentationsgrafiken oder Dokumenten.**

Damit lassen sich interessante Signalabschnitte erkennen, isolieren und darstellen. Den Verlauf dieser Signalabschnitte kann der Anwender zuvor genau beschreiben. Dazu stehen ihm unabhängige Start-, Verweil- und Ende-Kriterien zur Verfügung. Weitere Kriterien sind die Einhaltung von Pegelbereichen, Änderungsgeschwindigkeiten und Verweildauern. Die Zusammenstellung der einzelnen Kriterien zum Steckbrief für die gesuchte Signalform erfolgt menügeführt. Der Vorteil dieser Suchmethode gegenüber der manuellen Auswertung liegt auf der Hand: sie ist schneller und sicherer.

Der Bereich der statistischen Auswertung wird von drei verschiedenen Zusatzmodulen abgedeckt. Das Modul **STA 1** enthält Funktionen zur deskriptiven Statistik (parametrische und nichtparametrische Beschreibung) und zur Regressionsanalyse. Das darauf aufbauende Modul **STA 2** bietet dem Anwender sämtliche Klassierverfahren nach DIN 45 667 (Stichproben-, Verweildauer-, Spitzenwert-, Klassendurchgangs-, Spannen- und Spannenpaarverfahren). Die Ergebnisse können als Tabellen, Textdateien oder als Histogramme ausgegeben werden. Mit dem Modul **STA 3** schließlich, das wiederum auf den vorher beschriebenen Modulen basiert,

stehen dem Anwender die zweidimensionalen Klassierverfahren nach Markov und Rainflow zur Verfügung. Die Ergebnismatrizen werden als dreidimensionales Histogramm dargestellt (siehe Bild).

### Neu: Signalys-PLUS

Mit der neuen Version von Signalys ist auch ein weiteres Zusatzmodul herausgekommen: Signalys-PLUS. Das PLUS steht für die Abkürzung Programming Language User Standard und stellt einen eigenständigen, auf der Programmiersprache C basierenden Compiler dar. Die kompilierten Programme laufen schnell und sind rechnerunabhängig. Neben den Standardfunktionen von C enthält Signalys-PLUS mehr als 200 spezielle Funktionen und 140 globale Variablen von Signalys. Bereits mit Grundkenntnissen in C eröffnet sich dem Anwender die Möglichkeit, individuelle, an seine Aufgabenstellung angepasste Pro-

grammabläufe zu gestalten. Erfahrenen C-Programmierern sind dabei kaum Grenzen gesetzt.

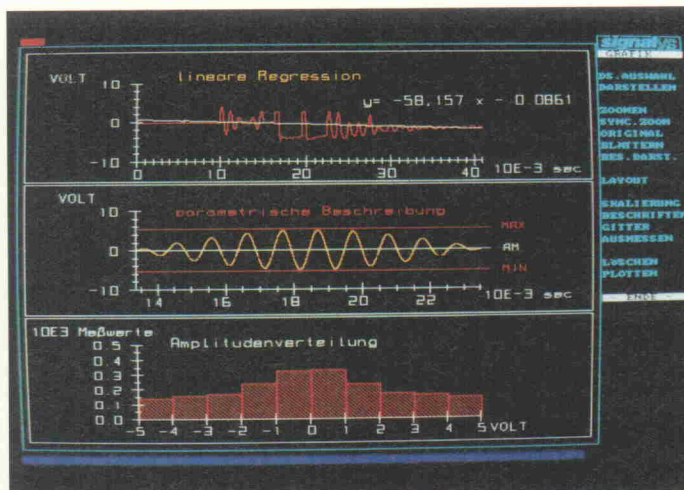
Bei der Programmierung kann man sich auf die Lösung der gestellten meßtechnischen Aufgabe konzentrieren und muß sich nicht mehr um grundsätzliche Dinge wie die Grafik und die Dateiverwaltung kümmern.

Die mit Hilfe von Signalys-PLUS erstellten Programmteile lassen sich als Module in Signalys einbinden. Dadurch lassen sich komplexe Abläufe 'vorfertigen', die wegen des erforderlichen Dialogs mit dem Bediener nicht mehr von Makros erledigt werden können.

Bei einem so umfangreichen Software-Paket spielt die Produktunterstützung durch den Hersteller eine große Rolle. Ziegler Instruments bietet für Signalys einen Pflegevertrag an, der beispielsweise den Austausch veralteter gegen die jeweils aktuelle Version beinhaltet.

Das deutschsprachige Handbuch zu Signalys hat über 450 A5-Seiten, auf denen das Programm mit all seinen Möglichkeiten in gut strukturierter Form dokumentiert ist. Anwendern, die trotz der ausführlichen Dokumentation auf Schwierigkeiten stoßen, steht eine Hotline zur Verfügung.

Zur schnellen Einarbeitung in den Umgang mit Signalys bietet der Hersteller Schulungen an, die sich entsprechend der modularen Struktur von Signalys in eine Grundschulung und mehrere Aufbauschulungen untergliedern.

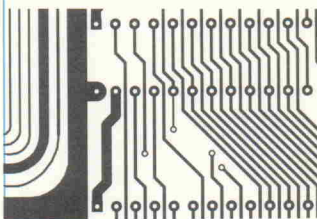


**Bild 5. Mit Hilfe der drei Statistik-Module von Signalys lassen sich effektive und leicht überschaubare Auswertungen anfertigen.**

## Profi-Leistung zum Turbopreis

# Boardmaker

Schaltplan • Layout • Autorouter



Warum soll Elektronik-CAD-Software eigentlich mehr kosten als ein Turbo-Compiler? Dies fragte sich 1988 in Cambridge (UK) ein Team von Elektronik- und Softwarespezialisten und entwickelte Boardmaker.

Drei Jahre später ist die Software weltweit zigttausendfach bei Ingenieuren im Einsatz. Gründe für den überwältigenden Erfolg und die Zufriedenheit der Anwender sind die Qualität und leichte Bedienbarkeit dieses modernen CAD-Systems. Mit Boardmaker können auf fast jedem PC/AT Schaltpläne gezeichnet und Leiterplatten entflochten werden, die aktuellen Industrie-Anforderungen genügen – von der einseitigen Platine bis zum Multilayer, mit konventionell bedrahteten und SMD-Teilen.

Noch ein Grund für diese Erfolgsstory ist das revolutionäre Preis/Leistungsverhältnis des Systems. Boardmaker ist so preiswert, daß auch Amateure endlich professionell arbeiten können. Viele der Boardmaker Funktionen wie kreisförmige Leiterbahnsegmente und ein rasterloser Autorouter sind nicht einmal bei vielfach teureren Systemen zu finden. Und Boardmaker ist komplett: Bauteilbibliotheken und Treiber für Gerber Fotoplotter, NC-Bohrmaschinen, Drucker, Plotter und sogar Postscript sind im Preis schon mit enthalten.

Boardmaker kann nahezu risikolos getestet werden, denn das Boardmaker-Demo-Paket enthält das 350seitige Original-Handbuch der erfolgreichen Software.

<b>Demo-Paket</b> (einschließlich Original-Handbuch)	<b>25 DM</b>
<b>Boardmaker I</b> (Schaltungs-CAD & Layout)	<b>295 DM</b>
<b>Boardmaker II</b> (+ Einlesen von Netzlisten)	<b>495 DM</b>
<b>Boardrouter</b> (rasterloser Autorouter)	<b>495 DM</b>

Preise ab Lager. Bei Versand zuzüglich DM 5,70 (Ausland 15,-). Wir liefern schnell und zuverlässig per UPS-Nachnahme.

**ASIX**  
TECHNOLOGY GMBH

Rudolf-Plank-Str. 21 · Pf. 142 · D-7505 Ettlingen

Tel.: 0 72 43-3 10 48 · Fax: 3 00 80

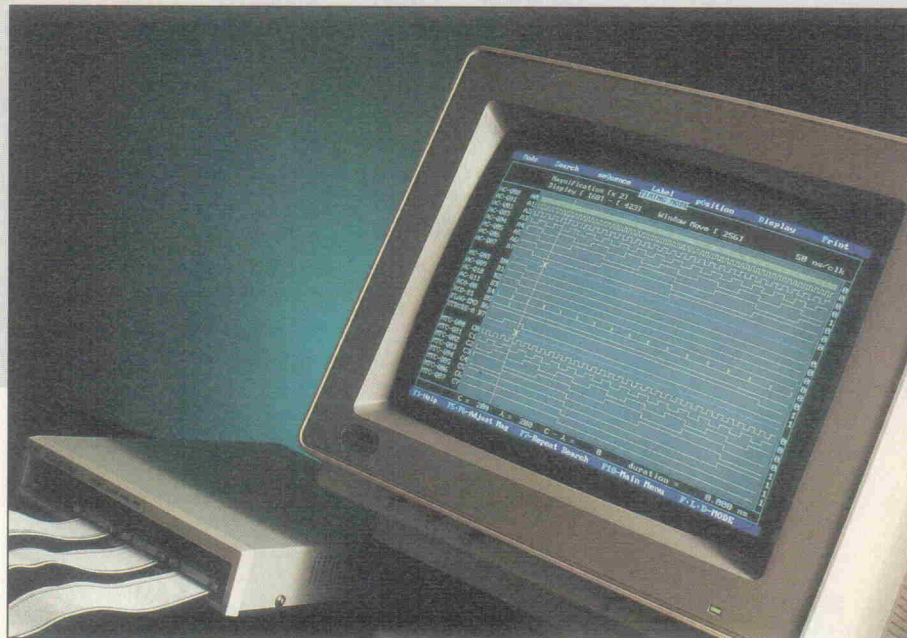


# Logisch gesehen

## 5 PC-Logik-Analyzer im Test

**Dipl.-Ing.  
Werner Böcker**

Jedes Meßgerät, das in seiner Bezeichnung auf 'Analyzer' endet, steht in dem Ruch, so richtig teuer zu sein. Logikanalysatoren bilden da keine Ausnahme. Die Aufrüstung eines Standard-PC zum Logikmeßgerät durch entsprechende Hard- und Software ist in vielen Fällen zumindest preislich eine attraktive Alternative zu Stand-alone-Boliden. Wie die Leistungsfähigkeit derartiger Lösungen aussieht, mußten fünf Probanden im Test beweisen.



Im allgemeinsten Sinn stellt die Logikanalyse eine Transformation dar, weil sie, ungeachtet der tatsächlichen elektrischen Parameter, ein Bild vom logischen Verhalten einer binären Schaltung liefert. Diese Eigenschaft ist besonders dann vorteilhaft, wenn man mit unterschiedlichen Technologien arbeitet, denn durch die Zuordnung eines Potentials zu einem logischen Zustand werden einheitliche Testkriterien geschaffen.

Diese Definition besteht in der Beschränkung der Pegel auf zwei Zustände, die als 0 und 1 bezeichnet werden. Ihnen werden dann bestimmte Spannungsbereiche zugeordnet. Die meisten Logikanalysatoren arbeiten dabei mit festen Vorgaben für unterschiedliche Technologien (TTL, CMOS, ECL etc.) sowie anwenderdefinierten Werten für die obere und untere Schwellenspannung. Natürlich birgt diese Interpretation auch Gefahren. Deshalb muß zu Beginn einer Messung genau festgelegt werden, auf welche Kriterien es ankommt. Dabei spielen in erster Linie die Pegelzustände, das dynamische Verhalten eines Kanals und die zeitliche Zuordnung

mehrerer Kanäle eine wichtige Rolle.

Der einfachste Logikanalysator ist der Logikteststift, den man je nach Ausstattung als 'einkanaligen Zustandsanalysator mit 1-Bit-Trace-Speicher' bezeichnen könnte. Das dynamische Verhalten eines Kanals läßt sich mit einem solchen Meßgerät jedoch nur bei sehr geringen Taktraten verfolgen, es sei denn, man verfügt über die überirdische Fähigkeit, optische Signale im kHz- oder gar MHz-Bereich auflösen zu können. Diese Eigenschaft müßte dann noch mit einer Reaktionsfähigkeit von wenigen Nanosekunden gepaart sein, denn sämtliche Trigger-Möglichkeiten gehen vom Zeigefinger aus.

Um in komplexen digitalen Schaltungen mit hohen Taktraten aussagekräftige Ergebnisse zu erhalten, mußte man sich etwas anderes einfallen lassen. So entstanden die mehrkanaligen Logikanalysatoren, die heute als Stand-alone-Geräte über mehr als 100 Kanäle verfügen und Abtastraten bis in den GHz-Bereich realisieren können. Das Wort Abtastraten signalisiert schon das erste große Problem, denn die Auswertung solch schneller Signale

ist nur durch eine Speicherung möglich. Die Speicherung wiederum bedeutet aufgrund der Quantität des Speichers eine Zeitquantisierung des Signals mit allen damit verbundenen Nachteilen. Mit einer steigenden Taktrate steigt (von der technischen Realisierung ganz zu schweigen) die anfallende Datenmenge, die Anforderung an den Speicher wird höher und die Analyse schwieriger. Nun gibt es heute drei unterschiedliche Ansätze, um einen optimalen Kompromiß aus all den Faktoren zu erzielen.

Die drei Verfahren, die dabei zum Einsatz kommen, nämlich die Zustands-, die Zeit- und die Differenzanalyse haben ihre Vor- und Nachteile, und der optimale Einsatz hängt allein von der Anwendung ab.

### Analyse des Zustands

Bei der Zustandsanalyse greift folgender Ansatz: In einem Mikroprozessorsystem treten im regulären Fall Zustandsänderungen nur zu genau definierten Zeitpunkten auf. Diese Zeitpunkte entsprechen direkt oder als Teilungsverhältnis dem Systemtakt. Synchronisiert man



also die Abtastfrequenz mit dem Systemtakt (oder einem geeigneten anderen Signal), so erhält man ein Bild über den Zustand einer Prozessorschaltung zu den interessierenden Zeitpunkten. Da alle Übernahmen in Register, Speicherstellen und Peripherie-Komponenten und die damit verbundenen Änderungen am Adreß-, Daten- und Steuerbus nur zu diesen Zeitpunkten stattfinden können, ist es mit der Zustandsanalyse möglich, rein logische Ablauffehler zu lokalisieren.

Man muß jedoch bei der Zustandsanalyse einen wichtigen Punkt beachten. Da nämlich die Pegeländerungen im digitalen System nicht absolut zeitgleich mit der Flanke des Taktes erfolgen, zeichnet der Logikanalysator (der ebenfalls von der Flanke gesteuert wird) die Signale um eine Taktperiode verzögert auf. Ändern sich jedoch ein oder mehrere Signale fast unverzögert mit der Systemflanke, und der Logikanalysator ist noch aktiv, dann erhält man ein absolut falsches Ergebnis, denn einige Signale werden um eine Periode verzögert, die anderen zeitrichtig dargestellt. Auch wenn dieser Fehler nur sehr selten in Erscheinung tritt, sollte dieses Verhalten doch im Hinterkopf präsent sein.

Ein Nachteil des Zustandsanalyzers ist die zeitliche Idealisierung der tatsächlichen Vorgänge. Auf dem Bildschirm erscheinen die Pegeländerungen exakt an den abgetasteten Stellen. Die reale zeitliche Zuordnung der Signale untereinander wird so verfälscht. Ein gutes Beispiel für Fehler, die aufgrund der Zustandsanalyse schnell übersehen werden können, sind Speicherzugriffe. Bei diesen Vorgängen ist das zeitliche Verhalten oft, unabhängig vom Takt, für die Funktion entscheidend. Es ist nicht mehr so wichtig, welcher Zustand zu einem genau definierten Zeitpunkt herrscht, sondern der zeitliche Ablauf bis zu diesem Zustand. So müssen die Daten und Adressen für ganz bestimmte Mindestzeiträume stabil bleiben und die Steuerleitungen einer festgelegten Zeitfolge entsprechen. Für die Analyse solcher Vorgänge entwickelte man die Zeitanalyse.

## Zeitanalyse

Im Gegensatz zur Zustandsanalyse wird bei der Zeitanalyse asynchron zum Systemtakt ab-

getastet. Sinn macht dieses Verfahren nur dann, wenn die Abtastfrequenz gegenüber den Taktraten in der Schaltung hoch ist. Moderne Logikanalysatoren verfügen fast ausschließlich über eine Kombination aus Zeit- und Zustandsanalyse. Dabei geht man meist den Weg, daß mit vielen Kanälen und reduzierter Taktfrequenz der Fehler eingekreist und dann mit hoher Auflösung und geringerer Kanalzahl lokalisiert wird.

Auch bei der Zeitanalyse treten natürlich Quantisierungsfehler auf, da nur zu bestimmten Zeitpunkten abgetastet wird. Der größte mögliche Fehler für einen Kanal ist dabei etwas kleiner als eine Abtastperiode. Für die zeitliche Zuordnung zweier oder mehrerer Kanäle steigt er auf eine Zeit, die etwas kleiner als zwei Perioden ist. Die Zeitanalyse ist von der Funktion her mit einem mehrkanaligen Sample-Oszilloskop vergleichbar, auf das man die beschriebene Pegeldefinition angewendet hat. Ein weiteres Einsatzgebiet von Zeitanalysatoren ist die Prüfung von asynchronen Bausteinen, bei denen es keinen Takt gibt, auf den man synchronisieren könnte.

## Differenzanalyse

Eine dritte Möglichkeit ist die Differenzanalyse. Wurde bei den bisher beschriebenen Verfahren bei jeder Abtastung (ob synchron oder asynchron) der Signalzustand abgespeichert, so beschränkt sich die Differenzanalyse auf die Aufzeichnung der Pegeländerungen. Dabei geht man folgendermaßen vor: Zum Zeitpunkt  $t_0$  startet ein Zähler, der bei einer Pegeländerung gestoppt wird und seinen Inhalt in einen Zwischenspeicher schreibt. Nach einem Reset beginnt er erneut zu zählen, bis wieder eine Pegeländerung eintritt. Im Speicher befinden sich nun Angaben über die Zeitdifferenzen zwischen den einzelnen Pegeländerungen, und man kann somit das Signal rekonstruieren. Der technische Aufwand für die Differenzanalyse ist sehr hoch, denn für jeden Kanal wird ein Zähler, eine Ringsteuerung, die Pegeltriggerung, die Wiedergabelogik und jede Menge schneller Speicher benötigt. Kommt man bei der reinen Zustands- und Zeitanalyse für einen Kanal noch mit 1-

Bit-Speichern aus, so benötigt man für die Differenzanalyse je nach Zählerbreite Wortspeicher.

## Meßergebnis als Grafik ...

Wie werden nun die aufgezeichneten Daten dargestellt? Die oft übersichtlichste Darstellung ist die grafische.

Dabei werden wie bei einem Oszilloskop mehrere Kanäle übereinander gezeichnet, und mittels Cursor lassen sich diverse Messungen in bezug auf das zeitliche Verhalten vornehmen. In dieser Betriebsart lassen sich die Pegel zueinander vergleichen, und man kann zum Beispiel sehr gut feststellen, ob bestimmte Leitungen vielleicht gar nicht angesprochen werden und somit der Verdacht auf eine Unterbrechung oder einen Kurzschluß begründet ist. Um effektiv arbeiten zu können, sollte die dargestellte Kanalanzahl wählbar sein und auch Kanäle, die weit voneinander entfernt sind, gleichzeitig auf dem Bildschirm darstellbar sein. Eine Zoom-Funktion im horizontalen Bereich ist eine Selbstverständlichkeit.

## ... Liste ...

Eine weitere Möglichkeit, die Daten auszuwerten, bietet die Listendarstellung. Dabei kann man das Datenformat ändern oder die Daten nebeneinander in unterschiedlichen Formaten (hex, dezimal, oktal, ASCII etc.) darstellen. Läßt sich eine Gruppierung der Signale vornehmen, so wirkt sich diese bei der Interpretation der Listendarstellung aus. Wenn beispielsweise die Meßleitungen 1...16 auf den Adressen eines Prozessors liegen, so kann man diesen Leitungen zur Gruppe 'Adresse' zusammenfassen. In der Listendarstellung wird nun das gewählte Format auf diese Gruppe angewendet.

Die Listendarstellung ist besonders bei der numerischen Auswertung interessant, zum Beispiel beim Speichertest, wo sich die Inhalte einfacher kontrollieren lassen als in der grafischen Darstellung.

## ... und Listing

Mit zunehmender Anwendung der Logikanalyse in Mikroprozessorschaltungen kam eine dritte Darstellungsvariante auf:

das Disassembler-Listing. Dabei handelt es sich nicht nur um eine differenzierte Darstellung, auch die Meß-Hardware enthält in Form eines speziellen Pods meist Modifikationen. Die einzelnen Leitungen werden direkt (meist über einen Adapter) an den Prozessor angeschlossen, und in die Software wird ein vordefiniertes Konfigurations-Setup eingelesen. Danach erfolgt die Triggerung auf bestimmte Befehle oder auch in herkömmlicher Weise. Nachdem die Daten aufgezeichnet wurden und der Logikanalysator getriggert hat, läßt sich über einen Menüpunkt die Darstellung 'Disassembler' wählen, und man erhält ein Listing des tatsächlich abgelaufenen Programms. Dabei ist es für den Logikanalysator mehr oder weniger schwierig, herauszufinden, wann ein Befehl und wann Daten anliegen. Einige Prozessoren geben dies nämlich freizügig bekannt (über Statusleitungen), während andere es hartnäckig für sich behalten. Ein weiteres Problem tritt beim sogenannten Instruction-Prefetching auf. Das bedeutet, daß ein Prozessor nachfolgende Befehle in eine Pipeline einliest, sie aber gegebenenfalls gar nicht ausführt, wenn er vorher einen Sprungbefehl durchführt. Hier setzt das spezielle Pod ein, in dem sich ebenfalls eine solche Pipeline befindet, und die Befehle erst zum Logikanalysator durchläßt, wenn sie auch wirklich ausgeführt werden.

## Der richtige 'Dreh' beim Triggern

Bei den aktuellen Geräten mit Zustands- und Zeitanalyse findet man Speicherkapazitäten von zirka 2 KBit/Kanal und 16 Kanäle bis hin zu 16 KBit/Kanal und über 100 Kanäle und mehr. Die Größe des Speichers (Trace-Speicher) spielt bei der Beurteilung eines Logikanalysators allerdings eher eine untergeordnete Rolle, wenn das Gerät über eine gute Trigger-Logik verfügt. Auf diese Eigenschaft sollte man sein ganz besonderes Augenmerk richten. Sieht man sich den Ablauf einer Logikanalyse an, wird dies sofort deutlich. Die Daten werden in den Speicher eingelesen und, wenn möglich, gleichzeitig dargestellt. Der häufigste Ablauf ist der Single-Cycle-Betrieb, das heißt, der Logikanalysator



wird gestartet (per Hand oder Trigger) und der Speicher genau einmal vollgeschrieben. Dann werden die Daten auf dem Bildschirm dargestellt. Um nun einen Fehler zu finden, müßte man auf blauen Dunst triggern und hoffen, genau den richtigen Zeitpunkt erwischte zu haben. Dieses Vorgehen ist bei einer auch nur halbwegs komplexen Schaltung mehr als ineffektiv. Auch die zweite Möglichkeit, der Auto-Cycle- oder Multi-Cycle-Betrieb, hilft nur wenig weiter, denn hier wird eine neue Aufzeichnung sofort nach der alten gestartet beziehungsweise dann, wenn das Trigger-Ereignis erneut auftritt. Zwar bieten die meisten Geräte die schon erwähnten Darstellungsarten, aber die Zeit rennt trotzdem davon. Aus diesem Grund müssen die Aufzeichnungen zu einem genau definierten Zeitpunkt zu starten sein. Und genau für das richtige Anhalten wird ein flexibler Trigger benötigt.

Beim Triggern wird ein Ereignis definiert, nach dessen Auftreten die Aufzeichnung beginnt. Von der exakten Definition dieser Bedingung hängt bei der Fehlersuche so gut wie alles ab. Das Grundprinzip ist dabei immer dasselbe: man definiert den Zustand der Datenleitungen und veranlaßt den Logikanalysator, genau bei diesem Zustand anzuhalten. Für die Definition jeder einzelnen Leitung sind drei Zustände erlaubt, nämlich 0, 1 oder beliebig. Die einfachsten Geräte arbeiten auch genau nach diesem Verfahren, wobei meist mehrere Worte bestimmt werden können, die über eine Oder-Schaltung verknüpft werden. Die Bedingung lautet dann ungefähr so:

*Wenn Wort A oder Wort B oder ... dann Trigger*

## Sequenz-Definition

Mit diesen einfachen Mitteln lassen sich schon sehr gute Ergebnisse erreichen, aber für ein gezieltes Vorgehen bei der Analyse wird mehr benötigt. Aus diesem Grund verfügen die meisten Analysatoren über eine sogenannte Sequenzdefinition, bei der die vorher definierten Worte miteinander verknüpft werden können. Oft stehen mehrere Trigger-Ebenen zur Verfügung und dadurch mehrere Sprungziele. Eine solche Definition kann folgendermaßen aussehen:

Ebene 1:

*Wenn Wort A oder Wort B und nicht Wort C dann Ebene 2*

Ebene 2:

*Wenn Wort D und Wort E dann Trigger*

Die Flexibilität einer solchen Triggerung hängt von der Anzahl der Verknüpfungsmöglichkeiten, der Anzahl der definierbaren Worte und der Anzahl der Ebenen ab. Häufig lassen sich die einzelnen Worte symbolisch definieren, wodurch sich die Übersichtlichkeit erhöht.

## Ereigniszähler

Eine weitere Verfeinerung des Triggers ist der sogenannte Ereigniszähler (Event-Counter). Er ist besonders bei Schleifendurchläufen von großem Interesse. Das Prinzip beruht auf einem Trigger-Zähler, der zwar das Eintreten des Ereignisses wahrnimmt und es zählt, aber erst bei Erreichen einer vorgegebenen Anzahl den Trigger aktiviert. Möchte man also wissen, wie der Inhalt der Speicherstelle 1000h nach dem 20sten Zugriff aussieht, definiert man als Trigger-Bedingung den Zustand der Adreßleitungen für die Adresse 1000h und setzt den Event-Counter auf 20. Nach jedem Zugriff auf die Adresse 1000h wird der Zähler nun heruntergezählt und bei Erreichen von 0 der Trigger aktiviert.

## Variable Post- und Pre-Trigger

Ein weiterer Punkt beim Thema Trigger ist die Lage des Trigger-Ereignisses im Speicher. So lassen sich bei einem reinen Post-Trigger nur die Daten analysieren, die nach dem Eintreten des Ereignisses in den Speicher gelangten. Beim reinen Pre-Trigger ist es genau umgekehrt, alle Daten im Speicher liegen vor dem Trigger-Ereignis. Es ist leicht einzusehen, daß weder die eine noch die andere Lösung ein Optimum darstellt. So ist es deshalb möglich, die Anteile der Daten, die vor und hinter dem Ereignis liegen, variabel festzulegen. Meist wählt man dafür die Mitte des Speichers aus.

## Qualifier

Die Anforderung an die Größe des Trace-Speichers sinkt noch

einmal, wenn sogenannte Qualifier vorhanden sind. Diese Qualifier legen schon vor Beginn der Triggerung fest, welche Daten aufgezeichnet werden sollen. Möchte man beispielsweise einen bestimmten Speicherbaustein testen, so legt man den Qualifier auf die Chip-Select-Leitung dieses ICs. Es werden dann nur die Daten aufgezeichnet, die bei aktiver CS-Leitung anliegen.

All diese Eigenschaften eines Logikanalysators dienen als Mittel zur Datenreduktion. Ziel ist es, durch geschickte Definition der Trigger-Bedingung und unter Ausnutzung von Qualifiern lediglich die Daten sichtbar zu machen, die für die Erkennung von Fehlern wichtig sind. Je mehr Möglichkeiten aber für die Reduktion bestehen, desto gefährlicher wird ihr Einsatz. Gerade bei Qualifiern sollte man die Notwendigkeit sehr gut überlegen, denn oft gehen wichtige Information, die im Vorfeld eines Fehlers entstehen, verloren.

## Glitch-Erkennung

Als letzte grundlegende Eigenschaft ist noch die Glitch-Erkennung erwähnenswert. Wie beschrieben, werden die Signalzustände nur zu diskreten Abtastzeitpunkten übernommen. Fällt also im asynchronen Betrieb ein Signal genau zwischen zwei Abtastpunkte, so wird es nicht erkannt. Aus diesem Grund werden viele Analysatoren mit einem zusätzlichen Speichermodus ausgestattet (Latch-Mode), der meist auf einige wenige Kanäle beschränkt ist.

Findet zwischen den Abtastzeitpunkten ein Signalwechsel statt, so wird dieser gespeichert und beim nächsten Abtastvorgang übernommen. Für die Erkennung einer Störspitze hilft dieses Verfahren allerdings auch nicht weiter, denn aus der Darstellung kann man nicht erkennen, ob es sich um einen regulären Signalwechsel oder lediglich um eine kurzzeitige Störung handelt. Schaltet man nun zwei Kanäle zusammen und betreibt einen im Latch-Modus und den anderen mit der zeitdiskreten Abtastung, so lassen sich beide vergleichen, und man erhält eine Aussage über die ungefähre Breite des Signals, die auf jeden Fall kleiner als eine Abtastperiode sein muß. So können zwischenzeit-

lich auftretende Störungen erkannt und als solche gekennzeichnet werden.

Wie sehen nun Logikanalysatoren in der praktischen Ausführung aus? Da gibt es zunächst einmal die traditionellen Stand-alone-Geräte, deren Abstammung vom Oszilloskop meist nicht zu verleugnen ist. Weiter findet man einzelne Geräte, die mit einer Schnittstellenkarte direkt mit dem Bus eines Personalcomputers verbunden sind, mit dem alle Einstellungen, Festlegungen, die komplette Bedienung und Auswertung vorgenommen werden. Als dritte Variante steht die reine PC-Lösung zur Auswahl, bei der auch der Logikanalysator selbst auf einer Einsteckkarte im PC untergebracht ist.

Die Signale werden über unterschiedliche Meßspitzen (aktiv oder passiv) in ein sogenanntes Pod geleitet. In diesem Pod, das sehr nahe am Prüfling angeordnet wird, findet eine Verstärkung der Pegel statt, die dann zum Gerät (bzw. PC) gesendet werden. Bei den schon erwähnten Pods für die Disassembler-Darstellung wird zum Beispiel auch häufig der Adreß- und Datenbus gemultiplext.

Die Übergänge bei heutigen Systemen sind dabei immer fließender. So ist es im Endeffekt ja egal, ob man die Hardware eines Logikanalysators in einem Personalcomputer unterbringt oder einen kompletten Computer in das Gehäuse eines Logikanalysators verfrachtet. Wenn da nicht die extrem hohen Taktraten wären. Und dieses Problem trifft die PC-Lösungen härter, denn sie werden in ein bestehendes System integriert, und oft befinden sich in direkter Nachbarschaft Steckkarten, die mit ebenfalls sehr hohen Taktraten arbeiten. Hier setzt die Skepsis des Meßtechnikers ein, die ja zu seinen angeborenen Charakterzügen gehört. Kann eine Einsteckkarte ein ähnlich gutes Ergebnis liefern wie ein Stand-alone-Geräte oder handelt es sich schlicht und ergreifend um eine Low-Cost-Lösung, die höchstens für Bastler geeignet ist? Ein wichtiges Kriterium ist natürlich der Preis. Wenn man die durchschnittliche Leistungsklasse bei den PC-Lösungen mit zirka 24...48 Kanälen und Abtastraten von 50...100 MHz mit den Stand-alone-Geräten vergleicht, so liegen die Preise für letztere



doch um den Faktor 3...5 höher. Aber auch bei den PC-Lösungen selbst lohnt sich ein Vergleich.

Für den Test standen drei Einsteckkarten und zwei mit separatem Analyzer, der über ein Schnittstellenkabel mit dem PC-Bus verbunden wird, zur Verfügung.

## Der Test

Wenn man einen Logikanalysator mit einer Taktfrequenz von 50 MHz vor sich hat, so muß man sich zuerst einmal vor Augen halten, was diese Angabe bedeutet. Rein technisch gesehen könnte das folgendes heißen:

- In der Sekunde werden 50 Millionen Meßwerte eingelesen.

- Der Abstand zwischen zwei Messungen beträgt 20 ns.

Ist die zweite Aussage richtig, muß auch die erste Aussage stimmen, aber wenn die erste Aussage richtig ist, heißt das noch lange nicht, daß die zweite auch stimmt, denn der Abstand könnte ja beliebig schwanken. Gerade diese Zeitkonstanz ist aber bei einem Logikanalysator sehr wichtig. Ein zweiter Punkt ist die Synchronisation des Taktsignals mit dem Eingangssignal. Wenn man exakt auf den Flanken einliest, erhält man auch bei sehr guter Konstanz nahezu beliebige Ergebnisse.

Zwei weitere wichtige Parameter bei Logikanalysatoren sind die Setup- und die Hold-Zeit, die daraus resultieren, daß ein Logikanalysator mit D-Flipflops aufgebaut wird oder im Prinzip danach arbeitet. Die Setup-Zeit legt dabei fest, wie lange ein Signal vor dem Ab-

tastzeitpunkt anliegen muß, damit es erkannt werden kann. Die Hold-Zeit bestimmt, wie lange das Eingangssignal nach dem Abtasten noch stabil bleiben muß. Für beide Zeiten gilt: je kleiner, desto besser.

Natürlich kann man in einem Vergleichstest mit fünf Geräten nicht auf jeden Spezialfall eingehen. Deshalb wurden drei Testsequenzen ausgewählt, mit denen man auf jeden Fall die Grundparameter überprüfen kann.

Test 1: Maximaler Takt und Eingangssignal mit gleicher Frequenz im asynchronen Betrieb. Hierbei kommt ein Bitmuster zum Einsatz, mit dem man den Kanalversatz und die Taktstabilität feststellen kann.

Test 2: Wieder maximale Frequenz am Eingang und am Analysator. Kanal 8 dient als Taktsignal. Im synchronen Modus wird auf die steigende Flanke getriggert. Als Ergebnis stehen Aussagen über die Setup-Zeiten zur Verfügung.

Test 3: Die unteren Kanäle sind gegenüber den oberen verzögert. Bewertet wird, wann diese Verzögerung vom System gemessen wird. Dabei wird mit der halben Abtastfrequenz (also 20 ns bei 25 MHz) begonnen und bis zur vollen Periode gesteigert. Im Idealfall müßte genau bei 20 ns Verzögerung auf die Taktflanke eingelesen werden und sich das Signal nach dem Erhöhen der Verzögerung stabilisieren.

Als Referenzgerät dient ein digitaler Signalgenerator von Hewlett-Packard, der 8175A, mit einer Ausgangsfrequenz von 50 MHz bei 24 Kanälen beziehungsweise 100 MHz, wenn man sich auf 2 Kanäle

beschränken würde. Die einzelnen Kanäle sind für den Test in Achtergruppen zusammengefaßt.

## PA 480



Die erste Karte mit der Typenbezeichnung PA 480 stammt von NCI und wird in Deutschland von der gsh-Systemtechnik vertrieben. Sie ist in der Lage, bis zu 48 Kanäle mit einer maximalen internen Abtastrate (asynchroner Betrieb) von 25 MHz aufzuzeichnen. Unter der Bezeichnung PD 485 ist auch eine 50-MHz-Version erhältlich. Der Aufbau der Karte ist als konventionell und solide zu bezeichnen.

Bei der Installation gab es keine größeren Probleme. Die auf der Karte eingestellte I/O-Adresse betrug zwar im Gegensatz zur Behauptung im Handbuch 340h anstatt 300h, aber so etwas kommt schon mal vor. Nach dem Einstecken der Karte wird ein sehr schweres und widerspenstiges Kabel in den Interface-Stecker des LA gesteckt und mit dem Universal-Pod verbunden. Hier fällt ein mechanischer Schwachpunkt auf. Der Stecker sitzt sehr stramm in der Platine und verfügt über keinerlei Hilfen zum Herausziehen. Will man die Platine wieder aus dem Rechner entfernen, belastet man die Karte und das Kabel sehr stark.

Nach dem Start der Software gelangt man in ein Hauptmenü mit sieben Unterpunkten. Mit 'Numerical' oder 'Diagram' gelangt man in die Listen- oder grafische Darstellung. Zuvor müssen jedoch noch einige Einstellungen vorgenommen werden, dazu dient der Menüpunkt 'Format'. Hier können die ein-

zelnen Kanäle beschriftet und zu Gruppen zusammengefaßt, die Taktfrequenz bestimmt und festgelegt werden, ob der Takt von außen kommt (Zustandsanalyse) oder intern erzeugt wird (Zeitanalyse). Außerdem läßt sich unter diesem Menüpunkt die Board-Adresse ändern.

Beim PA 480 sind bis zu 16 Trigger-Worte definierbar, und zwar in der Zahlenbasis, die man unter Format gewählt hat. Mit 'Single' oder 'Continuous' ist einstellbar, ob der LA nach Auftreten eines Trigger-Ereignisses einmal aufzeichnet und dann anhält oder ob er nach der Aufzeichnung wieder scharf gemacht wird und dann erneut triggert. Mit 'Delay' läßt sich die Lage des Events innerhalb der 4-KBit-Speicher, die für jeden Kanal zur Verfügung stehen, auf den Anfang, das Ende oder auf eine von sieben Positionen dazwischen einstellen.

Ein weiteres sehr brauchbares Werkzeug findet man unter der Bezeichnung 'Normal Capture' und 'Trigger Only'. Durch die Wahl einer der beiden Punkte werden entweder alle Daten nach oder vor dem Auftreten des Trigger-Ereignisses aufgezeichnet (Normal Capture) oder lediglich das Trigger-Wort selbst. Man kann also auf eine Adresse triggern und die dabei anstehenden Daten analysieren. Der Aufzeichnungsvorgang wird gestoppt, wenn der Trace-Speicher voll ist.

Der letzte Punkt im Trigger-Menü mit der Bezeichnung 'Sequenz' ist identisch mit dem gleichnamigen Hauptmenüpunkt. Hier lassen sich die vorher definierten Trigger-Worte miteinander zu komplexen Trigger-Bedingungen in bis zu 16 Ebenen verknüpfen. Für die Verknüpfung innerhalb einer Ebene stehen wiederum mehrere Alternativen zur Verfügung. Außerdem läßt sich für jede Ebene festlegen, ob die Daten aufgezeichnet werden sollen. Soll auf mehrere Bedingungen gleichwertig getriggert werden, so lassen sich innerhalb einer Ebene drei Trigger-Worte 'Oder' verknüpfen. Durch die 'but-if'-Alternative ist eine zusätzliche Verzweigung erreichbar, die besonders im Zusammenhang mit der 'then'-Bedingung interessant ist. Mit 'then' kann ein zeitlicher Ablauf festgelegt werden, zum Beispiel:



**Der Bitmuster-Generator 8175A von Hewlett-Packard mit einer Ausgangsfrequenz von maximal 100 MHz erzeugte die Signale für den Test.**



• Spitzentechnologie • Termintreue • umfangreiche Erfahrung •

**Ihr Partner mit der Kompetenz :**  
KOMPLETT - SERVICE RUND UM DIE LEITERPLATTE

**- CAD-LAYOUT**  
• analog / digital • konventionell / SMD • Multilayer •

**- FOTOPLLOT/FILME**  
• Gerber - HPGL - PostScript - Format • 8-Stunden-EILDienst •

**- LEITERPLATTEN**  
• Klein- und Mittelserien • alle Technologien •

**EINSTIEGSANGEBOT AN NEUKUNDEN / FOTOPLLOT-TIEFSTPREISE**  
EILSERVICE BEI ALLEN LEISTUNGEN

**CAD P C B LAYOUT**  
JOACHIM DUNKEL

Trollingerweg 9 D-7050 Waiblingen-Neustadt  
Tel. 07151/24502 Fax. 07151/24503 Modem ( a.A. )

**LEITERPLATTEN** **BOLDT ELECTRONIC**

- Ein- und doppelseitig, durchkontaktiert; Feinstleiter; SMD
- Heißluftverzinne; Lötstopmaske; Fotoresist (VACREL, Elpemer); Siebdruck
- Nutzenfertigung für Automatenbestückung; Konturen: Ritzten oder Fräsen
- Eildienst; Muster- und Serienfertigung; Elektrische Prüfung
- Plott-Service mit Gerber-Laserplotter
- Erstellung präziser Filmvorlagen für Multilayer, SMD-Feinstleiter
- Direkte Verarbeitung im Gerber- oder DXF-Format aller CAD-Systeme
- CAD-Entflechtung; Autoroute-Service
- Fertigungsunterlagen: Diskette, DFÜ, Layout, Film

BOLDT Electronic GmbH, Lambertsstr. 36, 5143 Wassenberg 4  
Tel. 0 24 32/40 94 Fax 0 24 32/46 93

**Reproduktionen & Leiterplattenfertigung**

Leiterplatten:

- einseitig & zweiseitig
- Material: FR2, FR3, FR4, CEM1
- Fotodruck / Siebdruck
- Lötstopmaske / Bestückungsdruck
- CNC - Bohren / CNC - Fräsen
- Chem. Zinn / Heißluftverzinne
- Expresslieferung innerhalb 2 Tagen!

Reproduktionen:

- Layoutfilm von Computerausdrucken, Zeitschriftenlayouts etc.
- Format bis 50 x 60 cm
- Filmstärke 0,1 mm oder 0,18 mm
- Verkleinerung oder Vergrößerung
- z.B. Format 13x18cm/0,1mm..... 14,60 DM
- 18x24cm/0,1mm..... 17,30 DM
- 13x18cm/0,18mm..... 18,80 DM
- 18x24cm/0,18mm..... 22,95 DM
- Preis beinhaltet Positiv & Negativ!
- Lieferung innerhalb 24 Stunden!

Preislisten und Informationen erhalten Sie kostenlos!  
Lippmann Elektronik, Reproduktionen & Leiterplatten  
Lindenring 14, W-8028 Taufkirchen, Tel.: 089 / 612 57 33

**AC-LYSER<sup>®</sup> Netzanalysator**

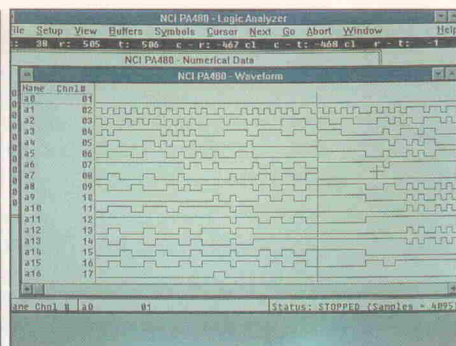
Der Vorteil, erhöhte Toleranzen und Störungen zu erkennen!

AC-LYSER mißt den Echt-Effektivwert der Netzspannung und zeigt ihn im LCD-Display an. Transiente Spannungsspitzen werden erfaßt und aufsummiert. Mit AC-LYSER lassen sich präzise statistische Daten über die Netzspannung gewinnen.

**CE-DESIGN**  
SENSOREN · SYSTEME · SOFTWARE  
HAID-UND-NEU-STR. 7-9 · 7500 KARLSRUHE 1 · FAX: 0721-69 51 06

**Unterlagen anfordern!**

**AC-LYSER mobil**  
**AC-LYSER 19"**  
**AC-LYSER Modul**



So präsentiert sich die Windows-Variante des PA 480.

Wenn *trigr1* eintritt und dann *trigr2* dann Trigger, es sei denn vorher tritt *trigr3* ein, dann kehre zurück zum Anfang

Bei zeitlich gekoppelter Abfrage zweier Trigger-Bedingungen kann man nach dem Auftreten des ersten Events eine Verzögerung einbauen, in der keine Bedingungen abgefragt werden. Die Definition lautet:

*if trigr1 delay 10 then trigr2*  
→Trigger

Wenn Trigger-Ereignis *trigr2* fünf Taktzyklen hinter *trigr1* auftritt, kommt es nicht zum Auslösen des Triggers. Erst wenn es ein weiteres Mal außerhalb des Delay-Bereichs erscheint, wird getriggert. Auch den im Vorspann erwähnten Event-Counter gibt es, man muß allerdings bei der Definition ein wenig acht geben. Wenn man nämlich gefühlsmäßig die Bedingung folgendermaßen eingibt:

*if trigr1 occurs 10* → Trigger

geschehen seltsame Dinge. Der LA triggert, aber den Trigger-Cursor findet man in einem Bereich vor, in dem sich überhaupt keine Daten mehr befinden. Abhilfe schafft folgender Zusatz:

*if trigr1 occurs 9 then trigr1*  
→Trigger

Sowohl für die Delay- als auch für die Zählfunktion gilt eine maximale Eingabe von 65 535. Blicke noch zu erwähnen, daß einmal eingestellte Konfigurationen des Triggers abgespeichert werden können.

An dieser Stelle soll gleich ein Wort zum Handbuch gesagt werden, das sich lediglich darauf beschränkt, die einzelnen Menüunterpunkte vorzustellen, und einem ständig das Gefühl vermittelt: 'Das hätte man eigentlich wissen müssen.' Bei den kleinsten Problemen allerdings schweigt es sich beharrlich aus. Und trotzdem fällt es im Verhältnis zu den anderen

Dokumentationen nicht negativ auf. Daß der Umfang überdurchschnittlich ausgefallen ist, liegt daran, daß es für das 480-System auch eine Windows-Software gibt, die im zweiten Teil des Handbuchs beschrieben ist. Bei dieser Version handelt es sich um eine Portierung, die von der Bedienung nicht gerade mehr bietet als die DOS-Variante – auf einem 286er allerdings die Geduld strapaziert.

Vor der praktischen Erprobung des PA 480 hier noch einige Merkmale des Geräts. Für das externe Takten stehen drei Eingänge zur Verfügung, wobei Clock 2 und Clock 3 über eine Oder-Schaltung miteinander verbunden sind. Wenn nur Clock 1 aktiv ist, so ist sie für alle 48 Kanäle zuständig, sind auch Clock 2 und Clock 3 im Einsatz, takten sie die oberen 18 Eingänge, und Clock 1 ist für die ersten 30 Kanäle zuständig. Damit ergeben sich interessante Möglichkeiten. So kann man zum Beispiel auf den ersten 16 Leitungen die Adressen mit einem passenden Signal einlesen (z. B. ALE) und auf den Kanälen 31 bis 38 die Daten über die RD- und WR-Leitungen takten.

Weiterhin verfügt der PA 480 über einen Qualifier-Eingang, einen Trigger-Ausgang und über einen Referenzspeicher, der mit dem aktuellen Trace-Inhalt verglichen werden kann. Die Software beherrscht die Disassembler-Darstellung, für die jedoch ein spezieller Pod vorhanden sein muß, der beim Test nicht zur Verfügung stand.

Es verging allerdings eine gewisse Zeit, bis der Analysator seinen Dienst aufnehmen wollte, denn erst nach längerer Signalverfolgung mit dem Oszilloskop ließen sich eine gebrochene Leitung und mehrere Wackelkontakte am Interface-Stecker lokalisieren. Nachdem diese Fehler behoben waren,



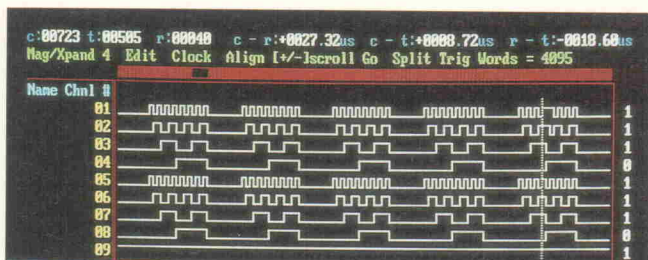


Bild 1

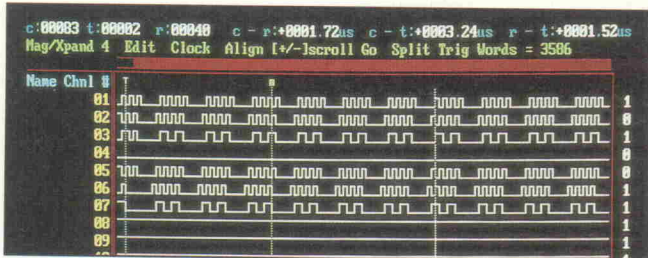


Bild 2

traten hardwaremäßig keine weiteren Schwierigkeiten auf.

Bei der Software gibt es kleinere Ungereimtheiten sowohl in der herkömmlichen wie auch in der Windows-Version. So erscheint im Hauptmenü nach Drücken der Cursor-down-Taste eine Auswahl von direkten Hardware-Zugriffsmöglichkeiten, die aber – weil im Handbuch verschwiegen – nicht sehr nützlich sind. Bei der verwendeten EGA-Darstellung traten ab und zu einige Fehler bei der Grafikausgabe auf, so sprang der Cursor in Bereiche außerhalb der Datendarstellung. Insgesamt stürzte das Programm einmal aufgrund einer fehlerhaften Eingabe ab. Eine Schwäche findet man auch bei der Eingabe der Gruppendifinition oder der Trigger-Worte. Hat man sich nämlich verschrieben und versucht, den Fehler mit der Delete-Taste zu löschen, verschwindet die ganze Definition. Man muß sich schon einige Zeit mit der Software auseinandersetzen, bis man sich auf dieser 'Oberfläche' zu Hause fühlt. Auf einem 386er ist man gut beraten, sich alternativ auch die Windows-Version anzuschauen, obwohl es letztendlich Geschmackssache bleibt, denn Vor- und Nachteile haben beide Alternativen.

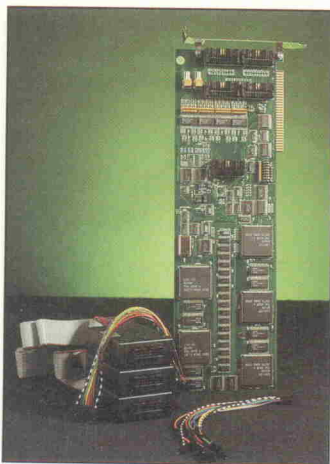
Als erste Prüfung stand der asynchrone Modus auf dem Programm, das heißt: Abtastung eines Signals mit gleicher Frequenz wie die maximale Taktfrequenz. Das Ergebnis ist zufriedenstellend, es treten zwar ab und zu Abweichungen auf, aber sie liegen im Rahmen des maximalen Fehlers (Bild 1).

Beim Test des synchronen Meßmodus gab es eine kleine Schwierigkeit: Nirgends war eine Angabe über die maximale externe Taktfrequenz zu finden.

Mit 25 MHz brachte der PA 480 durchweg fehlerfreie Ergebnisse zustande.

Beim dritten Test wurden die unteren vier Kanäle um 20 ns gegenüber den anderen vier verzögert. Dieser Versatz wird vom PA 480 nicht bemerkt, was durchaus kein Fehler ist, denn die beiden Signale sind ja lediglich um die Hälfte ihrer Pulslänge verschoben. Also wird exakt auf die Flanke des verzögerten Signals eingelesen. Bei 25 ns Verzögerung erscheint das Signal allerdings immer noch unverzögert, und erst bei 30 ns erkennt man dann den Phasensprung von 40 ns (Bild 2).

## STA 132



Es handelt sich bei der STA132 um eine PC-Karte von Digital Logic Instruments (dli) mit einer maximalen Abtastrate von

50 MHz und 32 Kanälen. Auffallend an der Karte ist die sehr gute Verarbeitung, die Bestückung wurde zu fast 100 % in SMD-Technik durchgeführt. Neben vier Eingangsbuchsen für die Kanalgruppen 1...8, 9...16, 17...24 und 25...32 steht noch eine Steckerleiste für das externe Clock-Signal sowie ein Trigger-Ein- und Ausgang zur Verfügung. Nach dem Starten der Software meldet sich ein PopUp-Menü, das zwar nicht dem SAA-Standard entspricht, aber recht übersichtlich ist. Im einzelnen stehen folgende Menüpunkte zur Verfügung.

Unter 'File' findet man die üblichen Funktionen zum Laden und Speichern von Setup-Parametern und Referenz- oder Trace-Daten, eine Shell für die Abarbeitung von MSDOS-Befehlen und eine Funktion zum Wechseln des aktuellen Verzeichnisses.

Mit 'Setup' werden die Systemparameter eingestellt, diese sind im einzelnen:

- Externer oder interner Takt,
- 8 KBit oder 16 KBit Speichertiefe pro Kanal bei einem internen Takt von 20 ns. Bei 10 ns gelten automatisch 16 KBit, bei externem Takt 8 KBit,
- Abtastrate von 10 ns...500 ms,
- Wahl der Einleseflanke für externen Takt (steigend, fallend, beides),
- Einstellung der Schwellenspannungen für jede der vier Pods einzeln. Von -7,5 V ...+7,5 V variabel,
- TTL oder ECL
- und die Trigger-Lage im Speicher.

Eine kleine, aber nützliche Eigenschaft fällt im Installationsmenü auf. Wenn man die Kartenadresse ändert, wird sofort die zugehörige Einstellung des DIP-Schalters auf der Platine angezeigt.

Der nächste Menüpunkt ist 'Trigger'. Hier bietet der STA132 zwei Möglichkeiten an: 'Simple-' und 'Complex'-Trigger. Der einfache Trigger wird bei einer Kombination aus internem Takt und 16-KBit-Tracespeicher gewählt, ansonsten lassen sich die komplexen Trigger-Möglichkeiten einstellen. Egal, welcher Modus gewählt wird, zuerst kann man unter dem Punkt 'Words' im Trigger-Menü 16 Bitkombina-

tionen einstellen und ihnen Namen geben. Ist dies geschehen, wechselt man zum Punkt 'Sequence' und legt den Trigger-Ablauf fest. Im Einfach-Modus lassen sich lediglich bis zu vier Ebenen bestimmen, die aus nur einem Wort bestehen (oder durch Zusatz von NOT, aus deren Verneinung). Der zeitliche Ablauf und die resultierende Aktion ist dabei vorgegeben. Anders sieht es bei der komplexen Triggerung aus. Hier stehen vier Ebenen mit jeweils drei verordneten Worten zur Verfügung. Nach jedem Wort läßt sich ein Sprungziel (Level 0, 1, 2 oder 3) oder eine Aktion (Trigger Device, Trigger STA132 oder Trigger All) definieren. 'Trigger Device' steht dabei für den Trigger-Ausgang auf der Karte. Für das letzte Trigger-Wort in einer Ebene kann zusätzlich eine Zählfunktion eingefügt werden, durch die die Aktion erst beim n-ten Auftreten des Ereignisses ausgelöst wird (n = 2...65000).

Wie beim PA 480 kann auch beim STA132 für jede Ebene entschieden werden, ob die Daten in dieser Ebene aufgezeichnet werden sollen oder nicht. Dabei lassen sich noch folgende Feinheiten bestimmen: Durch Anwahl von 'always' werden alle Daten in dieser Ebene aufgezeichnet, mit 'always except wordx' wird die Speicherung von wordx unterdrückt, 'never' schaltet den Trace ab, und 'never except wordx' zeichnet nur die Daten bei 'wordx' auf.

Letzter Punkt im Menü ist 'Display', der sich wiederum in 'List', 'Timing' und 'Disassembler' gliedert. Für 'Disassembler' gilt dasselbe wie schon beim PA 480 – das notwendige Pod stand nicht zur Verfügung. In der Listendarstellung lassen sich die Daten numerisch analysieren, wobei sich die Formate Hex, Dec, Oct, Bin und ASCII für jede Gruppe getrennt wählen lassen.

In der grafischen Darstellung ist die Software über die Funktionstasten und ein Menü bedienbar. Die Funktionen, die man oft benötigt, wie das Starten des Analyzers oder die Zoom-Operationen, sind über die Tasten zugänglich. Die komplexeren Befehle, wie das Benennen der Kanäle, das Suchen von Worten und so weiter wird vom Menü aus vorgenommen.



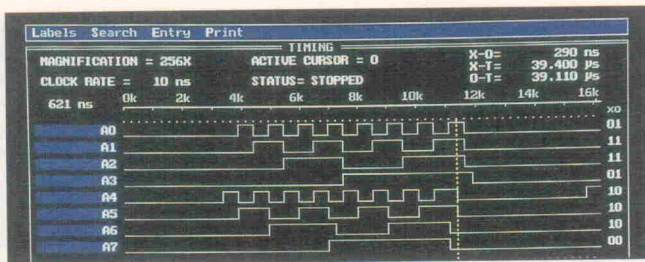


Bild 3

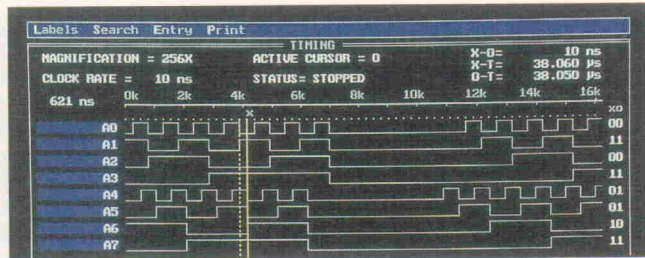


Bild 4

In puncto Bedienung läßt sich wenig aussetzen, das System erscheint wesentlich durchdachter als der PA 480, der zwar von den Funktionen ebenbürtig ist, aber bei dem die Gradlinigkeit des STA132 fehlt. Beim PA 480 hat man doch oft das Gefühl, daß gerade die Oberfläche einen veralteten Eindruck macht, selbst die Windows-Version stellt sich eher steif dar. Hier kann der STA132 einen ganz eindeutigen Pluspunkt verbuchen. Sogar das 'Handbuch' (10 lose Seiten, von denen eine fehlte) fällt nicht so negativ auf, weil man gar nicht erst reinschaut (höchstens bei der Trigger-Definition). Nur hätte ich gern gewußt, wie die Steckerbelegung für die externe Taktung aussieht.

Es bleibt noch zu klären, ob sich der erste gute Eindruck auch bei der praktischen Datenaufzeichnung bestätigt. Dabei ist die Vorgehensweise die gleiche wie beim PA 480. Die Taktfrequenz des HP-Generators liegt aber bei 50 MHz. Trotz dieser Erhöhung ist der dli-Logikanalysator leicht im Vorteil, denn er ist ja in der Lage, mit 100 MHz abzutasten, auch wenn seine Sample-Frequenz auf 50 MHz begrenzt wird. Trotzdem liegen die Ergebnisse ähnlich wie beim PA 480, was aber eher für den PA 480 spricht als gegen den STA 132 (Bild 3).

Für den Test mit den zeitlich verschobenen Kanälen muß diesmal der asynchrone Modus gewählt werden, weil keine Unterlagen über die Steckerbelegung für den externen Takt vorhanden sind.

Die Zeitauflösung beträgt 10 ns und der Takt des Generators

25 MHz. Diese Konstellation soll zeigen, ob die Vorteile einer viermal höheren Auflösung auch wirklich genutzt werden können. Wenn die bekannten, unverzögerten Signale auf den oberen vier Kanälen korrekt wiedergegeben werden, kann eine versehentliche Triggerung, die auf die Flanke gesetzt wird, ausgeschlossen werden. Es gelten dann nahezu die gleichen Bedingungen wie im synchronen Betrieb.

Natürlich müssen die unteren Kanäle für eine Triggerung gesperrt sein, sonst könnte es sein, daß man lange auf ein Auslösen wartet. Der STA132 erkennt die 20 ns absolut exakt (Bild 4).

Eine Erhöhung der Verzögerung auf 25 ns ergibt eine Ausgabe mit abwechselnd 20 ns und 30 ns. Bei einem 30-ns-Delay ergibt sich zwischen den beiden Cursors auf den Kanälen A2 und A6 eine Differenz von 20 ns, die zwar nicht der eingestellten Verzögerung entspricht, aber noch im Bereich des zulässigen Fehlers liegt.

## Fazit

Der STA132 macht einen sehr ausgereiften und stabilen Eindruck, die Bedienung ist übersichtlich und durchdacht. Am Testgerät traten keine Mängel auf, alle Verbindungen waren schon beim ersten Versuch fehlerfrei. Einziger Kritikpunkt: das Handbuch.

## Pc/La 32

Die PC-Karte Pc/La 32 der kanadischen Firma V3 Corporation, die in Deutschland von iSystem vertrieben wird, arbeitet

mit einer maximalen externen oder internen Abtastrate von 100/50 MHz. Werden für die Datenaufzeichnung beide Flanken verwendet, beschränkt sich der externe Takt auf 50/25 MHz. Es lassen sich 16/32 Kanäle mit einer Tiefe von 4 KBit pro Kanal aufzeichnen.

Wie schon bei den Vorgängern findet man einen DIP-Schalter für die Einstellung der I/O-Basisadresse, über eine kleine Steckplatine wird die LA-Karte mit dem Pod verbunden. Diese Platine, auf der sich auch eine separate Buchse für den Trigger-Ausgang befindet, ist auch die erste Schwäche des Pc/La, denn sämtliche Kontakte liegen nach außen hin frei. Die Software unterstützt mit dem Menüpunkt 'Change Board' den Betrieb von zwei Karten gleichzeitig, die insgesamt eine Konfiguration von 64 Kanälen ermöglichen.

Nach dem Aufruf des Programms meldet sich zuerst ein 'Systemformular', in dem die üblichen Parameter festgelegt werden müssen, und ein Pop-up-Menü. Im Formular für die Einstellung der Systemparameter wird für den Test der Takt auf intern und die Zykluszeit auf 10 ns festgelegt. Anders als seine beiden Testvorgänger verfügt der Pc/La über zwei Qualifier, die sich in der nächsten Zeile aktivieren oder sperren lassen. Danach erfolgt die Bestimmung der Schwellenspannung, für die TTL, CMOS, ECL oder variabel (-6,4 V... +6,4 V) gewählt werden kann. Als letzte Eingabe läßt sich noch die Länge des Pre-Triggerers in 1/8-Schritten einstellen.

Die beiden nächsten Punkte im Hauptmenü beziehen sich auf die Definition von Signalgruppen und die Benennung der An-

schlußpins. Hier bietet der Pc/La eine Besonderheit. Zwar lassen sich wie bei den beiden anderen Geräten auch beliebige Anschlüsse zu Gruppen zusammenfassen, aber darüber hinaus können auch Signale logisch definiert werden. Um zum Beispiel bei der 68000-CPU ein logisches Signal zu bestimmen, das den Lesezyklus auf eine Speicherstelle signalisiert, kann man folgende Festlegung treffen:

*Read: !BR & !BG & AS & RW*

Das Ausrufezeichen vor der Anschlußbezeichnung bedeutet, daß Read aktiv ist, wenn BR und BG inaktiv sowie AS und RW aktiv sind. Weiterhin lassen sich allen Signalen Werte zuordnen, bei denen sie als wahr interpretiert werden. Diese Zuordnung geschieht folgendermaßen:

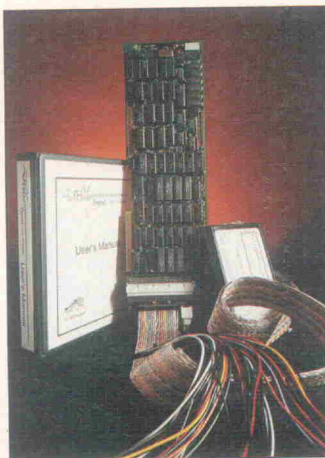
*Wert = D0#D3 = F*

Der Zustand des logischen Signals 'Wert' ist nach dieser Festlegung wahr, wenn die Datenleitungen D0...D3 den Wert 16 (Fh) annehmen.

Nun zum herausragenden Merkmal der Pc/La – der Trigger-Programmierung. Sie knüpft genau an die vorher beschriebene Philosophie an und geht damit einen anderen Weg als die beiden schon beschriebenen Systeme. Grundlegendes Kriterium einer Trigger-Definition ist nicht das binäre Wort, sondern es sind die logischen Signale. Mit Hilfe dieser Signale lassen sich sogenannte 'Match'-Definitionen vornehmen. Eine Match-Definition bekommt dabei einen symbolischen Namen und kann darüber angesprochen werden. Real gesehen ist ein solches Ereignis die Festlegung eines Wortes nur eben auf einer wesentlich höheren Ebene.

Diese Match-Definitionen können innerhalb der Trigger-Sequenz miteinander verknüpft werden. Hierfür stehen sieben Ebenen zur Verfügung, die mit 'Begin' und 'State A' bis 'State F' bezeichnet sind. Innerhalb einer Ebene lassen sich wiederum bis zu vier Signale mit den Sprungzielen 'Begin', 'State A...F' sowie Trigger definieren.

Nach all diesen Einstellungen ist es auch beim Pc/La soweit, man gelangt durch Anwahl des Menüpunktes 'Display Sampled Data' in die eigentliche Datenaufzeichnung. Nach Drücken der Escape-Taste sind auch hier einige Auswahlmöglich-





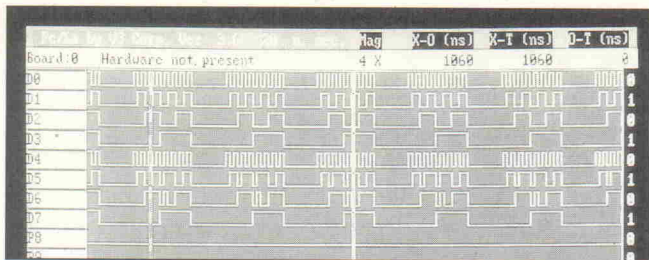


Bild 5

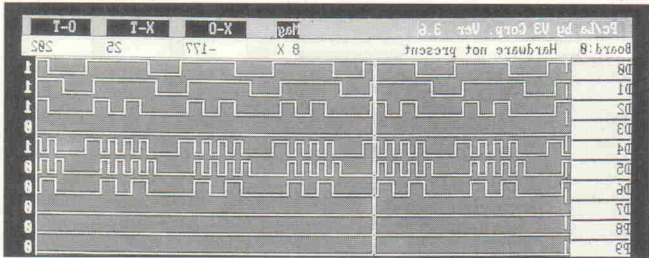


Bild 6

keiten aktiv. So läßt sich unter 'Acquisition Mode' entscheiden, ob eine einzige Aufzeichnung gewünscht oder die Daten kontinuierlich eingelesen werden sollen. Mit 'Switch Display Mode' gelangt man zu einer numerischen Darstellung und mit 'Disassemble' in den disassemblierten Modus, vorausgesetzt, man verfügt über den Disassembler.

Nun zur Praxis. Nach der Eingabe des Trigger-Wortes und der Definition der Sequenz signalisiert der LA mit einem blinkenden 'Waiting for Trigger', daß er nicht untätig ist. Die Abtastrate beträgt 20 ns, die Frequenz des Wortgenerators 50 MHz. Wie aus Bild 5 ersichtlich ist, hat der Pc/La offensichtlich Schwierigkeiten mit der exakten Aufzeichnung.

Dies fiel schon beim Triggern auf, denn der PA 480 wie auch der STA 132 lösten sofort nach dem ersten Start des Wortgenerators aus, beim Pc/La waren mehrere Versuche notwendig. Ein deutlicher Fehler ist jedoch die zusätzliche Flanke auf Kanal D6. Dieses Verhalten wird besser, wenn man die Schwellenspannung manuell von 1,4 V auf 2 V erhöht.

Aber auch jetzt hat der LA immer noch Probleme. Um den maximalen Fehler festzustellen, wird die Abtastrate bei 100 MHz belassen und die Frequenz des Wortgenerators gesenkt. Es ist aber feststellbar, daß sich der Fehler in den Toleranzgrenzen hält, aber das Ergebnis steht nicht so stabil wie bei den beiden anderen Systemen.

Im synchronen Betrieb bietet der Pc/La nicht nur die fallende

oder die steigende Flanke mit der beim externen Taktsignal eingelesen wird, sondern auch die Möglichkeit, beide Flanken zu nutzen. Es werden beide Flanken gewählt, weil der Pc/La in der Lage ist, extern mit 50 MHz zu takten. Weiterhin unterscheidet der Logikanalysator noch zwischen einem 'Multi Cycle'- und einem 'Single Cycle'-Modus, der abhängig davon ist, ob sich das Signal bei jedem Takt ändern kann oder ob für eine Änderung mehrere Taktzyklen notwendig sind. Es wird allerdings nicht genau geklärt, welche Kriterien bei solch einer Betriebsart zugrunde liegen.

Das Ergebnis im Synchron-Modus ist einwandfrei.

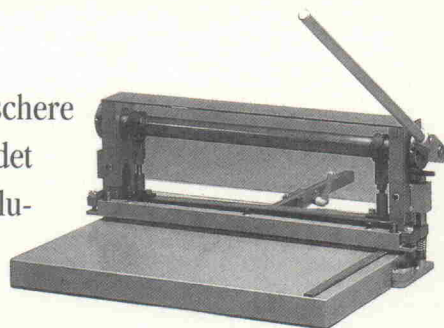
Führt man die gleiche Messung mit der steigenden Flanke im 'Multi Cycle'-Modus durch, erfolgt keine Trigger-Auslösung. Dieser Effekt beruht darauf, daß offensichtlich nur mit jeder zweiten Flanke eingelesen und damit das Trigger-Ereignis regelmäßig übersprungen wird. Im 'Single Cycle' klappt es dann. Bei einer Verzögerung um 20 ns wird wie bei den Systemen vorher kein Versatz erkannt, auch bei 25 ns geschieht noch nichts. Erst bei exakt 32 ns liest der Analyzer genau auf die Flanke ein, wodurch die unteren Kanäle als lange Pulse dargestellt werden (Bild 6). Erst bei 35 ns wird die Verzögerung voll angezeigt.

### Fazit

Auch wenn der Pc/La beim praktischen Test nicht so gut abgeschnitten hat wie seine Testvorgänger, so verfügt er doch über einige Merkmale, die

# FORMSCHNITT

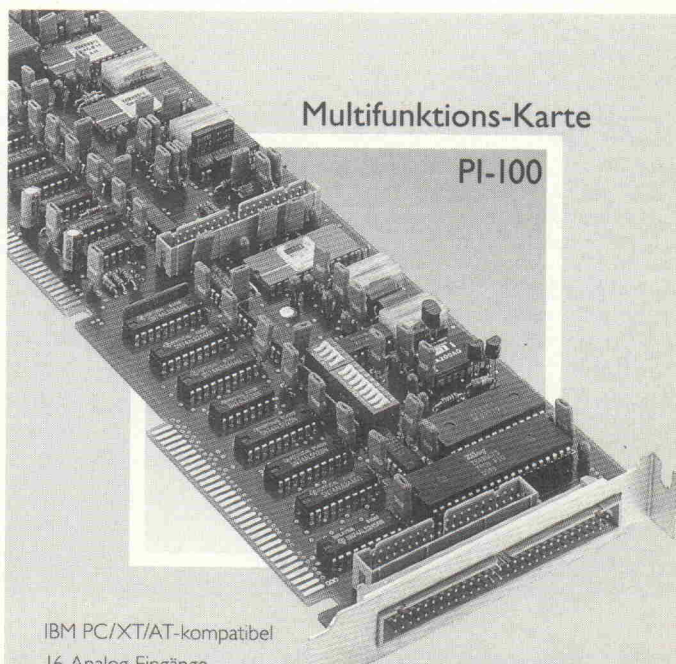
Unsere Plattenschere  
NE-CUT schneidet  
Leiterplatten, Alu-  
minium, Stahl,  
Nylonklischees



und Vorlagenmaterial. Schnittbreite 530 mm.  
Absolut saubere Schnittkanten bei minimaler  
Gratbildung. Stabile Ganzstahlkonstruktion. Wir  
fertigen die Plattenschere NE-CUT so präzise, daß  
die Zuschnitttoleranz nur 0,1 mm beträgt. Die  
hohe Qualität des Messers erlaubt je nach  
Schnittgut 20.000 bis 50.000 Schnitte. Von  
diesem Gerät könnten sich andere Plattenscheren  
eine Scheibe abschneiden.

Bungard Elektronik Postfach 1107 W-5227 Windeck / Sieg  
Tel. 0 22 92 / 50 36 Fax 0 22 92 / 61 75

**BUNGARD**  
BEZ  
Ihr Weg zur Leiterplatte...



IBM PC/XT/AT-kompatibel

16 Analog-Eingänge,  
12 Bit, 45 kHz, prog. Meßbereiche, max. Auflösung 2,44 µVolt

2 Analog-Ausgänge, kurzschlußfest,  
12 Bit, prog. Spannungsbereiche, max. Auflösung 244 µVolt

16 Dig.-Ein-/Ausgänge, frei programmierbar, interruptfähig

Software in Quik-Basic, MS-Fortran, MS-Pascal, Turbo-Pascal, MS-C

**BEGBÜRKLE**

Hard- + Software zur Meßdatenerfassung  
und Prozeßautomatisierung  
BEG Bürkle GmbH + Co.  
Böblinger Straße 77 · 7036 Schönaich  
Tel. 0 70 31 / 5 55-0 · Fax 0 70 31 / 5 55 25



Typ	Pc/La	STA 132	PCL-512	PA 480	Telelogic 100
<b>Anbieter</b>	iSystem GmbH Einsteinstr. 5 W-8060 Dachau Tel.: 0 81 31/2 50 83 Fax: 0 81 31/1 40 24	dli GmbH Postfach 1467 W-6057 Dietzenbach Tel.: 0 60 74/4 00 20 Fax: 0 60 74/40 02 24	Spectra Computer-systeme GmbH W-7022 Leinfelden-Echterdingen 2 Tel.: 07 11/79 80 37 Fax: 07 11/79 35 69	gsh Systemtechnik GmbH Postfach 60 05 11 W-8000 München 60 Tel.: 0 89/8 34 30 47 Fax: 0 89/8 34 04 48	Hitex Systementwicklung GmbH An der Tagweide 6 W-7500 Karlsruhe 1 Tel.: 07 21/6 28 70 Fax: 07 21/62 87 89
<b>Hersteller</b>	V3 Corporation	dli	Advantech	NCI	modifiz. OEM-Produkt
<b>Ausführung</b>	Einsteckkarte (XT-Bus) mit einem Pod	Einsteckkarte (XT-Bus) mit vier Pods (fünf ext. Clock)	Front-End mit Schnittstellenkarte für XT-Bus	Einsteckkarte (XT-Bus) mit einem Pod	Front-End mit Schnittstellenkarte für XT-Bus
<b>Kanalzahl</b>	32	32	32	48	24
<b>Abtastfrequenz</b> – intern	50 Hz...50 MHz; 100 MHz bei 16 Kanälen mit HS-Pod	200 Hz...100 MHz	100 Hz...100 MHz (8 Kanäle), 50 MHz (16 Kanäle), 25 MHz (32 Kanäle)	10 kHz...25 MHz	500 Hz...100 MHz (8 Kanäle), 50 MHz (16 Kanäle), 25 MHz (24 Kanäle)
– extern	50 MHz <sup>1, 2</sup> , 25 MHz <sup>3</sup> (Single Cycle <sup>1 o. 2</sup> )	DC...50 MHz <sup>1, 2, 3</sup>	2 × DC...25 MHz <sup>1, 2</sup> , beide Eingänge verknüpft <sup>3</sup>	k. A., Takt 2 u. 3 über Oder-Glied verknüpft.	25 MHz
<b>Setup-Zeit</b>	0 ns	8 ns	8 ns	2 ns (interner Takt), 0 ns (externer Takt)	0 ns vor ext. Clock
<b>Hold-Zeit</b>	5 ns	2 ns	0 ns	2 ns (interner Takt), 6 ns (externer Takt)	5 ns nach ext. Clock
<b>Speichertiefe/Kanal</b>	2 KBit (Zustand), 4 KBit (Zeit), 8 KBit (100 MHz HS-Pod)	8 KBit oder 16 KBit	8180 KBit (100 MHz), 4090 KBit (50 MHz), 2045 KBit (25 MHz)	4 KBit	8176 KBit (100 MHz), 4088 KBit (50 MHz), 2044 KBit (25 MHz)
<b>Disassembler</b>	Z80, HD64180, 8085, -31, 8088/86/188/186, 6800/02, TMS32010	in Vorbereitung	nein	Z80, 6502, -C02, 8085, -31, -51, -88, -86, 6803, -01, -00, -000, -09, -09E, -HC11, 6303, -01	nein
<b>Glitch-Erkennung</b>	ja	nein	nein	nur mit Zusatz-Pod PD100	nein
<b>Triggermöglichkeiten</b>	7 Ebenen mit jeweils 4 Verzweigungen	4 Ebenen mit jew. 3 Wörtern und sep. Trace-Wahl, Event-Counter b. 65 000, Trigger-Del. bis 65 000, sep. Auslösung für STA 132 und/oder Triggerausgang	4 Ebenen mit je einem Wort, Verknüpfung mit OR, AND, ARM	16 Ebenen mit 3 Wörtern und 1 Abbruchargument, Tracing für jede Ebene, 65 KBit Event-Counter	siehe PCL-512
<b>Externer Trigger</b> – Eingang/Ausgang	Ausgang	Eingang/Ausgang	nein/nein	Ausgang	nein/nein
<b>Qualifier</b>	2	nein	8	1	8
<b>Schwellenspannung</b>	TTL, CMOS, ECL, variabel (-6,2 V...+6,4 V)	TTL, ECL, variabel (-7,5 V...+7,5 V für jeden Pod)	TTL, ECL, variabel (-10 V...+10 V)	keine Einstellung	TTL, ECL, variabel (-10 V...+10 V)
<b>Preis</b>	ab DM 5680 (o. MWSt.)	DM 6950	DM 3400 (o. MWSt.)	DM 4490 (o. MWSt.)	DM 3750 (o. MWSt.)
<sup>1</sup> steigende Flanke <sup>2</sup> fallende Flanke <sup>3</sup> beide Flanken					

ihn interessant machen. Da ist als wichtigste Fähigkeit die Trigger-Zustandsmaschine zu nennen, deren Programmierung als beispielhaft bezeichnet werden kann. Zwar hat man mit dem STA 132 wie auch mit dem PA 480 von den definierbaren Zuständen her die gleichen Möglichkeiten, durch die Programmierung in einer höheren Ebene wird das Ganze jedoch wesentlich durchschaubarer.

Außerdem darf man die sieben Ebenen bei der Sequenzdefinition nicht vergessen, von denen der STA 132 nur vier aufweisen konnte, der PA 480 aber 16 zur Verfügung stellt. Das Handbuch ist, obwohl auch nur ausreichend, gegenüber den anderen Exemplaren schon ganz brauchbar. Eine Quick-Tour durch die wichtigsten Funktionen und die technischen Parameter sind vorhanden.

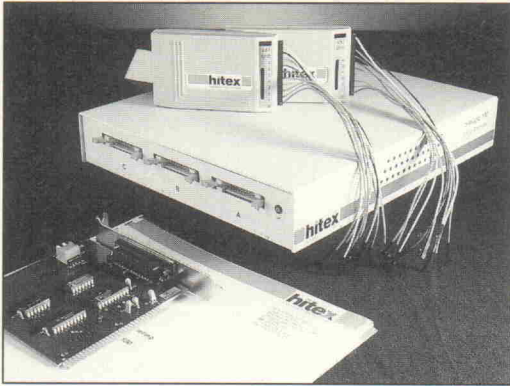
Außerdem werden die C-Bibliotheksfunktionen beschrieben, die für OEM-Zwecke erhältlich sind. Das getestete System war mit einem HS-Pod ausgerüstet, die Kanäle 24...27 lassen sich für die Glitch-Erkennung nutzen.

## Telelogic 100

Auch wenn es den Anschein hat, als wenn das Telelogic-

100-Konzept von den bisher getesteten Logikanalysatoren gänzlich unterschiedlich wäre, so ist dem nicht so. Ob sich die Elektronik für den Analysator auf der PC-Karte selbst befindet oder in einem separaten Gehäuse, ist für die grobe Unterscheidung unwichtig. Und schließlich befindet sich ja auch in den Pods der drei Testvorgänger eine ganze Menge an Vorverarbeitung.





Nach Festlegung der I/O-Adresse und deren Einstellung auf der Interfacekarte wird der Logikanalysator mit eben dieser über ein Schnittstellenkabel verbunden. Auf der anderen Seite stehen drei Stecker für den Anschluß der einzelnen Pods zur Verfügung, die jeweils acht Kanäle bieten. Damit wäre auch die Anzahl der Kanäle kein Geheimnis, die mit maximal 25 MHz abgetastet werden können. Alternativ kann man die Taktrate bei Verringerung der Kanalanzahl auf 50 MHz/16 Kanäle und 100 MHz/8 Kanäle setzen. Die externe Taktfrequenz darf maximal 25 MHz betragen. Ebenfalls abhängig von der Abtastfrequenz ist die Aufzeichnungstiefe zu 8176 Bit/8 Kanäle, 4088 Bit/16 Kanäle oder 2044 Bit/8 Kanäle.

Ein Blick in das Gehäuse, in dem sich die Trigger-Logik, der Speicher und die Buslogik befinden, zeigt, daß die Platine an einigen Stellen nachgelötet ist. In der Logiksonde sieht es labormäßig aus. Auf die Lötseite sind acht zusätzliche Kondensatoren eingesetzt, auf der Bestückungsseite verbindet ein Widerstand zwei Schaltkreise mit abgeschliffener Typenbezeichnung. Ein Hitex-Sprecher teilte mit, daß es sich beim Testmuster um das hauseigene Entwicklungsgerät handelt.

Nach dem Start befindet man sich im Formatmodus, in dem so gut wie alles zu definieren ist, was der Telelogic an Einstellmöglichkeiten bietet. An erster Stelle steht auch hier wieder der Takt: intern oder extern. Falls intern gewählt, können die Abtastintervalle zwischen 10 ns und 2 ms eingestellt werden, das Ganze mit automatischer Anzeige in den beschriebenen Grenzen. Bei einer Sample-Rate von 10 ns stehen acht Kanäle mit jeweils 8176 Bit/Kanal zur Verfügung.

Falls ein externer Takt benötigt wird, läßt sich noch anwählen, ob man mit der steigenden oder fallenden Flanke einlesen will. Unterhalb dieser Eingabezeile wird die Schwellenspannung angezeigt. Auch hier gibt es die Möglichkeit zwischen den festen Werten für TTL (1,5 V), ECL (-1,3 V) oder einem variablen Wert zwischen -10 V und +10 V zu wählen.

Als dritte Eingabe fordert das Programm ein Trigger-Displacement, mit der die Lage des Trigger-Ereignisses im Speicher festzulegen ist. Daß auch die Trigger-Worte und die Sequenz in diesem Menü mit abgehandelt werden und nicht wie bei den drei Testvorgängern in einem eigenen Menüpunkt, wundert zwar erst, schaut man sich dann jedoch die Möglichkeiten an, die der Telelogic zum Triggern bietet, hat man die Erklärung. Bei einer Einstellung mit 100 MHz Abtastrate steht nur ein einziges Trigger-Wort zur Verfügung. Die Sequenz, die sich daraus erstellen läßt, ist:

*Wenn tw0 dann trigger*

Die Anzahl der Trigger-Worte und 'Ebenen' ist abhängig von der Taktfrequenz oder, wenn man so will, von der Kanalzahl. Bei 20 ns erhöht sich die Anzahl auf zwei Worte, ab 40 ns erreicht man die maximale Kapazität von vier Worten.

Für die Verknüpfung dieser vier Worte stellt der Telelogic die Operatoren 'AND, OR, ARM' zur Verfügung. Die beiden ersten Verknüpfungen sollten klar sein, bei AND muß man beachten, daß die Reihenfolge keine Rolle spielt. Der Operator ARM armiert die nächste Stufe, das heißt, man kann einen zeitlichen Ablauf festlegen. Das zweite Trigger-Wort aktiviert erst den Trigger, wenn es vorher durch Trigger-Wort 1

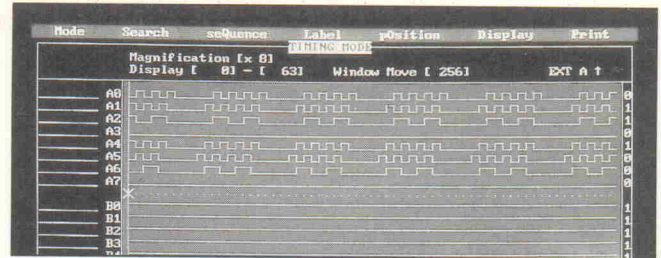


Bild 7

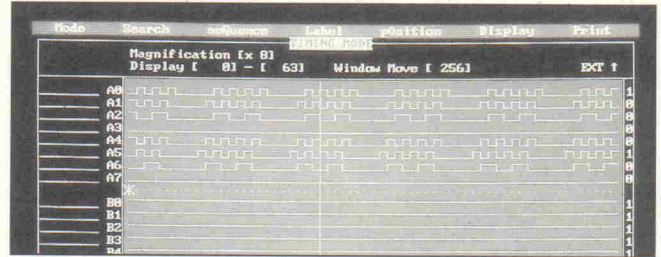


Bild 8

scharfgemacht wurde. Es ist also nicht möglich, definierte Sprungziele vorzugeben.

Etwas umfangreicher sind die Einstellmöglichkeiten für den Qualifier. Allerdings muß man gleich dazu sagen, daß die Qualifier-Signale über die Datensonde C ausgewertet werden, die dann natürlich für die Aufzeichnung wegfällt. Dafür hat man aber acht Qualifizierungssignale zur Verfügung, die wie beim Trigger mit 0, 1 oder X (wird ignoriert) zu bestimmen sind. Daten werden nur dann aufgezeichnet, wenn die angegebene Bit-Kombination am Pod C anliegt. Man muß aber beachten, daß, wie immer, wenn man mit Qualifiern arbeitet, der zeitliche Bezug der Daten zum Taktsignal verzerrt ist. Außerdem steht der Qualifier nur für Abtastraten größer oder gleich 40 ns zur Verfügung.

In der Hauptmenüzeile befinden sich noch die Punkte 'Mode', 'Install', 'Get' und 'Update'.

Unter 'Mode' erreicht man die notwendigen Befehle zum Starten der Aufzeichnung. Hier stehen zwei Möglichkeiten, nämlich die Einzel- und die Mehrfach-Aufnahme zur Verfügung. Die zweite Alternative stellt nicht wie bisher einen repetierenden Betrieb dar, sondern man kann die Anzahl der Wiederholungen und eine eventuelle Verzögerung zwischen den einzelnen Aufzeichnungen in Sekunden frei wählen.

Bei den Funktionen 'Get' und 'Update' handelt es sich um den Zugriff auf acht Speicherbereiche, die Parametersätze

enthalten können. So kann man über 'Get' eine von vier Parametereinstellungen aufrufen und über 'Update' Veränderungen in den Puffer schreiben.

Nachdem man sich für den Timing-Modus entschieden hat, werden in der üblichen grafischen Darstellung die ersten 16 oder 24 Kanäle angezeigt (je nach Bildschirmdapter). Und man kann mit 'Trace' oder 'Rep Trace' die Aufzeichnung starten. Der Generator erzeugt das bekannte Signal mit 20 ns Zykluszeit, das mit 20 ns abgetastet wird. Das Ergebnis kann sich sehen lassen, es liegt etwa bei der Qualität des STA 132 und des PA 480.

Im synchronen Modus kann nur bis maximal 25 MHz gefahren werden. Die Einstellung am Wortgenerator beträgt 20 ns, da nur auf die steigende oder fallende Flanke getriggert wird. Der externe Takteingang ist Kanal 7, die Kanäle 4...6 sind die Meßeingänge. Das Ergebnis ist fehlerfrei (Bild 7).

Die Verzögerung der unteren vier Kanäle um 20 ns läßt sich auf dem Bildschirm nicht nachvollziehen. Das ist auch noch in Ordnung so, weil die beiden Signale sich noch um 50 % überlappen. Ein weiteres Delay um nochmals 5 ns bringt als Ergebnis einen Versatz von 40 ns (Bild 8). Mit diesem Ergebnis im synchronen Bereich kann man zufrieden sein.

## Fazit

Vergleicht man den telelogic 100 zusammenfassend mit den ersten drei Geräten, so schneidet er nicht besonders gut ab.



Die meisten Minuspunkte muß er sich beim Trigger gefallen lassen, denn die Ausführung dieser wichtigen Funktion muß man als Mindestmaß ansehen. Klammert man die Programmierung der Trigger-Sequenzen einmal aus, so könnte das Programm wesentlich benutzerfreundlicher gestaltet sein, aber es läßt sich damit arbeiten.

Zur Hardware läßt sich nicht allzu viel sagen, außer, daß wie auch beim PA 480 Probleme mit den Kontakten auftraten. Ein Merkmal, das den Telelogic positiv von den drei anderen Geräten abhebt, ist die Möglichkeit, acht Qualifier definieren zu können. Das Handbuch ist verständlich, ausführlich und sogar noch in deutscher Sprache. Besonders positiv fällt die Beschreibung der Trace-Dateien auf. Ein Problem trat jedoch beim Abspeichern dieser Daten auf. Das Programm kennt anscheinend keine Laufwerke größer C.

## PCL-512

Viel Neues gegenüber dem Telelogic bietet der PCL-512 nach außen hin schon mal nicht, außer, daß er 32 anstatt 24 Kanäle aufzeichnen kann. Die Adapterkarte für den Bus ist sogar als identisch zu bezeichnen. Nach einem kurzen Blick ins Handbuch verstärkt sich der Eindruck, daß es sich bei dem von Spectra gelieferten englischen Handbuch um das Ori-

Soviel zu den Übereinstimmungen, nun zu dem, was die Geräte unterscheidet. Die Platine macht einen sauberen Eindruck, keine Nachlötungen, und auch in der Sonde findet man keine Modifikationen. Der Installationsvorgang ist derselbe wie beim Telelogic 100, die Kanalanzahl-/Abtastfrequenz-Kombinationen lauten nun 8 Kanäle/100 MHz, 16 Kanäle/50 MHz und 32 Kanäle/25 MHz wiederum mit den Speichertiefen 8180, 4090 und 2045 Bit. Im 'Format Mode' fällt auf, daß das Trigger-Menü ein wenig aufwendiger ausgefallen ist. Außer den vier Trigger-Worten kann man vor jeder Definition ein Feld mit der Bezeichnung 'style' anwählen, indem man mit 'level', 'rising' und 'falling' die Art der Trigger-Auslösung definiert. Die Bezeichnungen sind dabei unglücklich gewählt, denn diese Art der Trigger-Differenzierung hat mit den Flanken nicht viel zu tun. Sie bedeutet im einzelnen:

- Level: Hierbei handelt es sich um die übliche Triggerung, das heißt bei Übereinstimmung von Trigger-Wort und abgetastetem Eingangsmuster wird gestartet.
- Rising: Der Trigger wird nur dann ausgelöst, wenn das vorher abgetastete Muster unterschiedlich ist, aber der aktuelle Signalzustand dem Trigger-Wort entspricht.
- Falling: Hier wird der Trigger ausgelöst, wenn das vorherige

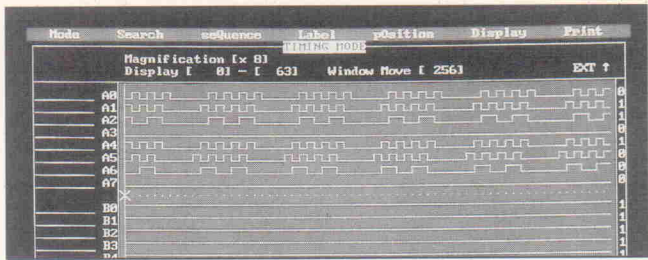


Bild 9

stammen die Bezeichnungen Level, Rising und Falling.

Die übrigen Funktionen sind absolut identisch mit dem schon beschriebenen Telelogic 100, so daß sich eine nochmalige Beschreibung erübrigt.

Der synchrone Test mit maximaler Taktrate ergab zum ersten Mal während der Untersuchungen ein absolut unsinniges Ergebnis. Beim Asynchron-Test zeigte die Timing-Darstellung eine invertierte Reihenfolge: Außerdem lassen die Ergebnisse zu wünschen übrig. Bei der Verdrahtung fiel schon auf, daß der sonst von allen anderen Firmen eingehaltene Farbcode genau entgegengesetzt ausgeführt ist. Der Verdacht, man könnte vielleicht bewußt Kanal 0 auf Anschluß 7 legen (warum auch immer), wurde aber durch einen Blick ins Handbuch entkräftet.

Nach Überprüfung der anderen Sonden war der Fall klar. Zwei von ihnen sind genau anders herum beschriftet, und auch der gekennzeichnete Masseanschluß liegt auf der falschen Seite. Anscheinend wurde nicht die Beschriftung vertauscht, sondern es handelt sich um Sonden vom Modell PCL-510, der nämlich hat den Masseanschluß am Gerät auf der rechten Seite.

Nun leuchten natürlich die schlechten Ergebnisse ein, denn der Masseanschluß auf der Eingangsseite war nicht verbunden, und im synchronen Modus wurde er gar als Eingangstakt mißbraucht.

Die Wiederholung des Tests 'synchroner Betrieb ohne Kanalversatz' erbrachte das Ergebnis: absolut fehlerfrei. Verschieben der ersten vier Kanäle um 20 ns gegenüber den anderen erbrachte eine um 40 ns versetzte Darstellung, dieser Versatz bleibt auch bis zu einer Verzögerung von 40 ns konstant (Bild 9).

Das asynchrone Verhalten des PCL-512 – der Wortgenerator wird auf 20 ns gesetzt, und die Abtastung erfolgt mit 50 MHz – ist einwandfrei, auch nach mehreren Durchläufen tritt so gut wie kein Fehler auf.

## Fazit

Generell gilt für den PCL-512 das gleiche wie für den Telelogic 100, seine Werte beim praktischen Test sind ebenfalls vergleichbar. Es trat auch bei diesem Gerät die beschriebene Unzulänglichkeit beim Abspeichern und Laden von Trace-Daten und Konfigurations-Dateien mit Laufwerken größer C auf.

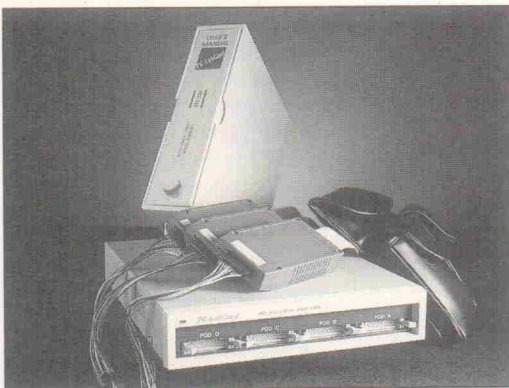
## Zusammenfassung

Zuerst einmal muß man sagen, daß es sich bei allen Produkten um brauchbare Meßgeräte handelt.

Die reinen Meßergebnisse klaffen nicht so weit auseinander, daß sie das ein oder andere System disqualifizieren. Jedes der Testgeräte hat gewisse Vor- und Nachteile, und sei es ein geringerer Preis.

Trotzdem würde ich bei einer Einstufung den Systemen STA 132, PA 480 und Pc/La den Vorzug geben. Der STA 132 ist ein sehr abgerundetes und durchdachtes System, mit dem exakte Ergebnisse erzielt werden können, der Pc/La besticht durch seine hervorragende Trigger-Programmierung. Und auch der PA 480 weist mit 16 Trigger-Ebenen und der einzigen Windows-Version markante Vorzüge auf. Die beiden 'Brüder' Telelogic 100 und PCL-512 sind zwar exakt, man vermißt aber eine bessere Trigger-Logik und eine Disassembler-Option.

Bleibe noch einmal über die Handbücher zu meckern, bei denen man sich wirklich nicht mit Ruhm bekleckert hat.



nal der ins Deutsche übersetzten Bedienungsanleitung für den Telelogic 100 von Hitex handelt. Der PCL-512 wird übrigens von Advantech, Taiwan, gefertigt. Nach einem Blick in die Software verdichtet sich der Eindruck: der Telelogic 100 könnte ein Zwilling des PCL-510, dem 'kleineren Bruder' des PCL-512 sein. In der Software findet man sehr viele Übereinstimmungen.

Muster dem Trigger-Wort entspricht, das aktuelle aber wieder unterschiedlich ist.

Würde man die Erfüllung der Trigger-Bedingung mit 1 bezeichnen und die Nichterfüllung mit 0, so würde sich ein Rechtecksignal mit bestimmter Länge ergeben, was ja technisch gesehen tatsächlich der Fall ist. Aus dieser Beziehung

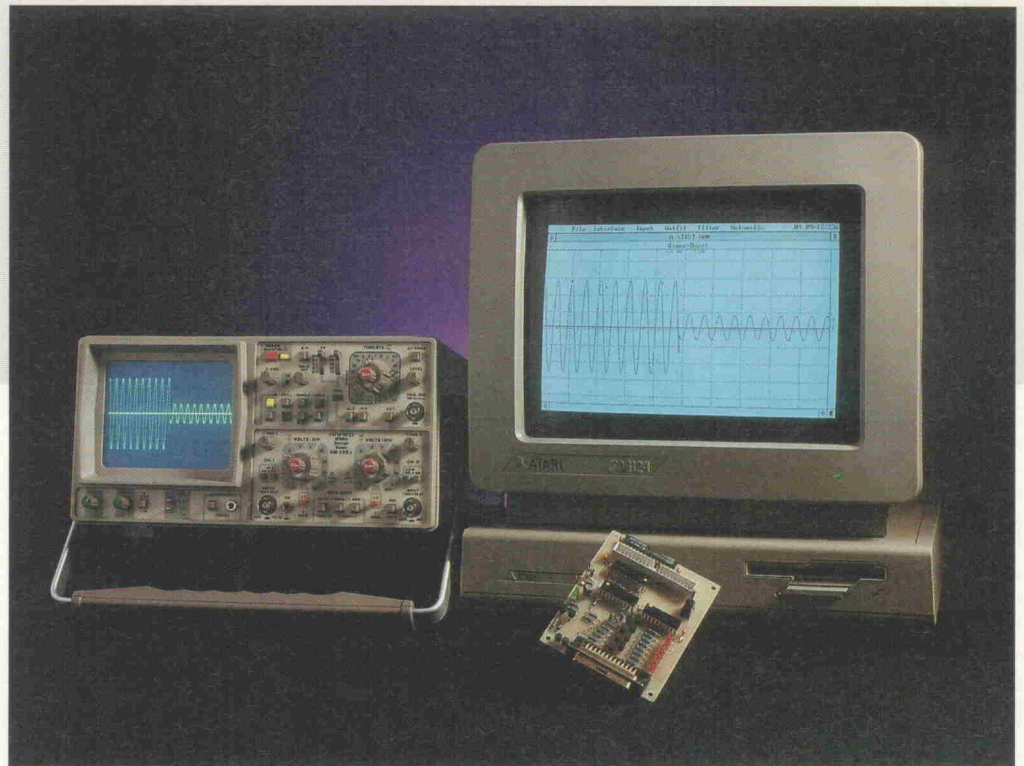


# Die Symbiose

## Atari ST als Controller für Hameg-Oszilloskope

Hendrik Klaassen

Die digitalen Speicheroszilloskope 205-2 und 205-3 der Firma Hameg sind beliebte Meßmittel und sowohl an Unis wie auch in Entwicklung und Service weit verbreitet. Aber bestimmt hat sich schon so mancher, der mit diesen Geräten arbeitet, gewünscht, daß die mühsam gespeicherten Signale auch nach dem Abschalten des Gerätes erhalten bleiben. Hier ist die Lösung. Um ein effektives Meßsystem aufzubauen, benötigt man zusätzlich zum DSO einen Atari ST, ein Interface und natürlich eine Software, die die Kommunikation steuert.



**D**er Aufwand für eine solche Anordnung ist denkbar gering. Außer einem einfachen, mit nur 5 TTL-ICs aufgebauten Interface benötigt man in der Minimalversion nur noch ein kleines C-Programm. Das System kann einige Funktionen des DSO steuern, gemessene und im Scope gespeicherte Signalverläufe in den Computer einlesen, dort für die spätere Verwendung abspeichern oder mit entsprechenden Routinen weiterverarbeiten. Der Preis einer solchen Schaltung ist dabei konkurrenzlos günstig, vergleicht man ihn mit einem teureren Speicher-Oszilloskop mit batteriegepuffertem RAM oder dem Original-Interface der Firma Hameg, welches natürlich mit umfangreicher Software ausgeliefert wird.

Das weiter hinten abgedruckte Testprogramm in C überprüft die meisten Steuerfunktionen. Es enthält alle Befehle, die zur Steuerung des Datentransfers und des Oszilloskops erforderlich sind. Die Routinen lassen sich leicht in eigene Software einbinden. Das Interface stellt

dabei die technische Verbindung zwischen dem Hameg 205-2 (205-3) sowie dem Atari via ROM-Port her.

Darüber hinaus ist eine komfortable Steuer-Software mit GEM-Oberfläche verfügbar. Diese stellt die eingelesenen Signale auf dem Bildschirm dar, wobei man wahlweise den Speicher des Oszis in einem einmaligen Vorgang ausliest oder aber sich den kontinuierlichen Verlauf der Signale auf dem Bildschirm ansehen kann. Weiterhin stehen vielfältige Funktionen zur Gestaltung des Outfits und der mathematischen Bearbeitung der gespeicherten Messungen bereit; aber dazu später.

### Das alte Problem mit dem ROM-Port

Zunächst zur Hardware und zu den Eigenschaften des Atari-ROM-Ports. Da diese Schnittstelle nur für den Anschluß eines 128-KByte-ROM- oder EPROM-Moduls (Cartridge) vorgesehen ist, kann ein direktes Schreiben über den Datenbus nicht erfolgen. Der GLUE-

Chip, in dessen Zuständigkeitsbereich die Dekodierung der Adreßbereiche von RAM, Betriebssystem- und Cartridge-ROM fällt, würde einen Leseversuch in diesem Speicherbereich mit einigen Bomben quittieren (Bus Error!). Der fragliche Adreßbereich des ROM-Ports liegt zwischen \$FA0000 und \$FBFFFF. Diese Hürde kann genommen werden [2].

Betrachtet man die Anschlußbelegung des ROM-Ports (Bild 1) bemerkt man das Fehlen einer Write-Leitung. Um trotz dieses 'Schreibverbots' Steuerkommandos zum Interface und damit zum Oszilloskop übertragen zu können, ist ein kleiner Trick nötig. Anstatt über die Datenleitungen zu schreiben, werden die Adreßleitungen zur Steuerung eingesetzt. Bei jedem Lesezugriff werden die oberen sieben Adreßleitungen A9...A15 zusammen mit VROM4 (negative Logik) zur Selektion der Schaltung verwendet.

Gleichzeitig wird die 'Adresse' in den unteren acht Adreßlei-



ROM-Port Atari															
Oben															
1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31
2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32
Unten															
1:	+5V	9:	D8	17:	D0	25:	A6	33:	\ROM4						
2:	+5V	10:	D9	18:	D1	26:	A10	34:	A2						
3:	D14	11:	D6	19:	A13	27:	A5	35:	\UDS						
4:	D15	12:	D7	20:	A15	28:	A12	36:	A1						
5:	D12	13:	D4	21:	A8	29:	A11	37:	\LDS						
6:	D13	14:	D5	22:	A14	30:	A4	38:	GND						
7:	D10	15:	D2	23:	A7	31:	\ROM3	39:	GND						
8:	D11	16:	D3	24:	A9	32:	A3	40:	GND						

**Bild 1. Pin-Belegung des Atari-ROM-Ports. Wie man unschwer erkennt, fehlt die R/W-Leitung.**

tungen A0...A8 als Steuerbyte in ein Steuerregister geschrieben. Es ergibt sich daraus die Basisadresse: \$FA00xx.

Die ersten 2 Byte selektieren den ROM4-Bereich (\ROM4 = low), während das niederwertigste Byte 'xx' das Steuerwort enthält. Ob es sich dabei um byte- oder wortweisen Zugriff handelt, ist unerheblich. Das Interface wird in jedem Fall angesprochen (\UDS oder/und \LDS aktiv). Das dabei als erstes gelesene Datenwort kann getrost ignoriert werden. Es enthält noch ungültige Daten. Erst ein zweiter Zugriff mit der gleichen 'Adresse' liefert die gewünschten Daten auf den Leitungen D0...D15.

Zu beachten ist weiterhin die Tatsache, daß sämtliche Adreß- und Datenleitungen ungepuffert

am ROM-Port anstehen. Beim Anschluß eines längeren Flachbandkabels an den Port sind einige Dinge zu beachten. Durch nichtangepaßte Leitungen entstehenden Leitungsreflexionen, die die Betriebssicherheit des Atari ganz empfindlich beeinflussen können. Abhilfe schafft hier entweder der direkte Anschluß des Interfaces über eine möglichst kurze Verbindung oder der Einsatz eines speziellen ROM-Port-Puffers [1]. Dieser schafft die elektrischen Voraussetzungen, um auch längere Leitungen (bis 2 Meter) treiben zu können und sichert den sonst völlig ungeschützten Bus des Atari vor eventuellen Fehlspannungen.

Da über das Kabel relativ hochfrequente Signale übertragen werden, sollte man rechtzeitig

für eine ausreichende Abschirmung sorgen. Anderenfalls könnte nicht nur die Sicherheit der Datenübertragung Schaden nehmen, sondern auch das gute Verhältnis zu den Nachbarn aufgrund eines gestörten Fernsehpfeils. Eine Möglichkeit ist die Verwendung eines Flachbandkabels mit 80 Leitungen, von denen jede zweite auf Massepotential liegt. Ein größeres Stück geerdete Aluminiumfolie als Abschirmung erfüllt diesen Dienst allerdings auch.

## Dem Hameg auf die Platine geschaut

Nachdem nun die Rechnerschnittstelle klar ist, stellt sich die Frage nach der Anschlußmöglichkeit am Speicher-Oszilloskop. Das Studium

**Pfostenstecker Digital-Schaltung (Hameg)**

1, 25, 26	dgnd	digitale Masse
3, ..10	DB, .D7	Datenleitungen
11	+5V	Versorgungsspannung
12	agnd	analoge Masse
13	X-Plot	analoger X-Ausgang
15	Y-Plot	analoger Y-Ausgang
17	CH 1/2	Kanal 1/2 Umschalter
18	\Res AZ	Adresszähler zurücksetzen
19	clAZ ext.	externer Clock-Eingang
20	SRQ	Service Request
22	TE	Trigger wurde ausgelöst
23	Reset	Rücksetzen in Single Shot-Modus

**Bild 2. Bei den beiden Analog-Ausgängen handelt es sich um die rückgewandelten Speicherwerte.**

des Manuals zum Hameg 205-2 gibt genügend Informationen. Erfreulicherweise beinhaltet es neben der Bedienungsanleitung auch die Service-Unterlagen mit dem kompletten Schaltplan. Es zeigt sich, daß Hameg einen Pfostenstecker auf der Digital-Platine angebracht hat. Ursprünglich war dieser Anschluß wohl für ein Hameg-Interface vorgesehen. Bei dem neueren Modell, dem Hameg 205-3, sind die Leitungen an einen entsprechenden Stecker an der Rückwand herausgeführt.

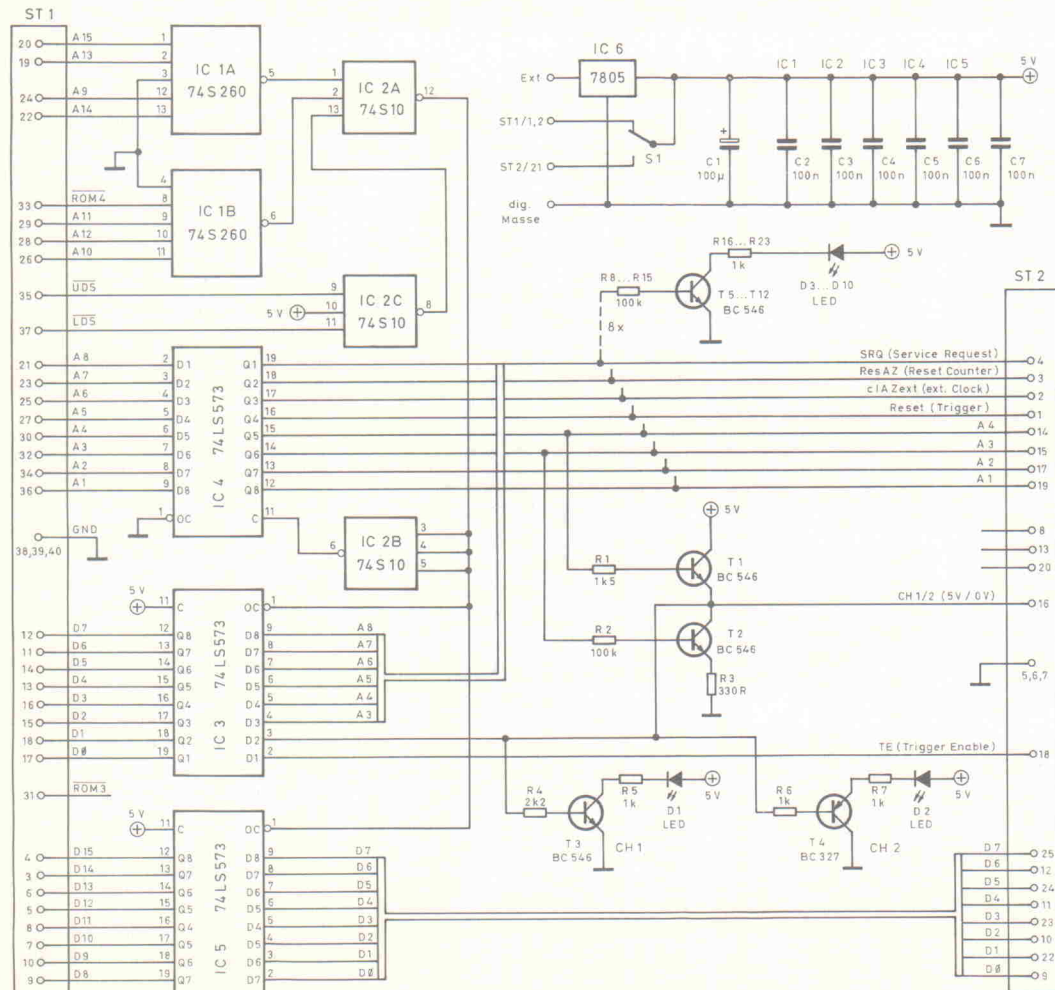
Bild 2 gibt Aufschluß darüber, welche Bedeutung die einzelnen Signalleitungen haben. Die zu erwartenden Daten ergeben sich aus der Auflösung von 8 Bit entsprechend 256 Spannungsstufen und der Speichertiefe von 1024 Byte je Kanal beziehungsweise 2048 Byte beim 205-3. Will man beide Kanäle abspeichern, muß man entsprechend 2 KByte (4 KByte) lesen.

## Hardware-Realisierung

Um den Adreßbereich des ROM-Ports nicht voll zu belegen, enthält die Schaltung eine einfache Adreßdekodierung, welche aus den TTL-Bausteinen LS10 (IC2) und LS260 (IC1) besteht. Wie schon erwähnt, erwartet der Decoder die Basisadresse \$FA00xx. Sie erzeugt den Clock-Impuls zur Übernahme des Steuerworts sowie das Output-Enable-Signal für die Datenleitungstreiber.

Die unteren acht Adreßbits werden in das D-Flipflop LS573 (IC4) geschrieben und dort bis zum nächsten Zugriff gespei-

**Bild 3. Die Signale A1 und A2 liegen ebenfalls mit an der Sub-D-Buchse und stehen für eigene Erweiterungen zur Verfügung.**





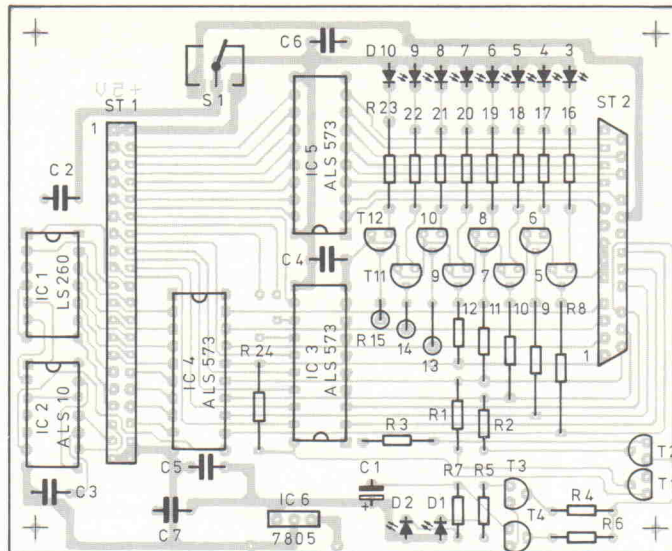
chert. Vom Ausgang dieses ICs führen die Steuersignale direkt zur Digital-Platine des DSO. Eine einfache Leuchtdioden-Treiberschaltung sorgt für die Anzeige des aktuellen Status der jeweiligen Leitung.

Mit den im Schaltplan als A4 und A3 bezeichneten Signalen hat es eine besondere Bewandnis. Sie steuern den durch die Transistoren T1 und T2 gebildeten Totempole-Treiber. Die vier möglichen Zustände sollen kurz beschrieben werden.

- A3 = A4 = high. Zu vermei-  
dender Zustand, da circa  
14 mA sinnlos durch R3  
fließen.
- A3 = low, A4 = high. CH 1/2  
liegt auf hohem Potential.  
Auf dem Oszilloskop wird  
Kanal 1 dargestellt.
- A3 = high, A4 = low. CH 1/2  
liegt auf niedrigem Potential.  
Auf dem Oszilloskop wird  
Kanal 2 dargestellt.
- A3 = A4 = low. CH 1/2 liegt  
auf dem vom Oszilloskop be-  
stimmten Potential. Daraus  
kann auf den am Oszilloskop  
gewählten Kanal geschlossen  
werden.

Der letztgenannte Zustand er-  
laubt das Lesen des eingestell-  
ten Kanals über D2 von IC3.  
Eine logische Eins steht dabei  
für Kanal 1, während logisch  
Null Kanal 2 entspricht. Im  
Dual-Modus des Oszilloskops  
ist auf dieser Leitung ein  
Rechtecksignal mit circa 85 Hz  
zu beobachten. Die Signale A1  
und A2 besitzen momentan  
keine Funktion, liegen aber  
trotzdem mit an der Sub-D-  
Buchse. Sie stehen für eigene  
Erweiterungen frei zur Verfü-  
gung.

Das zu lesende 16-Bit-Wort  
enthält in den oberen 8 Bits  
(D8...D15) die gespeicherten  
Daten des Oszilloskops. Über  
D0 und D1 erhält man Informa-  
tionen über den Trigger-(TE-)  
und den Kanal-(CH 1/2-)Status.  
Die restlichen Datenleitungen  
kontrollieren die Schnittstelle,  
indem sie das Steuerwort lesen.  
Da diese Schaltung als univer-  
selles Interface konzipiert ist  
und so auch den Anschluß an-  
derer Geräte erlaubt, ist etwas  
mehr Aufwand in die Anzeige  
des Betriebszustandes investiert  
worden. Neben der Anzeige des  
aktuellen Steuerworts über acht  
LEDs (D3...D10) geben die  
LEDs D1 und D2 Aufschluß  
über den momentan selektierten  
Kanal.



**Bild 4. Zehn LEDs zeigen den Betriebszustand der Interface-Platine an.**

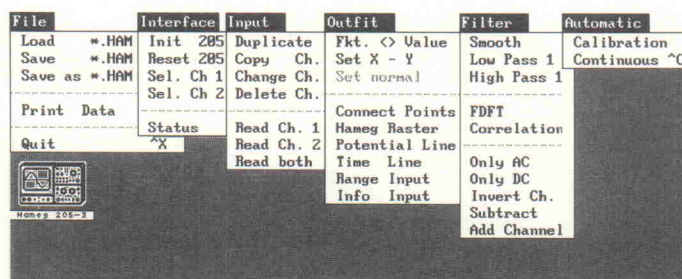
Die 5-V-Versorgungsspannung  
kann wahlweise – je nach Stel-  
lung des Schalters S1 – dem  
Atari oder dem Oszilloskop  
entnommen werden. Wer weder  
den Rechner noch das DSO zu-  
sätzlich belasten möchte, kann  
auch eine ausreichende Span-  
nung aus einem separaten Netz-  
teil auf den Spannungsregler  
IC6 geben. Bei der Verbindung  
der Stiftleiste ST1 der Inter-  
face-Platine mit dem ROM-  
Port beziehungsweise dem  
ROM-Port-Puffer sollte man  
peinlich genau auf die richtige  
Verdrahtung achten. PIN 1 des  
ROM-Ports entspricht Pin 1 der  
Steckerleiste ST1 der Schnitt-  
stellen-Platine und so weiter.

## Steuerung des Hameg 205

Das kurze C-Programm (Li-  
sting 1) bietet alles, um sämt-  
liche Einzelfunktionen der Platine  
zu testen. Der Hauptteil der  
Software erklärt sich für C-  
Erfahrene von selbst. Die ent-  
scheidenden Steuerroutrinen set-  
zen und löschen schließlich nur  
einzelne Bits in der 'Steuer-

adresse' mit Namen Mask.  
Welche Bits jeweils in Kombi-  
nationen mit anderen wie ge-  
setzt werden müssen, entnimmt  
man am besten direkt dem Li-  
sting. Die Verwendung von  
#DEFINES erhöht die Über-  
sichtlichkeit und macht die Pro-  
grammierung der Schnittstelle  
leicht nachvollziehbar.

Das Programm erlaubt unter  
anderem die Selektion des ge-  
wünschten Kanals über die Lei-  
tung CH 1/2. Die Umschaltung  
von Kanal 1 auf Kanal 2 oder  
umgekehrt ist prinzipiell immer  
möglich, führt jedoch während  
des Auslesevorgangs zu fal-  
schen Werten. Wird das Oszil-  
loskop über die Schnittstelle  
gesteuert, sollte der Kanal-Aus-  
wahlschalter am DSO auf  
DUAL stehen. Nur in dieser  
Stellung ist die freie Kanalwahl  
(Kanal 1, 2 oder beide Kanäle)  
möglich. Im Programm sorgt  
die Funktion 'sel\_ch(channel)'  
für diese Umschaltung. Zu-  
sammen mit der Funktion  
'ch12\_tri\_state()' setzt sie die  
Bits A4 und A3 entsprechend  
den weiter vorne im Text ge-  
machten Bemerkungen.



**Bild 5. Die Menüleiste bringt sie zum Vorschein: Die vielfältigen Möglichkeiten des Programms.**

## Stückliste

Widerstände:

R1	1k5
R2,R8...R15	100k
R3	330R
R4	2k2
R5...R7, R16...R23	1k

Kondensatoren:

C1	100µ/16V
C2...7	100n, Ker, RM5

Halbleiter:

D1,D2	LED 3mm, grün
D3...D10	LED 3mm, rot
T1...3,5...12	BG546
T4	BC327
IC1	74LS260
IC2	74ALS10
IC3...5	74ALS573
IC6	7805

Sonstiges:

S1	1Schalter 1 x Um
ST1	Steckerleiste 2 x 20pol.
ST2	25pol SUB-D-Stecker
2x	DIL-Fassung 14pol.
3x	DIL-Fassung 20pol.
1 Platine	

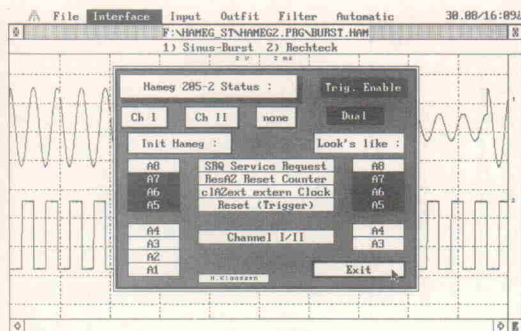
Eine weitere Steueroption er-  
öffnet das Signal 'Reset'. Hier-  
mit ist es möglich, das Oszillo-  
skop nach einer Single-Shot-  
Messung und eventuellen Auf-  
zeichnung der Daten zu einer  
weiteren Messung zu veranlas-  
sen. Diese Aufgabe übernimmt  
die Funktion reset\_single(). Sie  
setzt und löscht das entspre-  
chende Bit im Steuerwort. Ist  
dies geschehen, wartet die O-  
szilloskop-Steuerung auf das  
nächste Triggerereignis. Über  
die Leitung 'TE' steht der mo-  
mentane Trigger-Status zur  
Verfügung. Zusammen mit dem  
Resetsignal können dadurch au-  
tomatische Meßabläufe pro-  
grammiert werden.

Um schließlich den Speicher  
des Oszilloskops auszulesen,  
sind folgende Schritte durchzu-  
führen:

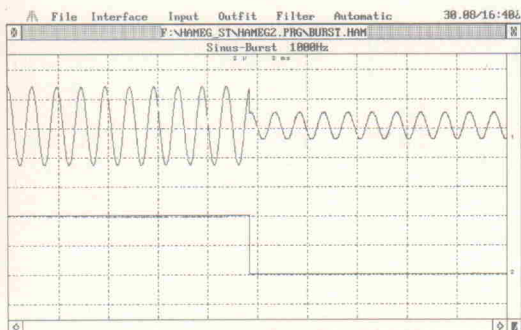
- Oszilloskop selektieren (SRQ  
= High)
- Adreßzähler zurücksetzen  
(Res AZ = High → low)
- 1024mal lesen und die näch-  
ste Adresse anwählen (clAz  
ext = High → low)
- Oszilloskop deselektieren  
(SRQ = low)

Dem Programmlisting kann der  
genaue Ablauf einer Messung  
und die dazugehörigen Funkti-  
onen leicht entnommen werden.  
Die hier aufgeführten Routinen  
reichen völlig aus, auch kompli-  
zierte Abläufe zu programmie-  
ren. Der Aufwand, den man

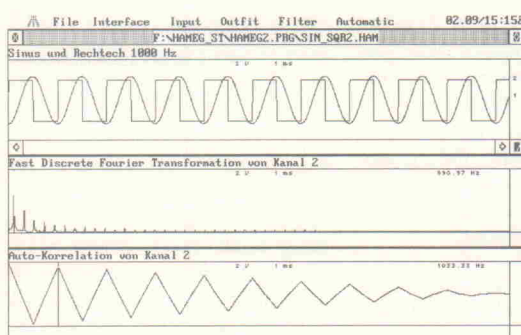




**Bild 6.**  
Das Status-Menü: Hier läßt sich per Mausklick die Schnittstelle konfigurieren und auf einen Blick kontrollieren.



**Bild 7.**  
So schön kann die grafische Ausgabe der Meßdaten aussehen.



**Bild 8.**  
Diskrete Fast-Fourier-Transformation und Korrelation geben genaueren Aufschluß über den Inhalt eines Meßsignals.

schließlich in ein komfortables, eventuell mit GEM-Oberfläche versehenes Programm investiert, bleibt jedem selbst überlassen.

## Die 'Profi'-Version

Neben dem oben beschriebenen Testprogramm ist eine komfortablere Software mit wesentlich erweitertem Funktionsumfang verfügbar [3]. Sie bietet neben der grafischen Darstellung der Meßwerte auf dem Bildschirm und deren Speicherung als ASCII-Datei eine quasikontinuierliche Darstellung der DSO-Signale, die Kalibrierung des Hintergrundrasters mit dem Oszilloskop-Raster, HP- und TP-Filter, FDFT, Kreuz- und Auto-korrelation sowie viele Möglichkeiten der grafischen Gestaltung der Darstellung auf dem Bildschirm. Bild 5 bietet einen Überblick über alle Funktionen der Menüleiste.

Im Status-Menü, das man sowohl über einen Doppelklick auf das DSO-Symbol wie auch über die Menüleiste erreicht, wird die Schnittstelle konfiguriert (Bild 6). Bei den linken Adreß-Buttons handelt es sich

um Schalter, über die sich die einzelnen Adreßbits setzen beziehungsweise löschen lassen. Die rechte Button-Reihe dient der Kontrolle. Die Schnittstelle gibt Rückmeldung darüber, ob das entsprechende Bit gesetzt ist oder nicht. Auf diese Weise läßt sich leicht kontrollieren, ob die Schnittstelle ordnungsgemäß arbeitet oder nicht. A3 und A4 zeigen den ausgewählten Kanal an; wenn keiner der beiden Buttons aktiv (dunkel) ist, so wird die Kanaleinstellung des Scopes übernommen.

Ist die Schnittstelle konfiguriert, kann man bereits die ersten Daten vom Oszilloskop einlesen. Vor der ersten Messung ist es ratsam, eine Kalibrierung durchzuführen, die man unter dem Oberbegriff 'Automatic' findet. Sie sorgt dafür, daß Hameg- und Bildschirm-Raster übereinstimmen.

Das Menü Input bietet die Möglichkeiten, die beiden Kanäle einzeln und getrennt oder aber gleichzeitig auszuwählen. Klickt man eine der drei Möglichkeiten an, öffnet sich auf dem Bildschirm ein neues Fenster, in dem nach kurzem Einlesevorgang die DSO-Kurve Punkt für Punkt erscheint. Unter dem Menü 'Automatic'

findet man die Funktion 'Continuous', die die Daten kontinuierlich ausliest und auf dem Bildschirm darstellt. Ein weiterer Mausklick, und das Programm friert den momentanen Zustand ein. Der nächste Schritt sollte immer die Sicherung der Daten sein; aber Halt, zuvor müssen noch die Spannungsbereiche und Y-Ablenkung der Messung unter dem Menüpunkt 'Range Input' eingegeben werden.

Für die Weiterverarbeitung der Messungen bietet das Programm grundsätzlich zwei Wege an: zum einen die grafische Bearbeitung der Bilddarstellung und die mathematische Aufbereitung der Plots. Erstere findet man unter dem Menüpunkt 'Outfit'. Hier lassen sich die Meßpunkte miteinander verbinden ('Connect Points'), das Raster des Hameg-Bildschirms hinterlegen, Zeit- und Spannungslinien einzeichnen und die Messung mit einem eindeutigen Namen versehen – 'no info' bietet doch zu wenig, um eine aufgenommenen Meßkurve zu charakterisieren (Bild 7).

Unter dem gleichen Menüoberpunkt gibt es noch zwei weitere Features, die sehr nütz-

```

/***** Hameg01.prg *****/
/* Hendrik Klaassen */
/* */
/* */
/* Hameg 205-2 control via Rom-Port */
/* */
/* */
/***** Defines *****/
#include <stdio.h>
#include <tos.h>
#include <aes.h>
#include <ext.h>

/***** Defines *****/
#define Cls() Cconws("\033H\033E")
#define hide_mouse() graf_mouse(256,0L)
#define show_mouse() graf_mouse(257,0L)
#define TRUE 1
#define FALSE 0

/***** ROM4: FA0000 ROM3: FB0000 *****/
#define CAR_BAS 0xFA0000L
#define CAR_END 0xFBFFFEL
#define BIT1 0x000002L
#define BIT2 0x000004L
#define BIT3 0x000008L
#define BIT4 0x000010L
#define BIT5 0x000020L
#define BIT6 0x000040L
#define BIT7 0x000080L
#define BIT8 0x000100L

#define SRQ BIT8
#define RESAZ BIT7
#define CLAZEXT BIT6
#define RESET BIT5

/***** Defines for bits to read *****/
#define TRIGBIT 1 /* Trigger status */
#define CHANBIT 2 /* Channel status */
#define A3IN 4 /* A3 status */
#define A4IN 8 /* A4 status */
#define RESIN 16 /* Reset status */
#define CLAZIN 32 /* Clock status */
#define RESAZIN 64 /* Reset AZ status */
#define SRQIN 128 /* SRQ status */

```

```

#define MAX_DATA 1024 /* 204 bei 205-3 */
#define OFFSET 128

/***** Prototyps *****/
void show_menu(void);
void show_data(void);
void enable(void);
void disable(void);
void clock_AZ(void);
void reset_AZ(void);
void reset_single(void);
void sel_ch(int channel);
void chl2_tri_state(void);
void load(void);

/***** Type declaration *****/
typedef int BOOLEAN;

BOOLEAN Select = FALSE;

long Init, /* Init Adress Mask */
Mask; /* Adress Mask to set Latch */

unsigned
int Data[MAX_DATA];
int Dum;

/***** *****/
int main()
{
    int choice;

    Init = CAR_BAS | RESAZ | CLAZEXT | RESET;
    Dum = *(char *)Init; /* Initialize */
    Mask = Init;

    hide_mouse();
    show_menu();
    do
    {
        switch(choice = getch())
        {
            case '1': if(Select)
                        disable();
                    else
                        enable();
                    Select = ~Select;
        }
    } while(1);
}

```



```

        case '2': break;
        reset_AZ();
        break;
        case '3': clock_AZ();
        break;
        case '4': reset_single();
        break;
        case '5': sel_ch(1);
        break;
        case '6': sel_ch(2);
        break;
        case '7': chl2_tri_state();
        break;
        case '8': enable();
        reset_AZ();
        load();
        disable();
        break;
        case '9': show_data();
        getch();
        show_menu();
        break;
        case '0': break;
        default: break;
    }
}
while( choice != '0' );
show_mouse();
return(0);
}

void show_menu()
{
    Cls(); printf("\n");
    printf("\t Hameg Interface Control \n");
    printf("\t!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!! \n");
    printf("\t 1 > Service Request (A8)\n");
    printf("\t 2 > Reset Counter (A7)\n");
    printf("\t 3 > Clock Counter (A6)\n");
    printf("\t 4 > Reset Trigger (A5)\n");
    printf("\t 5 > Select CH 1 \n");
    printf("\t 6 > Select CH 2 \n");
    printf("\t 7 > Select no Channel \n");
    printf("\t 8 > Read Data \n");
    printf("\t 9 > Show Data \n");
    printf("\t 0 > Exit \n");
}

/** Basic control functions for Hameg 205-2 **/

void enable()
{
    /* Select Hameg: SRQ = High */
    Mask |= SRQ;
    Dum = *(char *)Mask;
}

void sel_ch(channel)
int channel;
{
    /* Choose channel 1 or 2 */
    if( channel == 1 )
    {
        Mask |= BIT4;
        Mask &= ~BIT3;
    }
    else
    {
        Mask |= BIT3;
        Mask &= ~BIT4;
    }
    Dum = *(char *)Mask;
}

void chl2_tri_state()
{
    /* No channel selected */

```

```

    Mask &= ~BIT3;
    Mask &= ~BIT4;
    Dum = *(char *)Mask;
}

void reset_AZ()
{
    /* Reset counter ResAZ = Low/High */
    Mask &= ~RESAZ;
    Dum = *(char *)Mask;
    Mask |= RESAZ;
    Dum = *(char *)Mask;
}

void reset_single()
{
    /* Reset trigger = Low/High */
    Mask &= ~RESET;
    Dum = *(char *)Mask;
    Mask |= RESET;
    Dum = *(char *)Mask;
}

void clock_AZ()
{
    /* Perform 1 clock cycle */
    Mask &= ~CLAZEXT;
    Dum = *(char *)Mask;
    Mask |= CLAZEXT;
    Dum = *(char *)Mask;
}

void load()
{
    register i;

    for( i = 0 ; i < MAX_DATA ; i++)
    {
        Data[i] = (unsigned)((int *)Mask) >> 8;
        clock_AZ();
    }
}

void show_data()
{
    int i;

    Cls();
    for( i = 0 ; i < MAX_DATA ; i++)
        printf("%3d ",Data[i]);
}

void disable()
{
    /* Disable Hameg: SRQ = Low */
    Mask &= ~SRQ;
    Dum = *(char *)Mask;
}

**** Wait for trigger enable (not used) ****

void trig_wait()
{
    char dum;

    do
        dum = *(char *)Mask; /* read status */
    while( !( dum & TRIGBIT ) );
}

```

**Listing 1.** Dieses C-Listing beinhaltet alle Routinen, um das Interface zu testen, das DSO zu steuern und den Speicherinhalt auszulesen.

lich sein können: 'Fkt. <> Value' zeigt alle Meßpunkte in Form einer Tabelle an. Übrigens entsprechen die vom Programm abgespeicherten Kurven (Dateien mit der Endung \*.HAM) genau einer solchen Tabelle im ASCII-Format. Man kann sich die Meßwerte auch mit einem Texteditor ansehen und gegebenenfalls zur Beseitigung von Spikes (Ausreißern) schönen – wenn das erlaubt ist.

Die Funktion 'Set X-Y' wandelt die beiden Eingangssignale in eine X/Y-Darstellung um. Weitere Bearbeitungsschritte dieser Art, wie man sie von der Bedienung eines Oszilloskopes her kennt, findet man unter dem Oberbegriff Filter:

- Darstellung des AC-Anteils
- Darstellung des DC-Anteils
- Invertierte Darstellung der Messung
- Addition beider Kanäle
- Subtraktion beider Kanäle

Sind dem eigentlichen Meßsignal erhebliche Störspannungen wie Rauschen oder Netzbrummen überlagert, so bietet das Programm Hoch- und Tiefpaßfilter an, um derartige Fremdsignale zu unterdrücken. Wenn das noch nicht ausreicht, der kann seine Meßergebnisse mittels schneller diskreter Fourier-Transformation, Auto- oder Kreuzkorrelation untersuchen (Bild 8).

#### Literatur

- [1] Meyer, Eberhard: SMD-Puffer für den ST-ROM-Port, c't 9/87
- [2] Jankowski, Reschke, Rabich: ATARI ST Profibuch, Sybex Verlag, Düsseldorf 1988
- [3] Aumüller, Luda, Möllmann: ATARI ST Gem-Programmierung in C, Verlag Markt & Technik



## Amorphe Solarpanels auf Glasbasis zu Spottpreisen!!

Alle Panels mit 14,2 V (12 V)

### Bitte telefonisch bestellen!!

Solarpanel Maße 300 x 300 mm bis 4 W  
BN 95462 39,<sup>80</sup> / ab 10 Stck. **29,<sup>90</sup>**

Solarpanel Maße 305 x 915 mm bis 12 W  
BN 95459 99,<sup>80</sup> / ab 10 Stck. **78,<sup>90</sup>**

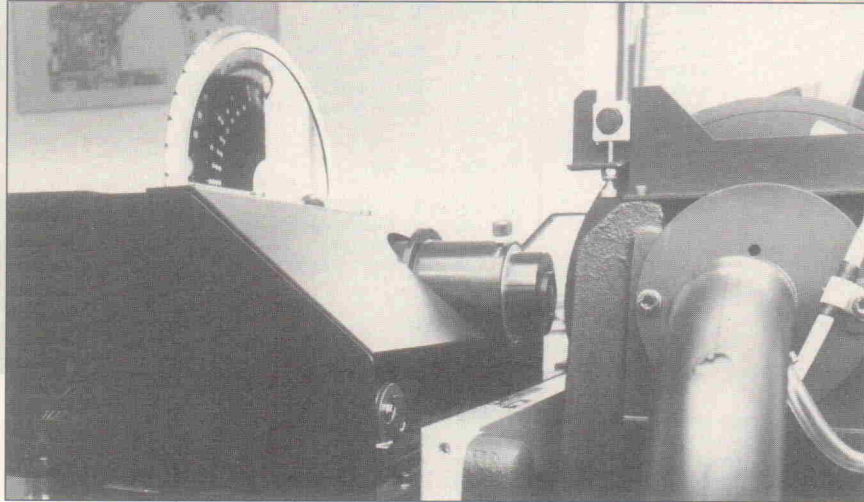
**Kostenlosen Farbkatalog anfordern!**

**Bühler Elektronik · 7598 Lauf · Postf. 37/c · Tel. (07221) 978-119 · Fax (07221) 978-129**



# Von der Vorlage zum Film

## PostScript-Belichtung contra Gerber-Plots?



**Dipl.-Ing.  
Wolfgang Maier**

**Die CAD-Techniken führten zu veränderten Methoden bei der Platinenherstellung. Klebte man früher für die Layoutvorlage die Lötungen und Leiterbahnen auf eine Rasterfolie, so beschreiben heutzutage Gerber-Dateien das Aussehen einer Platine.**

**A**ls die Vorlagen für Leiterplattenlayouts noch auf Rasterfolie geklebt wurden, war der Weg zum fertigen Film praktisch vorgezeichnet. Eine fotoreprographische Verkleinerung war unumgänglich.

Heute kommen verstärkt moderne CAD-Techniken bei der Erstellung der Vorlagen zum Einsatz. Am Bildschirm geht die Bearbeitung und Veränderung der Vorlage eben erheblich einfacher als mit Skalpell und Klebeband auf der verhaßten Rasterfolie. Zudem übernimmt heute ein Auto-Router häufig die mühsame, manuelle Entflechtung. Von der am Bildschirm erstellten Vorlage muß natürlich ein Film zur Fertigung der Platine erstellt werden. Hierzu bieten sich nun eine Reihe von mehr oder weniger geeigneten Möglichkeiten an. Es liegt nahe, die Vorlage mit einem Plotter auf einer verzerrungsfreien Polyesterfolie auszuplottern. Hier wird man jedoch aus Gründen der Genauigkeit nicht auf eine vergrößerte Ausgabe verzichten können. Allein schon das Spiel des Zeichenstiftes in seiner Halterung macht einen 1:1-Plot nahezu unmöglich.

Außerdem treten hier immer wieder Probleme mit verstopften Zeichenspitzen auf. Die Vorlage muß dann noch foto-

grafisch verkleinert werden. Ähnliches gilt im wesentlichen auch für den Ausdruck mit einem Nadeldrucker; beim Ausdruck mit einem Laserdrukker auf Transparentfolie reicht häufig der Schwärzungsgrad nicht aus.

Deshalb hat sich heute bei vielen CAD-Programmen die Ausgabe auf Fotoplottern durchgesetzt. Hier ist auf Grund der hohen Genauigkeit ein 1:1-Plot möglich. Eine reprographische Nachbearbeitung entfällt. Als Datenformat zur Ansteuerung der Fotoplotter hat sich neben diversen Spezialformaten vor allem das Gerber-Format als systemübergreifender Standard durchgesetzt. Fast alle erhältlichen CAD-Programme sind in der Lage, dieses Datenformat zu erzeugen.

Eine Gerber-Datei ist eine einfache ASCII-Textdatei. Diese Datei ist eingeteilt in sogenannte Blöcke, die durch einen Blocktrenner – wahlweise '\*' oder CR/LF – vom folgenden Block getrennt sind. Jeder Block besteht aus bis zu zwei Koordinatenfeldern und höchstens einem Befehlsfeld. Die Koordinatenfelder werden vom Zeichen 'X' oder 'Y' eingeleitet, gefolgt von der Koordinate des anzufahrenden Zielpunktes. Die Koordinaten sind ganzzahlige Werte einer Grundein-

heit (in der Regel 1 mil = 0,0254 mm). Koordinatenfelder, die sich nicht geändert haben, können ganz entfallen. Die Befehlsfelder werden vom Zeichen 'D' bzw. 'M' oder 'G' eingeleitet. Die wichtigsten Gerber-Befehle sind in der Tabelle zusammengefaßt.

Die angewählte Blende bestimmt die Linienstärke oder die Lötungenform und Größe. Es ist wichtig, zu wissen, daß weder die Anzahl der verfügbaren Blenden noch die Zuordnung von Blendenform und Durchmesser zur Blendenummer genormt ist. Sie hängt im wesentlichen vom Typ und von der Bestückung des jeweiligen Fotoplotters ab. Diese Zuordnung wird auch 'Aperture-Table' genannt, sie ist in peinlich genauer Absprache zwischen CAD-Anwendern und Belichter festzulegen!

Versorgt man nun einen Gerber-Plotter mit solch einer Datei, liefert die Maschine mühelos und hochgenau den fertigen Film für ihre Leiterplatte. Viele Leiterplattenhersteller verfügen selbst über einen Fotoplotter und sind so in der Lage, die CAD-Daten direkt weiterzuverarbeiten. Für die Belichtung einer Europakarte werden oft mehr als 200 DM für die Erstellung der benötigten Filme für Oberseite,



Gerber-Kommando	Wirkung
D2:	Licht einschalten
D2:	Licht ausschalten
D3:	blitzen
D10...D99:	Auswahl der Blende, mit der die folgenden Blöcke belichtet werden sollen.
G90:	Absolut-Koordinaten folgen
G91:	Relativ-Koordinaten folgen
M00 oder M02:	Job-Ende
M30:	neuen Nullpunkt festlegen

Unterseite, Soldermaske und Bestückungsaufdruck berechnet.

## PostScript-Belichtungen

Desktop-Publishing ist heute aus dem Bereich Design und Grafik nicht mehr wegzudenken. Die Seitenbeschreibungssprache PostScript hat sich mittlerweile weltweit als geräteunabhängiger Standard zur Ausgabe und Weitergabe von DTP-Dokumenten in der Drucktechnik etabliert. Viele verbinden PostScript mit DTP, Laserdruckern sowie Fotosatz. Schriftstücke, Katalogseiten, Werbebroschüren und Leiterplattenlayouts sind aber im Grunde nichts anderes als Grafiken.

Die Seitenbeschreibungssprache PostScript als stackorientierte prozedurale Programmiersprache bietet alle erforderlichen Möglichkeiten, jede beliebige Grafik darzustellen. Ob der Laserstrahl des Fotosatzbelichters nun den Buchstaben A auf dem Film belichtet oder aber Leiterbahnen und Lötungen, das ist der Maschine letztlich egal. Die modernen PostScript-Laserbelichter genügen hinsichtlich Auflösung, Genauigkeit und Randschärfe höchsten Ansprüchen. Dies ist kein Wunder! Man stelle sich nur vor, was passieren würde, wenn die Masken für einen Vierfarbdruck nicht genau deckungsgleich und paßgenau übereinanderliegen würden.

Aus diesem Grunde eignen sich solche Satzbelichter hervorragend zur Erstellung von Leiterplattenfilmen. Die Qualität der Filme unterscheidet sich meist kaum von der Qualität eines Gerber-Plots. Manche CAD-Programme bieten schon heute die Möglichkeit, PostScript-Daten zu erzeugen. Von entscheidender Bedeutung jedoch

ist vor allem der Preis; Fotosatzstudios berechnen für die Belichtung eines DIN-A4-Films oft nicht mehr als 10 Mark. Auf einer DIN-A4-Seite bringt man im Maßstab 1:1 auf jeden Fall Ober- und Unterseite einer Europakarte unter. Da diese Laserbelichter mit Endlosfilm von der Rolle arbeiten, ist auch der Ausdruck längerer Platinenformate wie zum Beispiel Busplatinen kein Problem. Fotosatzstudios mit PostScript-fähigen Laserbelichtern sind schon längst keine Rarität mehr, was ein Blick ins Branchenverzeichnis unter den Rubriken Fotosatz und DTP verdeutlicht. Hier hat man also die Qual der Wahl und die Möglichkeit zum Preisvergleich.

## Von Gerber nach PostScript?

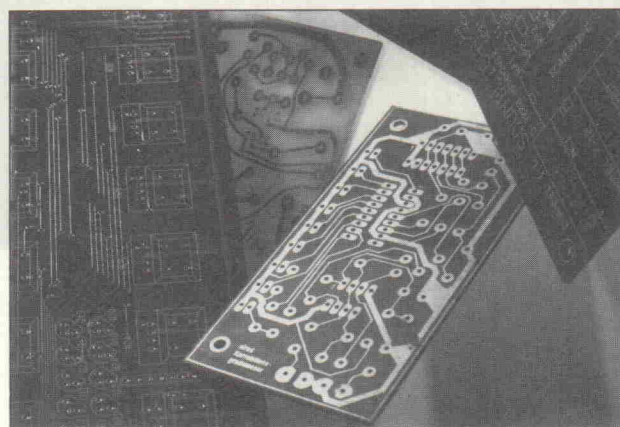
Verfügt das eigene CAD-Programm über keine Möglichkeit, PostScript-Daten zu erzeugen, so gibt es mittlerweile verschiedene Programme, die Gerber-Daten in PostScript-Daten konvertieren. Ein preiswertes Programm dieser Art ist zum Beispiel Flashlight 1.5, das vom Ing.-Büro Maier in München geliefert wird.

Neben der Konversion einzelner Gerber-Dateien in das PostScript-Format bietet das Programm die Möglichkeit der Nutzen-Konvertierung. Mehrere Dateien können so konvertiert und dann platzsparend auf demselben Film montiert werden. So ist eine weitere Kostenersparnis möglich.

Darüber hinaus wandelt Flashlight 1.5 Gerber-Daten in das DXF-Format und das Dateiformat von GEDDY-CAD 5.0. Dadurch hat man die Möglichkeit, Gerber-Dateien mit AUTOCAD oder GEDDY-CAD 5.0 einzulesen. Damit ist eine einfache Kontrolle beziehungsweise Korrektur der Gerber-Dateien möglich.

# Leiterplatten-Hersteller

## Platinen ohne Fehl und Tadel



Marktübersicht

## Eckhard Steffens

**Früher war sie nur ein Hilfsmittel, um die in der Röhrentechnik üblichen Kabelbäume zu vermeiden. Heute ist aus der Leiterplatte ein elektronisches Bauteil geworden, das zumeist in den Designprozeß mit einzubeziehen ist.**

**D**er Notwendigkeit, schnell und unproblematisch Muster bereitstellen zu müssen, hat sich auch die Leiterplattenindustrie angenommen. Dank Layout am PC, automatischer, softwaregestützter Fehler- und Designprüfung, Simulation des Verhaltens analoger und digitaler Baugruppen auf dem Bildschirm hat sich das Entwerfen eines Gerätes verändert. Das Entwicklungsschema sieht damit so aus: Design auf dem PC, CAD-Daten (Gerberdaten und Excellon-Bohrdateien) zur Platinenfirma. Dort wird im Photoplottservice ein Film belichtet, und einige Tage später erhält man 3 bis 5 Musterplatinen.

Wir haben mehrere gleiche Platinen von verschiedenen Firmen anbieten lassen und Preisdifferenzen bis knapp 400 % festgestellt. Man muß dabei natürlich auch die Qualität im Auge behalten: eine gepfuschte Platine macht hinterher mehr Ärger und kostet eventuell mehr Reparaturzeit, als sie Einsparungen bringt.

Problematisch war, insbesondere zu Zeiten der mit Band geklebten Vorlagen, stets der Versand der Filme: nicht selten kamen die postmäßig gebügelt beim Empfänger an. Wer heute Fertigstellungsvorlagen verschickt, kann das in der Regel per Diskette tun: jede Firma hat die Möglichkeit, Daten in einem der Standardformate zu lesen und weiterzubearbeiten. Einige Firmen bieten die Datenübermittlung per Modem an oder unterhalten sogar eine eigene Mailbox, über die man komplette Aufträge übermitteln kann. Nur die Kostenermittlung ist noch nicht ganz im Griff: So gibt eine Firma eine Service- und Infodiskette an potentielle Kunden ab. Hier erfährt man neben Details für Plot- und Fertigungsdaten auch, was später das Board wohl kosten wird – doch nur für Muster bis 10 Stück. Größere Stückzahlen verweigert das Programm mit 'holen Sie bitte ein spezielles Angebot ein'. Und



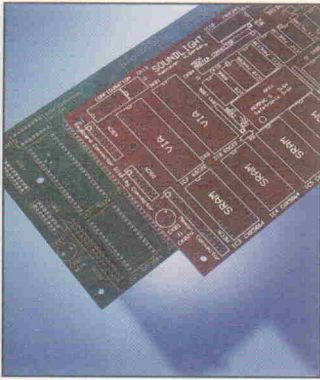
# Leiterplatten-Hersteller – Übersicht

Leiterplatten-Hersteller – Übersicht							Platinenfertigung			
							Mögliche Ebenen			
Hersteller	Straße	Ort	Vorwahl	Telefon	Fax		1seitig	2seitig	Durchkontaktierung	n-fach Multilayer (n)
Ruwei-Werke GmbH	Am Holländer See 70	W-4170 Geldern	0 28 31	39 40	39 42 12		J	J	J	26
Mikron GmbH	Breslauer Str. 1-3	W-8057 Eching	0 89	3 19 07-0	31 90 7 28		N	N	J	16
Burle-Industries GmbH	Hermann-Hollerith-Str. 6	W-5112 Baesweiler	0 24 01	80 60	8 06 10		J	J	J	N
Binder Elektronik	Postfach 11 51	W-6920 Sinsheim	0 72 61	10 77	653 64		J	J	J	12
GfL mbH	Friedrich-Engelborn-Str. 5	W-6800 Mannheim 1	06 21	3 60 55	3 57 45		J	J	J	12
Fellner Druckschaltungsfabrikation	Kieslingstr. 82	W-8500 Nürnberg 13	09 11	56 40 55	56 40 50		J	J	J	20
Fechner-Schulte Electronic	Potsdamer-Str. 10	W-3004 Isernhagen	05 11	61 10 73	61 42 32		J	J	J	10
Elmetec	Außerhalb 16	W-6102 Pfungstadt 2	0 61 57	60 57	847 79		J	J	J	6
Elcoprint GmbH	Aidenbacher Str. 68	W-8358 Vilshofen	0 85 41	30 82	30 81		J	J	J	8
Jürgen H.Dold	Hans-Böckler-Str. 15	W-7312 Kirchheim/T	0 70 21	828 40	5 94 03		N	J	J	12
Deutscheleander GmbH	Bahnhofsstr. 20	W-6924 Neckarbischofsheim	0 72 63	63 11	78 23 18		J	J	J	8
BRW Leiterplattentechnik	Röntgenstr. 6	W-5438 Westerbürg	0 26 63	83 43	46 91		J	J	J	N
Elekonta Marek	Carl-Zeiss-Str. 11	W-7016 Gerlingen	0 71 56	43 09 10	43 09 50		N	J	J	16
Ermecke GmbH	An der Gleiner 36	W-5948 Schmulenberg 5	0 29 72	40 51	29 30		J	J	J	6
Hans-Kolbe & Co	Bahnhofstr. 8	W-3363 Gittelde/Harz	0 53 27	5 00	50 200		J	J	J	N
Precoplat GmbH	Oberdissemer Str. 15	W-4150 Krefeld	0 21 51	82 51	82 53 21		J	J	J	12
PEKE electronic service GmbH	Carl-Benz-Str. 10	W-7776 Owiningen	0 75 51	6 10 84	78 39		J	J	J	8
Eidenberg GmbH & Co.KG	Industriestr. 9	W-5241 Gebhardshain	0 27 47	20 21-22	87 59 09		J	J	J	8
Neust Schaltungs-Elektronik	Postfach 11 54	W-6332 Ehringshausen	0 64 49	78 0	78 50		J	J	J	J
Melchert Elektronik	Dieselstr. 13	W-5000 Köln 40	0 22 34	40 01 0	796 28		J	J	J	20
Lüberg-Technik	Postfach 10 01 63	W-8501 Schwaig	09 11	50 80 37-39	50 51 37		J	J	J	6
Layout Service Kiel	Eckendorfer Str. 83	W-2300 Kiel 1	04 31	18 09 75	170 80		J	J	J	J
Columbus-Contact GmbH	Reichenausr. 55	W-7750 Konstanz	0 75 31	6 27 19	6 65 85		J	J	J	N
Exacta Circuits Ltd.	Brunnenwiesen 21	W-7000 Stuttgart 75	07 11	47 51 31/32	47 92 65		N	J	J	4...max. 24
Boldt Electronic GmbH	Lambertusstr. 36	W-5143 Wassenberg 4	0 24 32	40 94	46 93		J	J	J	N
Glasse Electronic	Löhdorfer Str. 231	W-5650 Solingen 12	02 12	6 75 22	6 75 11		J	J	J	N
Helmur Kramer	Candidplatz 13 I	W-8000 München 90	0 89	65 46 86	65 86 58		J	J	J	20
J.K.S. Leiterplatten GmbH	Am Born 7, OT Hönnersum	W-3270 Harsum	0 51 27	12 18	56 02		J	J	J	N
Peter Biegel GmbH	Daimlerstr. 10	W-6452 Hainburg/Hessen	0 61 82	77 50	7 75 99		J	J	J	J
Jumo Mess- und Regeltechnik	Moltkestr. 13-31, Pf. 12 09	W-6400 Fulda	06 61	60 03 03-0	60 03-5 00		J	J	J	N
Uni-Print Leiterplatten GmbH	Heerweg 4	W-6117 Schaaflheim	0 60 73	8 00 21	8 82 21		J	J	J	8
Wi-Ka GmbH	Wiesenstr. 8-10	W-5012 Bedburg	0 22 72	30 04	44 33		J	J	J	8
Weber GmbH	Tannstr. 6, Pf. 62	W-7214 Zimmern o. R.	07 41	3 10 71	3 21 74		J	J	J	8
SLT Leiterplatten-Technik GmbH	Robert-Bosch-Str. 1, Pf. 11 60	W-7052 Schwaikheim	0 71 95	50 77	5 22 85		J	J	J	J
Schweizer Electronic AG	Postfach 561	W-7230 Schramberg	0 74 22	5 12-0	51 22 91		J	J	J	18
Schiemann GmbH	Sandwiesenstr. 3	W-7417 Pfullingen	0 71 21	7 07-0	7 07-1 23		N	J	J	12
Richter Elektronik	Gew. geb. Lake 11, Hünegräben 6	W-5948 Schmalleberg 1	0 29 72	10 98	29 11		J	J	J	7
LPT GmbH - Leiterpl.technik Hamb.	Warnstedtstr. 59	W-2000 Hamburg 54	0 40	54 66 31	5 40 23 66		J	J	J	10
ILFA GmbH	Lohweg 3	W-3000 Hannover 71	05 11	5 86 76-0	5 86 76 42		J	J	J	12
Curamic Electronics GmbH	Am Stadtwald 2	W-8489 Eschenbach	0 96 45	80 34	82 67		J	J	J	4
High-tech Electronics KG	Ortstr. 54	W-2000 Norderstedt	0 40	52 60 03-0	52 60 03-13		J	J	J	J
Fela Multielectronic GmbH	Max-Spengerstr. 11	W-8302 Mainburg	0 87 51	98 93	98 98		J	J	J	12
Philips Components	Postfach 10 63 23	W-2000 Hamburg	0 40	32 96-0	32 96-249		J	J	J	14
Rodenbeck Leiterplatten GmbH	Industriestr. 30	W-4794 Hövelhof	0 52 57	50 06-0	50 06-50		J	J	J	10
Dinsing-Dits GmbH	Ober der Mühle 30	W-5650 Solingen 11	02 12	64 20	642 20		J	J	J	16
Verwendete Abkürzungen: a. A. = auf Anfrage k. A. = keine Angabe Pos. = Positionierungs-(Bestückungs-)Aufdruck LS = Lötstoplack										

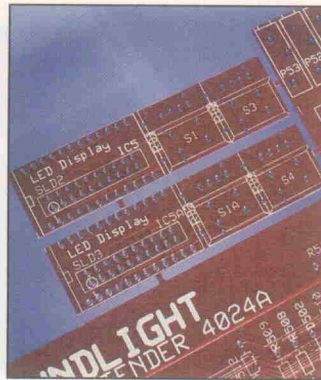


Platinenfertigung								Zusätzliche Dienstleistungen				
Mechanische Daten			Oberflächen- behandlung	Aufdrucke	Lieferzeit			Muster- fertigung	Prüf- verfahren	Layout- Service	Fotoplot- Service	Bestück- kungs- Service
maximale Boardgröße (mm × mm)	Standard- Nutzengröße (mm × mm)	Konturen- Fräsen			Standard (Tage)	Eilzuschläge in %						
						24-h-Fertigung	Tage/%					
635 × 527	k. A.	J	Sn, alle gäng. gal. Veredelungen	J	30...35	a. A.	a. A.	J	el.	J	J	J
600 × 600	k. A.	J	Pb/Sn, Ni/Au, HAL	Pos.	k. A.	k. A.	5/100	J	el.	J	J	N
550 × 340	550 × 340	J	Cu, Sn, PbSn	Pos.	30	50	3/50	J	el.	J	J	J
600 × 500	800 × 600	J	HAL	Pos., Abz.	10	200	3/100	J	opt., el.	J	J	J
480 × 380	460 × 200	J	Pb/Sn, , HAL	J	20	N	5/40	J	el.	J	J	N
500 × 400	500 × 600	J	Au, Ni	LS.,Pos.	25	N	3/100	J	opt., el.	J	J	J
500 × 600	180 × 300	J	Cu, PbSn, Au	LS, Pos.	15	100	3/50	J	opt., el.	J	J	J
450 × 250	400 × 200	J	Cu, Ni/Au, Pb, HAL	gb/we	15	N	200	J	el.	J	J	J
650 × 450	550 × 450	J	Ni/Au	Pos.	15	100	3/70	J	AOI, el.	J	J	J
360 × 490	400 × 530	J	Cu, Au, Probimer 52, HAL	Pos.	25	N	3/20	k. A.	AOI, el.	J	J	J
550 × 400	k. A.	J	HAL, galv. Veredelung	Pos., Abz., Kontakt- drucke	15...25	N	3/100 ...200	3...5 Tg.	k. A.	J	J	J
580 × 430	k. A.	J	Ni/Au	Pos.	10	100	3/-	J	el.	J	J	J
400 × 600	k. A.	J	HAL Sn, Pb, Au	J	20	N	3/300	J	AOI, el.	N	J	N
k. A.	k. A.	J	Umschmelzen, HAL, Au	LS, Pos., Abz.	25	N	3/80	J	el. (250 V)	N	J	J
500 × 800	k. A.	J	HAL, AU	Carbon	35	N	5/100	J	k. A.	J	J	J
650 × 460	650 × 460	J	HAL, Sn, Pb	J	15	100	3/50	J	el., opt.	J	J	J
570 × 550	k. A.	J	galv. PbSn, HAL, Ni-Au	Pos., Abz. Carbon	20	300	3/100	J	el.	J	J	J
540 × 540	k. A.	J	Au, Ni	J	25	-	3/100	J	el.	N	J (Modem)	N
520 × 350	540 × 370	J	k. A.	k. A.	20...25	a. A.	5/100	J	a. A.	J	J	J
700 × 475	606 × 456,5	J	a. A.	a. A.	30	N	k. A.	J	k. A.	N	N	N
k. A.	k. A.	J	Pb/Sn, HAL, Au	Pos., Gummilack	20	N	N	3...5 Tg.	k. A.	J	J	J
k. A.	k. A.	J	J	k. A.	k. A.	J/k. A.	3/k. A.	J	k. A.	J	N	J
400 × 400	k. A.	J	alle, auch Edelmetalle	k. A.	15	N	N	k. A.	k. A.	J	J	N
609 × 508	354 × 230 bis 609 × 485	J	SnPb, HAL, Hot oil, Entec	J	20...30	N	3/250	J	opt., el. Test	J	J	N
370 × 520	a. A.	J	a. A.	a. A.	15	a. A.	a. A.	J	el.	J	J	J
400 × 500	k. A.	J	Au	LS., Pos.	20	N	3/50	J	el., Prüfadapter	J	J	J
400 × 500	250 × 355	J	Au, Pb/Sn, HAL	Carbon,LS., Pos.	15	200	3/100	J	el., Adapter	J	J	J
300 × 300	k. A.	J	HAL, Au	Carbon, div.	7	150	3/50	J	k. A.	N	N	N
600 × 400	k. A.	J	k. A.	Pos., LS	20...30	N	N	5...10 Tg	J	N	J	N
450 × 350	380 × 322	J	div.	Pos.	15	N	N	J	el.	J	J	J
600 × 500	k. A.	J	Sn, Au, Schwarzoxyd	Pos.	20	N	5/k. A.	J	el.	J	J	J
530 × 370	385 × 265	J	Pb/Sn, Ni, Ni/Au	Carbon, Pos.	15	100	3/50	1...3Stück/ 4...5 Tg.	a. A.	J	J	J
k. A.	k. A.	J	Sn, HAL, Ni/Au	Pos., Carb., LS	30	N	N	J	el.	N	N	N
800 × 550	k. A.	J	HAL, Pb/Sn, Ni/Au	Carbon,Pos., LS	45	N	N	ab 5 Tg	el.	N	J	J
480 × 580	500 × 600	J	PbSn, (Bond-)Au, Entek	Pos., Carbon, Abz., LS	30...40	N	N	k. A.	AOI	N	N	J
555 × 510	575 × 530	J	Pb/Su, Au	Pos.	30	k. A.	k. A.	k. A.	opt. el.	J	J	J
400 × 500	k. A.	J	Pb/Sn, HAL, Au, Blackoxyal	LS, Pos., Abdecklack	28	240	3/90	J	J	J	J	N
560 × 470	keine	J	Cu/PbSn HAL Nickel, Gold	J	15	k. A.	100	J	el.	N	J	N
540 × 430	k. A.	J	Cu, PbSn, Au, HAL	Pos., Abz.	20	150	90	J	el. Prüf.	J	J	N
127 × 178 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	94 × 144	J	Ni, Au	LS, Pos.	50	N	5/50	J	J, div.	J	N	J
k. A.	k. A.	J	Sn, Au, Ni, HAL	Pos., Carbon	20	-	-	J	BBT	J	J	J
57 × 480	k. A.	J	Cu, PbSn, Ni, Au, HAL	Pos., Car- bon, Abz.	20	-	5/k. A.	J	efp, ICT, Fkttest	J	J	J
500 × 600	k. A.	J	Cu, PbSn, HAL	Pos., Car- bon, Lötpaste, Abz.	30	-	-	J	opt. el.	N	J	J
450 × 600	bel.	J	Pb, Sn, Au, Blackoxid, HAL	Pos., LS, Carbon	5	a. A.	3/a. A.	J	Orbot, el.			
600 × 600	385 × 350	J	alle gäng. Verf.	alle gäng. Verf.	20	N	3/150	J	Pos.LS.Abz.AOI	J	J	J
Abz. = Abziehlack      HAL = Hot-Air-Leveling      AOI = Automatic Optical Inspection												

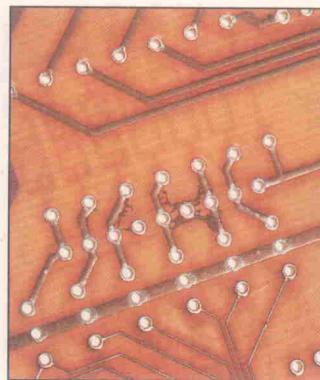




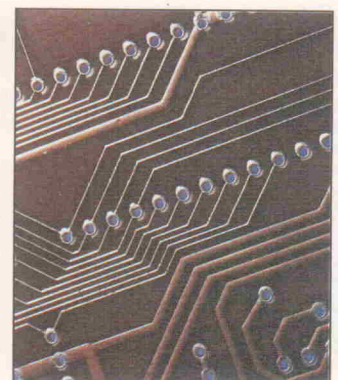
**Bild 1.** Den farblichen Gestaltungsmöglichkeiten sind kaum Grenzen gesetzt.



**Bild 2.** Oft lassen sich kleine Prints sinnvoll neben der Hauptplatine plazieren.



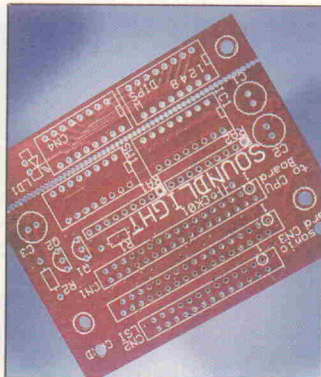
**Bild 3.** Deutlich zu erkennen sind hier die Leiterbahnschlüsse.



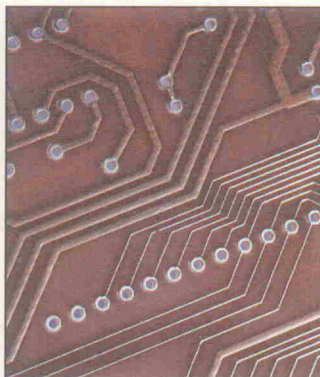
**Bild 4.** Wenig Zusammenhalt: Leiterbahn und Lötage sind fast getrennt.



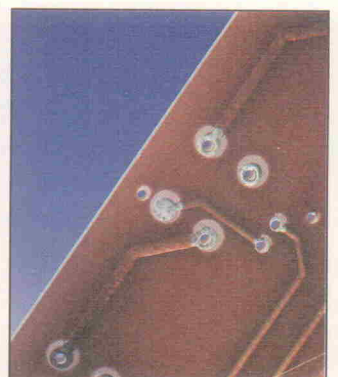
**Bild 5.** Ein kleiner Test 'am Rande' kann hilfreich sein, die Umsetzung von Leiterbahnbreiten beurteilen zu können.



**Bild 6.** Um auf einem Nutzen neben einer Hauptplatine kleinere Einheiten unterzubringen, kann man eine gebohrte Abbruchkante layouten.



**Bild 7.** Mangelhafte Vorlage oder Ätzfehler? Nach einem elektronischen Test hätte diese Platine Ausschuss sein müssen.



**Bild 8.** Ein Designfehler wie dieser – das fehlende Bohrloch geht eindeutig zu Lasten des Layouters – hätte bei einer Endkontrolle auffallen sollen.

das sollte man ja in jedem Falle wohl auch tun.

Benötigt man mehrere verschiedene Platinen, so kann man diese auch im Gesamtnutzen fertigen lassen. Kleine Platinen, die, würden sie einzeln gefertigt, viel Verschnitt bedingen, kann man wie einen Briefmarkenbogen zusammenmontieren und auch als eine solche Gesamtmontage als fertiges Board beziehen. Dabei wird auch die Bestückung einfacher, weil eine solche Multi-Platine als Ganzes eingespannt, bestückt und verlötet werden kann. Die Hersteller haben die Möglichkeit, mit einem Fräser die Platinen auf der Ober- und Unterseite zu 'ritzen', so daß man sie später, fertig verarbeitet, wie eine Schokoladentafel einfach auseinanderbrechen kann. Ein rechteckiges Format und eine große Menge kleiner Teile sind natürlich Bedingung für ein solches Verfahren.

Sind die Platinen fertig, naht die erste Bestückung. Damit nicht auch gleich die erste Enttäuschung naht, sollte man ein paar Regeln beachten:

- Bohrungen nicht zu klein wählen. Besonders bei durchkontaktierten Platinen kann bei zu enger Bohrung und zu dicken Anschlußdrähten das Kontaktierungsrohrchen verletzt werden, späterer Platinenausfall – besonders bei mechanischer Beanspruchung – ist möglich. Standard für freie Durchkontaktierung ist 0,7 mm.

- Durchmesser der Lötungen nicht zu klein wählen. Besonders bei nur einseitigen Platinen die Lötungen größer wählen, damit bleibt die Haftung des Kupfers auf dem Basismaterial gewährleistet. Hier sollte man den Durchmesser der Augen mindestens dreimal so groß wie den Durchmesser der Bohrung wählen, bei durchkontaktierten Platinen kann es weniger sein.

Auch einen Versatz der Bohrung (bis 0,1 mm) sollte man hier einkalkulieren.

- Öffnungen der Lötstopmmaske groß genug wählen, 110 % Lötangendurchmesser können als Faustregel gelten. Haben Sie keine passende Blende in Ihrer Gerber-Datei, nehmen Sie die nächstgrößere. Ein zu enges Pad auf der Stoppmaske führt dazu, daß Fahnen des Stopp-lacks auf die Augen kommen und diese nicht mehr oder schlecht lötbar sind. Natürlich dürfen benachbarte Bahnen nicht mit vom Lötmasken-Pad erfaßt werden.

- Lagern Sie Platinen so, daß sie auslüften können. Stopp-lack-Ausdünstungen können sich sonst auf den offenen Löt-pads niederschlagen und deren Lötbarkeit drastisch verschlechtern.

Mit all diesen Maßnahmen dürfte es kein Problem sein,

eine funktionierende und funktionelle Leiterplatte ohne Probleme zu bekommen. Ein letzter Tip noch:

Wenn Sie erstmalig einen Auftrag mit elektronischer Daten- oder Vorlagenübermittlung erteilen, fügen Sie unbedingt folgende Angaben bei:

- Mit welchem System Ihr Layout erstellt wurde. Viele poluläre Systeme können mit Standardeinstellungen einfach weiterverarbeitet werden, man kennt deren spezifische Schwächen.

- Fügen Sie eine exakte Blenden-tabelle, Aufstellung der Bohrdaten, einen Ausdruck der Platinenstatistik (Abmessungen etc) bei.

- Auch unmaßstäbliche Probe-plots (Matrixdrucker, Laser, Plotter) und ein Bohrplan vereinfachen die Kommunikation.

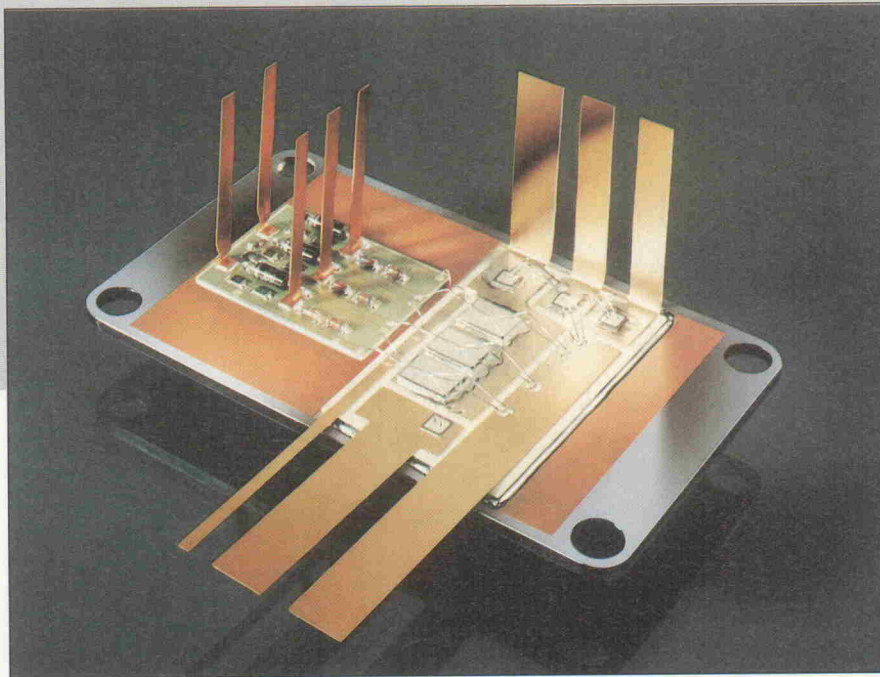


# Prints auf Alu-Basis

## Leiterplatten (Substrate) für Leistungsanwendungen

Peter H. Maier

**Als Basismaterial für die Leiterplattenfertigung hat sich heute die auf Epoxyd basierende FR-4-Platte durchgesetzt. Obwohl das hier beschriebene Aluminiumoxid diesem keine Konkurrenz sein kann, gibt es dennoch Anwendungen, bei denen sich sein Einsatz empfiehlt: gemeint sind in SMT aufgebaute Leistungstreiber.**



**M**it dem Siegeszug der Halbleiter in der Elektronik gewann eine zu Zeiten der Röhrenelektronik im Schatten stehende Technik derart an Bedeutung, daß sie heute aus der Elektronik insgesamt nicht mehr wegzudenken ist: die Kühlung der 'Aktivisten'. Anders als in der Röhrentechnik kann man bei Halbleitern nicht unterstellen, daß die natürliche Kühlung, also die durch Luftströmung und Strahlung, als ausreichend anzusehen ist.

Man muß vielmehr aktiv eingreifen und durch zusätzliche Maßnahmen wie zum Beispiel Kühlbleche, Aluminiumstrang-Preßprofile, Lüfter oder gar Wasserkühler die entstehende Verlustleistung abführen. Andernfalls würde die maximal zulässige Temperatur des Halbleiters, die in der Regel bei 150...180 °C liegt, überschritten werden. Ein Ausfall des Bauelementes wäre die Folge.

Erste gängige Baugrößen für Leistungstransistoren, die TO-5- und TO-18-Gehäuse, wurden direkt in die Leiterplatte eingelötet und mit aufgesteckten Kühlsternen aus Kupfer oder Aluminium mittels Konvektion

oder forcierter Kühlung mit Lüftern gekühlt. Das ebenfalls zu dieser Zeit entwickelte und heute noch verwendete TO-3-Gehäuse wird mittels zweier Schrauben auf einen Kühlkörper montiert, die Anschlüsse durch den Kühlkörper geführt und auf der anderen Seite entweder direkt in eine Leiterplatte eingelötet oder – häufiger – mit fliegender Verdrahtung mit der restlichen Elektronik verbunden.

Die Anfang der 80er Jahre immer häufiger verwendeten TO-220- und TOP-3-Gehäuse sind zum direkten Einlöten in Leiterplatten gedacht und mit nur einer Schraube an einem Kühlkörper zu befestigen. Bei kleineren Leistungen reicht auch die Kühlung mit einem aufgesteckten Kühlblech. Auch diese Halbleiter können diskret, das heißt jeder einzeln, gekühlt werden.

Alle bisher beschriebenen Halbleitergehäuse haben einen großen Nachteil: sie sind bis auf wenige Ausnahmen elektrisch mit dem Chip verbunden und müssen daher bei der Montage mehrerer Halbleiter auf einem Kühlkörper in der Regel

elektrisch voneinander isoliert werden. Die gleichzeitig geforderte gute Wärmeleitung ist an sich ein Widerspruch und ein kostenintensives Montageproblem. Wer schon einmal wärmeleitpaste-schmierende Glimmerscheiben und Isolierbuchsen mit mehreren Halbleitern auf einen Kühlkörper montiert hat, kann ein Lied davon singen.

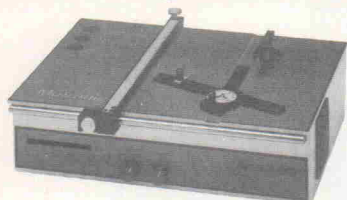
Die Zwänge, sowohl die Montage von Bauelementen weiter zu automatisieren als auch noch kleinere Baugruppen bei gleicher oder höherer Leistung zu verwirklichen, führte zur Entwicklung oberflächenmontierbarer Bauelemente, den SMDs. Diese sind nicht nur wesentlich einfacher zu montieren, sie sind auch kleiner und erfüllen damit den Wunsch vieler Entwickler, mehr Funktionen auf gleicher oder kleinerer Fläche realisieren zu können. Außerdem lassen sie sich auf der Platine isoliert voneinander einlöten.

Die geringere Größe der Bauelemente, speziell die der Leistungshalbleiter, schafft nun ein neues Problem: sie lassen sich nicht mehr diskret kühlen. Das



## »LEITERPLATTEN PRÄZISE TRENNEN«

Diadisc Diamantkreissägen trennen FR2 und FR4 (GFK)  
Leiterplatten in Sekunden durch neuartige Trennscheiben!  
Auch für Alu, Messing, Stahl und Kunststoffe



ab **DM 799,-**

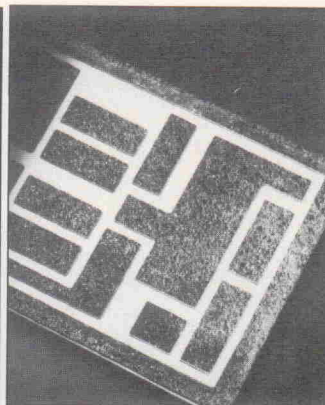
Grundgerät, Drehzahl stufenlos einstellbar  
Diamanttrennscheibe, Lebensdauer ca. 20.000 Europakarten  
Bitte Prospekt ED 4000 anfordern!

DM 799,-  
DM 215,-

**Mutronic**® Trennsägen

St. Urban-Str. 20 · D-8959 Rieden bei Füssen · Tel. 0 83 62/70 62 · Telefax 0 83 62/70 65

Grundlagen



**Bild 1.** Links: eine unbestückte Curamik-Leiterplatte mit geätzter Kupfer-Struktur; rechts: das fertig bestückte Board.

**LEITERPLATTEN**  
IN ALLEN GÄNGIGEN AUSFÜHRUNGEN

**FRONTPLATTEN**  
AUS ALUMINIUM, CNC GEFRÄST

**ALU-GEHÄUSE**  
SONDERANFERTIGUNGEN

**KÜHLKÖRPER**  
BEARBEITUNG

INFOS UND KATALOG KOSTENLOS VON:

**HOFMANN**  
LEITER-  
UND FRONTPLATTEN

POSTFACH 1140 · BERGSTRASSE 17  
W-8417 LAPPERSDORF  
TEL.: 09 41-64 71 71 · FAX: 8 45 27

**SYS**® **SYSTEMS 91**

München,  
21. – 26. Oktober 1991

Besuchen Sie uns:

**ct** magazin für  
computer  
technik

**ELRAD**  
Magazin für Elektronik und technische Rechenanlagen

**X** Multiuser  
Multitasking  
Magazin

Halle 16, Stand B20

**Information  
+ Wissen**

**HEISE** Verlag Heinz Heise  
GmbH & Co KG  
Helstorfer Str. 7  
3000 Hannover 61

**ct** magazin für  
computer  
technik

**X** MULTIUSER  
MULTITASKING  
MAGAZIN

**ELRAD**  
Magazin für Elektronik und technische Rechenanlagen

**HIFVISION**

**Alles aus einer Hand:**

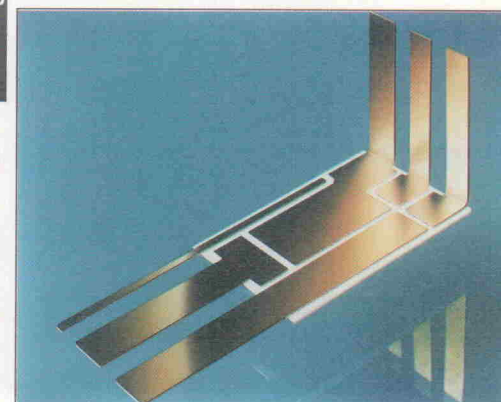
- Leiterplatten
- Bestückungen
- Sensoren
- CNC-Drehteile

**rodbeck**

GmbH

Industriestraße 30, 4794 Hövelhof

Telefon: (0 52 57) 50 06-0, Fax: (0 52 57) 50 06-50



**Bild 2.** Mit den extrem stark ausgeführten Kupferbeschichtungen – hier 400 µm – prädestiniert sich das Curamik-Substrat für Miniatur-Leistungs-module.

heißt, man kann nicht mehr einfach einen Kühlkörper aufstecken, aufkleben oder anschrauben. Die größte und einzig nutzbare Fläche zur Wärmeableitung ist die zur Leiterplatte hin gerichtete. Die entstehende Wärme muß also über die Leiterplatte abgeführt werden – exakt das Gegenteil dessen, was in den vergangenen 40 Jahren Standard war.

Plötzlich verändert sich das Anforderungsprofil an die Leiterplatte in einer geradezu dramatischen Weise: sie soll nicht mehr nur elektrisch isolierender Träger für Bauelemente sein, sondern auch noch Wärme ableiten. Das kann sie nicht, dafür ist sie nicht konstruiert. Das heute am weitesten verbreitete Leiterplattenmaterial FR 4 hat eine Wärmeleitfähigkeit in der Größenordnung von 0,3 W/m·K. Aluminiumoxidkeramik, ein sehr guter elektrischer Isolator, liegt bei 24...28 W/m·K, also etwa dem 80...100fachen des FR-4-Materials.

Was liegt also näher, als Leiterplatten auf der Basis von Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> herzustellen? In der Verbindung mit Leiterbahndicken bis zu 400 µm bietet es alle Merkmale, die gerade für die Leistungs-

elektronik wichtig sind, nämlich:

- beste Wärmeableitung,
- sehr gute Stromleitfähigkeit,
- minimalen Spannungsabfall innerhalb der Platine,
- hohe Wärmekapazität für alle schaltenden Anwendungen,
- niedrigen Wärmeausdehnungskoeffizienten für direkte Chip-Montage,
- hohe maximale Betriebstemperatur,
- sehr gute Temperaturlastwechselbeständigkeit,
- wettbewerbsfähige Preise.

Diese Problemlösung wird heute von der Curamik Electronics GmbH angeboten, einem Unternehmen mit 50 Beschäftigten, das auf seinem Spezialgebiet, nämlich der Herstellung von Substraten für die Leistungselektronik, der Marktführer in Europa ist. Mit einem selbst entwickelten und patentierten Verfahren werden in einem Hochtemperaturprozeß massive Kupferfolien der Dicke 0,1...0,4 mm mit Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Substraten von 0,25...1,3 mm Stärke verschmolzen.

Das Ergebnis ist ein hochwärmeleitendes und mechanisch



außerordentlich festes Verbundmaterial, das die oben angeführten Anforderungen der Leistungselektronik weitestgehend erfüllt. Die Abreißwerte der Kupferbeschichtung von der Keramik erreichen Werte bis zu  $1 \text{ t/cm}^2$  und sind gleichzeitig auch ein Maß für die hohe Wärmeleitfähigkeit des Verbundes. Die Strombelastbarkeit liegt bei etwa 100 A Dauerstrom für eine 1 mm breite Leiterbahn der Stärke 0,3 mm. Hierbei tritt eine Eigenerwärmung von nur 17 K auf. Der Wärmewiderstand für  $1 \text{ cm}^2$  Substrat mit 0,63 mm Keramik beträgt etwa 0,3 K/W, für eine 0,25 mm dicke Keramik liegt er gar nur bei 0,14 K/W. Diese Werte beinhalten bereits die Lotverbindung mit 70  $\mu\text{m}$  Lötstichtdicke. Berücksichtigt man noch die enorme Wärmespreizung durch das massive Kupfer, so ergeben sich in der Praxis noch einmal erheblich niedrigere Wärmewiderstände.

Es gibt zwei Möglichkeiten, die Vorteile solcher Substrate für die Leistungselektronik zu nutzen:

1. Man verwendet Leistungsbaulemente in Gehäusen, die für Oberflächenmontage geeignet sind. Dann lassen sich diese Substrate bestücken und im Reflow-Lötverfahren verarbeiten wie Leiterplatten – bis auf die langsamere Lötgeschwindigkeit, die deshalb erforderlich ist, weil die erheblich höhere Wärmekapazität der Substrate eine höhere Wärmeenergie bedingt, bevor die Löttemperatur erreicht ist.
2. Ideal wird der Einsatz dieser Substrate allerdings erst dann, wenn man die Leistungshalbleiter als nackte Chips unter Schutzgas direkt mit dem Substrat verlötet, die Kontakte über

Drahtbonds herstellt und die Chips passiviert. Anschließend nimmt man die Komplettierung der Schaltung mit SMD-Bauteilen im Reflow-Lötverfahren vor.

Der Aufwand beim letztgenannten Verfahren ist ungleich höher als beim ersten, bringt allerdings auch die besten und kompaktesten Ergebnisse. Der Wärmewiderstand, der bei SMD-Bauteilen zwischen Chip und Außenwand des Gehäuses zusätzlich vorhanden ist, entfällt beim direkten Verlöten der Chips mit dem Substrat. Um wenigstens diesen Betrag kann der Kühlkörper kleiner ausfallen, da die Summe aller Wärmewiderstände zwischen Chip und Umgebung ausschlaggebend für die im Betrieb auftretende Chiptemperatur ist. In der Regel ergeben sich noch zusätzliche Verbesserungen dadurch, daß der Halbleiterchip gelötet wird, während SMDs normalerweise durch Klebtechnik mit dem Substrat verbunden werden. Und gute Kleber erreichen Wärmeleitfähigkeiten von nur etwa  $1...2 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ , während Lote mit mindestens  $35 \text{ W/m} \cdot \text{K}$  wenigstens 20fach bessere Werte liefern.

Gerade bei Leistungshalbleitern ist die erste Verbindung zum Substrat, also zur ersten Wärmesenke, die wichtigste. Hier kommt es darauf an, möglichst großflächig gut wärmeleitende Verbindungen zu schaffen. Bei üblichen Reflow-Lotpasten ist dies nicht möglich, da die beigemischten Flußmittel und andere organische Verbindungen während des Lötvorganges ausgasen und damit zu einem sehr großen Anteil von Lunkern in der Lotverbindung führen.

Man nutzt statt dessen die reduzierende Eigenschaft von Wasserstoff in der Ofenatmosphäre, um Oxidschichten auf den zu verbindenden Flächen zu reduzieren und damit die Metalle – Chipunterseite, Lotplättchen, Substratmetallisierung – optimal auf die Lötung vorzubereiten. Dies funktioniert allerdings nur ab etwa  $300^\circ\text{C}$ , weshalb für alle Halbleiterlotverbindungen relativ hochschmelzende Lote mit einem Schmelzpunkt oberhalb  $300^\circ\text{C}$  verwendet werden.

Zusätzlich steigt die Kompaktheit einer Schaltung durch die Verarbeitung 'nackter' Chips, da diese keinen weiteren Raumbedarf durch ein Gehäuse haben.

Für Anwender, die sich mit der Verarbeitung gehäuseloser Chips noch nicht beschäftigt haben, steht die Curamik Electronics GmbH mit einem besonderen Service bereit: man entwickelt und baut dort Prototypen und Kleinserien von Leistungshybriden und -modulen nach Kundenwunsch. Wenn der Kunde von der Leistungsfähigkeit und der Wirtschaftlichkeit des Konzeptes überzeugt ist, begeht man für den Serienbedarf zwei Wege:

– Entweder ist der Bedarf des Kunden so groß, daß sich die Anschaffung der erforderlichen Anlagen (Schutzgas-Durchlauföfen, Ultraschall-Drahtbohrer, Vergießeinrichtung) für ihn lohnt: Er kann dann das gesamte Verarbeitungs-Know-how erwerben und wird damit selbst zum Chip-Verarbeiter;

– oder er möchte diese Investition nicht oder noch nicht tätigen. Dann übernimmt in Abstimmung mit dem Kunden ein

erfahrender Halbleiterhersteller die Fertigung dieser Baugruppen.

Hauptsächlich wird diese neue Technologie heute angewendet bei:

- Leistungshalbleiter-Modulen (Transistoren, Thyristoren, Gleichrichtern)
- Solid-State-Relais
- Automobil-Elektronik (Zündung, Einspritzung, ABS, Klima, sonstige Regelungen)
- Industrie-Steuerungen
- Stromversorgungen, vor allem unterbrechungsfreien
- Peltier-Elementen
- Militär-Elektronik

Neue Entwicklungen sind Multilayer auf Curamik in der Form, daß die unterste Lage für die Leistung genutzt wird und die darüberliegenden die Ansteuerungsfunktion wahrnehmen.

Immer wichtiger wird dieses Thema hinsichtlich der steigenden Frequenzen, die in Leistungsstufen auftreten. Das heißt, die Länge der Verbindungen zwischen den einzelnen Bauelementen wird immer mehr zu einem limitierenden Faktor für die Effizienz und das Störstrahlverhalten einer Baugruppe. Hier kann der mehrlagige Aufbau von Leistungsmodulen mit integrierter Ansteuerung, verwirklicht mit der hier vorgestellten Technologie, eine attraktive Lösung für den Entwickler dazustellen.

Das Thema der Zukunft heißt Integration von Logik und Leistung auf einem Substrat, mit der Zielrichtung der Verknüpfung von ASICs und Leistungshalbleiter-Chips, ergänzt durch SMDs.

## Platinen-CAD RULE

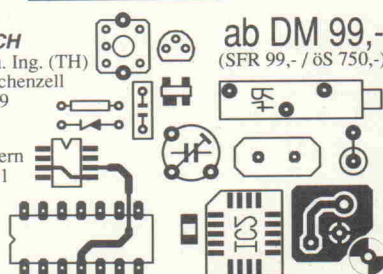
Für PC/XT/AT... Nie mehr Kleben!

Schnell von der Idee zur Platine! Programm und Handbuch in deutscher Sprache. Einfachste Bedienung. Praxiserprobt. 1100-fach bewährt! Beliebige geformte Lötunkte, bel. breite Leiterbahnen, 16 Lagen, erweiterbare Bibliothek (kl.o.gr), Lötstopmaske, SMD, Bestückung, Raster, HF-Anwendungen, WYSIWYG, Mausbedienung,... Fordern Sie unser kostenloses Infomaterial an!

**ING. BÜRO FRIEDRICH**  
H. Friedrich, Dipl. Wirtsch. Ing. (TH)  
Sudetenstr. 14, W-6405 Eichenzell  
Tel. + FAX: 0 66 59 / 22 49

**Hess HF-Technik**  
Allmendstr. 5, CH-3014 Bern  
Tel. + FAX: 0 31 / 41 02 41

**EBV** Marktplatz 26  
A-4680 Haag/H.  
Tel. 0 77 32 / 33 66 0  
FAX: 0 77 32 / 33 66 6



## Leiterplattenentflechtung

Feinleiter-, Normal-, SMD-Layouts, Multilayertechnik. Wir kopieren auch Ihre Leiterplatten! Entflechtungs Programm PCB-layout für Atari ST, PCB-layout: DM 199,-, Großbildschirm DM 298,-, plus Autorouter, DM 398,-, professional: wie plus jedoch für Großbildschirm DM 698,-, NC Platinenfräsen mit isert NC Maschine DM 1498,00, PCB-layout Fräs- & Plottservice.

## FOTOPLOTTER

Herstellung von Reprofilmen bis DIN A3, einfach, bequem, schnell und sehr preiswert mit dem Lightpen-FOTO-Plotter SPL-450. Das Gerät ist für alle HP-GL-Code erzeugende Programme einsetzbar! Eine Linotype o.ä. Filmbelichter ist nun nicht mehr erforderlich. Erstellen nun auch Sie technische Repro-Vorlagen in kurzer Zeit selbst! Die komplette Erstausrüstung: 2 Light-, 8 Farb-faserpens, 25 Filme, Entwicklungsmaterial und Rotlichtlampe DM 3499,-

L-S-K, Eckernförder Str. 83, 2300 Kiel 1 Tel: 0431-180975, Fax 17080



# Hotline

## Teil 2: Analoge Schnittstellen

Olaf Escher

**Zwei A/D-Wandlermodule – nicht ausschließlich – für den Betrieb an der seriellen RAM-Karte, die in der letzten Elrad-Ausgabe vorgestellt wurde, öffnen das Tor zur Analyse dynamischer Signale.**

Die Aufgabe eines A/D-Wandlers ist es, ein genaues Digitalsignal der momentanen Amplitude eines sich ändernden Eingangssignals wiederzugeben. Dadurch ist eine Spezifikation im AC- und DC-Bereich notwendig. Die Daten des Umsetzers ADC 701 können sich sehen lassen:

- Integrale Nichtlinearität typisch 0,0015 % für den gesamten Eingangsspannungsbereich
- Differentielle Nichtlinearität typisch 0,0006 % vom FSR.
- Signal/Rauschabstand: 93 dB
- Klirrfaktor: 0,00068 %

Der Sample-und-Hold-Baustein SHC 702 und der ADC 701 sind in ihrem Timing aufeinander abgestimmt, es werden nur zwei Verbindungen zwischen den Bausteinen benötigt: Die vom SHC-702-Analog-Ausgang zum ADC-701-Eingang und die für

das digitale 'Hold Command' vom ADC 701 zum SHC 702.

### Eingangsbeschaltung des ADC 701

Der ADC 701 (Bild 1) hat vier verschiedene Anschlüsse, womit die Beschaltung unterschiedlicher Eingangsempfindlichkeiten erlaubt wird. Mögliche Einstellungen für Vollausssteuerung sind 0...+10 V,  $\pm 10$  V,  $\pm 5$  V,  $-10$  V...0 V und 0...+5 V. Er verfügt über eine eingebaute, sehr rauscharme Referenzspannungsquelle mit ausgezeichneter Temperaturstabilität. Beim Anschluß einer externen 10-V-Referenz (um beispielsweise die Verstärkung des ADU an eine externe Systemreferenz zu koppeln) bleibt Pin 36 offen, und die externe Referenz wird in Pin 32 eingespeist. Eine solche Referenz muß sehr rauscharm sein, um das exzellente Signal/Rauschverhältnis (SNR) des Wandlers nicht zu verschlechtern.

### Abgleich von Offset, Verstärkung und Umsetzungsgeschwindigkeit

Der Offsetfehler kann mit Hilfe eines 500-k $\Omega$ -Trimmers abgeglichen werden. Als Schutz für den ADC 701 muß ein 30-k $\Omega$ -Widerstand in Reihe zum Schleifer gegen die Analogmasse liegen. Mit dieser

Schaltung läßt sich der Offset innerhalb von  $\pm 0,25$  % der Vollausssteuerung variieren. Die Verstärkung wird mit Hilfe eines 20-k $\Omega$ -Trimmers abgeglichen. Es wäre auch möglich, die Verstärkung mit Hilfe von Parallel- oder Serienwiderständen zum Eingangsnetzwerk einzustellen. Dies kann aber zu Problemen mit der Verstärkungsstabilität über der Temperatur führen.

Der ADC 701 ist vor Retriggierung geschützt, das heißt, eine höhere Abtastfrequenz (Conversion Command) als 500 kHz wird von dem Baustein ignoriert. Bei Abtastfrequenzen größer 500 kHz wird nur jede zweite ansteigende Flanke zum Start einer Umsetzung benutzt. Mit Hilfe des 'Clock Adjust'-Trimmers (P1, 1 k $\Omega$ ) kann die Umsetzzeit innerhalb eines kleinen Bereichs verändert werden.

### Versorgungs- und Masseanschlüsse

Die Stromversorgung des ADC 701, des SHC 702 und anderen analogen Bausteinen müssen voneinander getrennt ausgeführt sein. Es ist notwendig, daß jede Stromversorgungsleitung durch einen Tantal-Elektrolyt-Kondensator an den Bausteinen gegen Masse abgeblockt und über eine Spule entkoppelt wird. Sofern möglich, sollten alle Spannungen über Längsregler stabilisiert sein.

Die -5-V-Versorgung arbeitet mit einer Spannung zwischen -4,75 V und -6,0 V. Ist solch eine Spannung nicht verfügbar, so kann sie mit einem Standardregler (7905) aus der -15-V-Versorgung gewonnen werden. Die Stromaufnahme beträgt maximal 50 mA.

### Digital-I/O

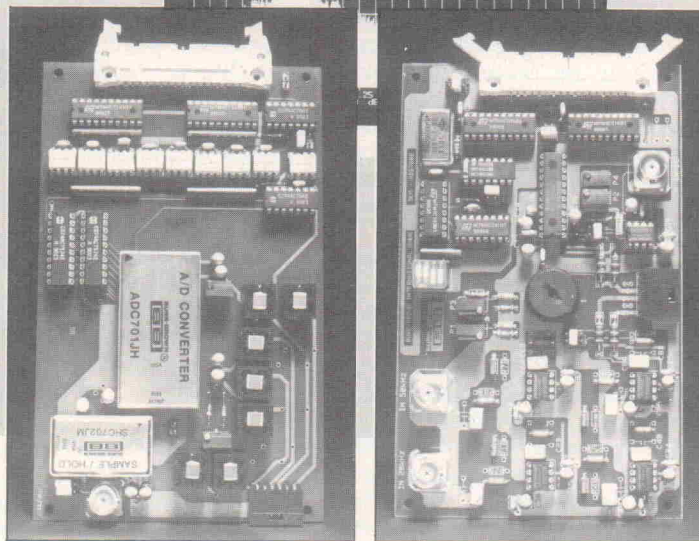
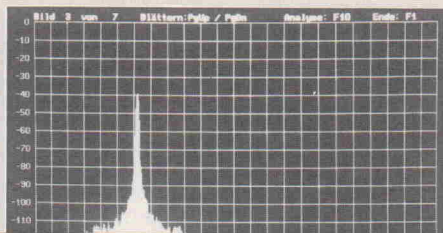
Eine Umsetzung wird durch eine ansteigende Flanke des 'Convert Command'-Signals gestartet. Der Umsetzer legt sofort den Sample & Hold-Steuerausgang auch auf 'High' (Hold Mode). Nachdem die Umsetzung beendet ist (etwa 1,5  $\mu$ s nach der Flanke des Umsetzkommmandos), wird dieser für eine neue Erfassung freigegeben.

Es gibt zwei Möglichkeiten, die Daten vom ADC abzuholen:

1. Getaktete (Strobed Output) synchrone Übernahme. Dies ist die einfachste und schnellste Möglichkeit. Die Daten liegen nacheinander als High- und Lowbyte des gesamten 16-Bit-Wortes an. Die Abfolge High-Low-Byte oder Low-High-Byte wird über den Zustand des High-Low-Auswahlpins (Pin 13) ausgewählt. Das erste Byte ist gültig mit der steigenden, das zweite Byte mit der fallenden Flanke des 'Data Strobe'-Ausgangssignals.

2. Abfrage (Polled Output) asynchrone Übernahme. Bei diesem Verfahren wartet der Anwender, bis das 'Data-Strobe'-Signal auf 'Low' gefallen ist und holt dann seine Daten vom ADC ab, indem High- oder Lowbyte über Pin 13 ausgewählt wird. Diese Möglichkeit erzeugt aber viel eher digitale Rauschstörungen, die in das System eingekoppelt werden können. Es muß deshalb sichergestellt sein, daß das Abholen nur vor oder nach der eigentlichen Umsetzung geschieht.

Für die getaktete Übernahme gibt es mehrere Möglichkeiten. Um die nacheinander anliegenden Daten als 16 Bit breites Wort abholen zu können, ist es notwendig, die ersten 8 Bit in einem Octal-Latch mit der steigenden Flanke des 'Data Strobe'-Signals zwischenspeichernd. Anschließend können alle 16 Bit mit der fallenden Flanke abgeholt werden. Um eine bessere Rauschentkopplung des Digitalteils zu erreichen, oder um die Möglichkeit





einer 'Tri-State'-Entkopplung zu erhalten, wird ein zweites Octal-Latch empfohlen. Außerdem wird dann noch ein Inverter benötigt, der die fallende in eine ansteigende Flanke umwandelt, mit der dann das zweite Byte 'gelatched' werden kann.

## Das Board

Auf dem Board wurde eine galvanischen Trennung vom Digitalteil (Bild 2) des Umsetzers zum Digitalteil des angeschlossenen Rechners beziehungsweise der Hotline RAM-Karte realisiert.

Beim Design der Karte wurde großer Wert auf eine günstige Masseführung gelegt. Die Rechnerschnittstelle ist galvanisch über Optokoppler vom Bus des A/D-Umsetzers getrennt, und ihr Digitalteil wird direkt vom angeschlossenen System, das die Daten abholt, versorgt. Bei der Führung der Masseleitungen auf dem Board

wird zwischen einer Digital-, einer Analog- und einer Signalbezugsmasse unterschieden. Diese Signalbezugsmasse ist großflächig unter dem SHC und dem ADC angeordnet. Auf sie führen direkt nur die eigentliche Signalmasse, die 'Signal Common' des SHC und 'Reference Common' des ADU. Dadurch werden Störungen auf die Signalbezugsmasse reduziert. Alle Abblockkondensatoren gehen auf eine eigene Massefläche und werden erst dann auf die Versorgungsmasse des ADU geführt. Damit können Ausgleichströme in den Abblockkondensatoren keine Potentialverschiebung verursachen.

Die Stromversorgung sollte galvanisch und dynamisch vom Steuersystem getrennt und sehr rauscharm ausgeführt sein. Außerdem sollte sie über eine geringe kapazitive Kopplung zwischen Primär- und Sekundärseite verfügen.

Die Versorgungsspannung wird auf der Karte zusätzlich gefiltert. Bei den Filtern F1...F7 handelt es sich um sogenannte 'Noise Suppression Filter' der Firma Murata, die eine wirksame Störunterdrückung garantieren. Gegebenenfalls können diese Filter bei nicht so hohen Forderungen an die Rauschfreiheit durch 100- $\mu$ H-Spulen mit niedrigen ohmschen Verlusten ersetzt werden.

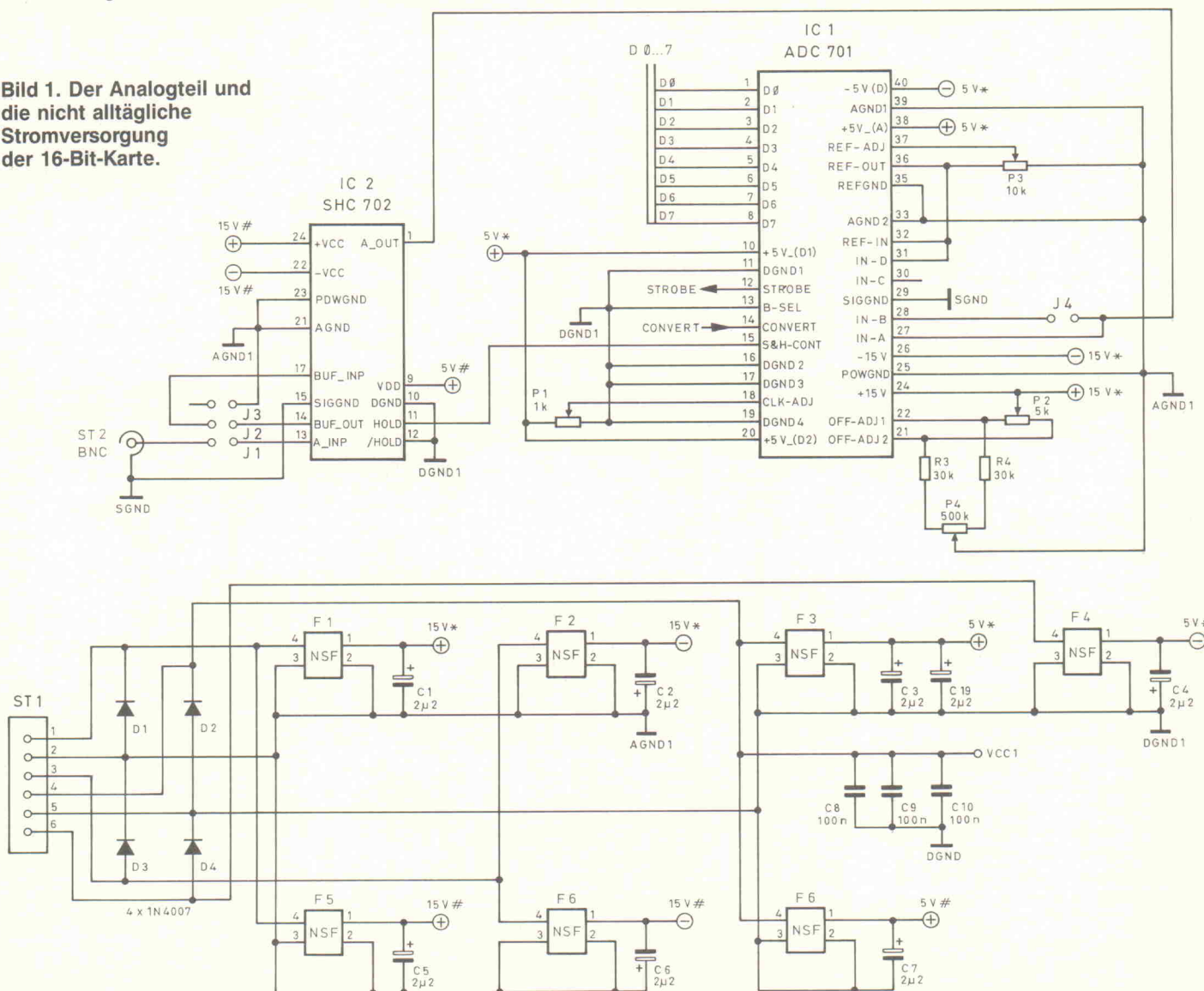
Mit Hilfe der Jumper J1...J3 kann der Eingang des Sample & Hold-Bausteins mit oder ohne internen Puffer benutzt werden. Außerdem kann mit Jumper 4 der Eingangsspannungsbereich für 'Full Scale' umgesteckt werden. Mit J4 beträgt der Eingangsspannungsbereich  $\pm 5$  V, ohne J4  $\pm 10$  V.

Im Analogteil der Schaltung können alternativ zwei Offset-Abgleich-Schaltungen bestückt werden. P2, ein 5-kOhm-Trimpotentiometer, ermöglicht einen Offsetabgleich innerhalb

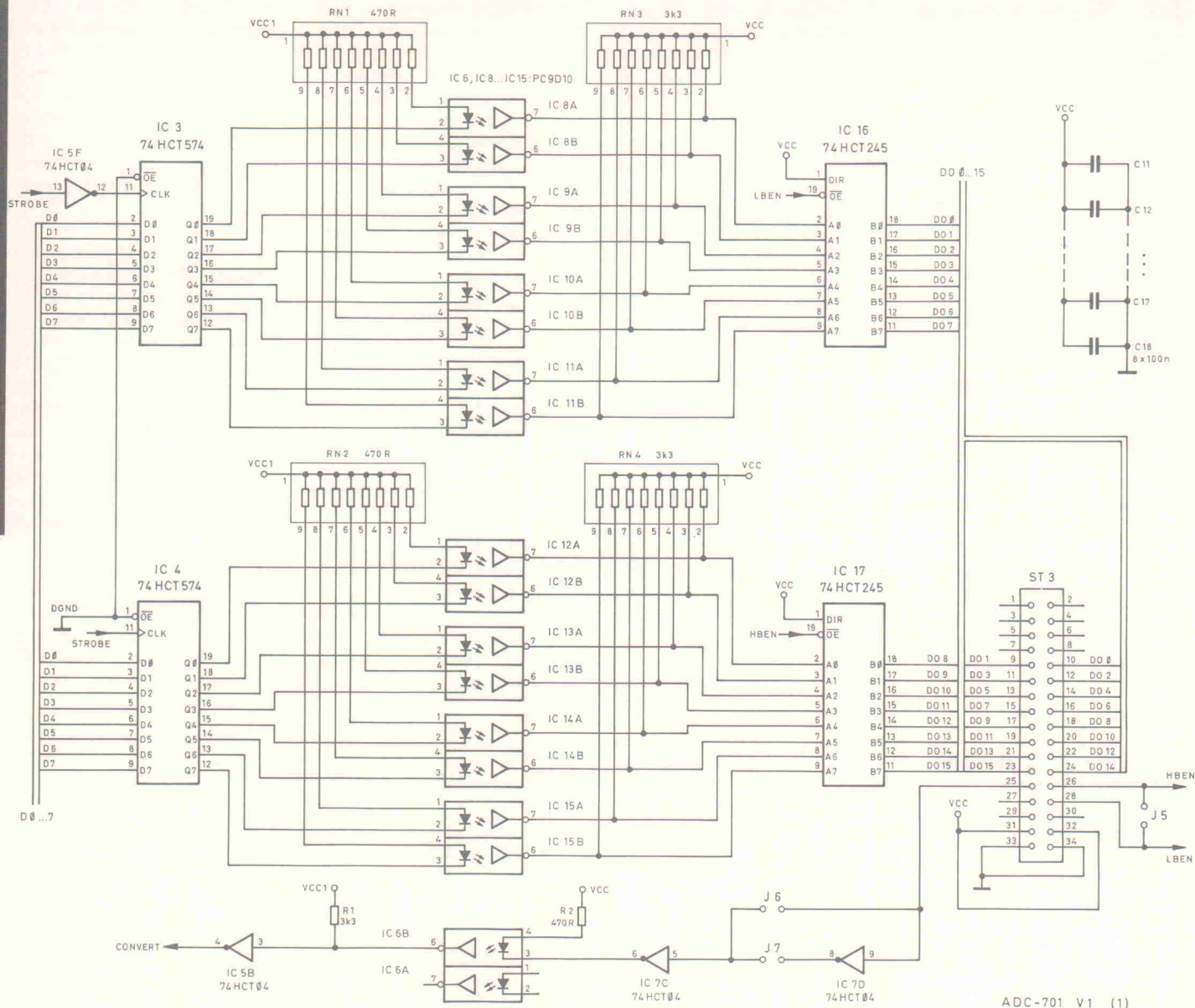
$\pm 0,1$  % vom gesamten Eingangsspannungsbereich. P4 mit den zusätzlichen 30-k $\Omega$ -Widerständen erlaubt einen Trimmbereich von  $\pm 0,25$  %. P3 ist für den Gain-Abgleich zuständig. Mit dem Potentiometer P1 kann optional das interne Timing des ADC 701 geringfügig angepaßt werden.

Bild 2 zeigt den Digitalteil der Schaltung. Hier hat der Benutzer die Möglichkeit, über J6 und J7 die Polarität des Convert-Commands an die verwendete Steuer-Hardware anzupassen. Mit J7 startet eine ansteigende, mit J6 eine abfallende Flanke die Umsetzung. Es darf nur jeweils ein Jumper gesteckt werden. Weiterhin hat der Anwender die Möglichkeit, das Strobe-(Data-Valid)-Signal auch invertiert auf den Stecker 3 zu legen. Es gilt die im Bild gezeigte Jumperbelegung. J5 stellt sicher, daß die Daten mit einem Zugriff 16 Bit breit abgeholt werden können. Ohne J5 können die Daten über

**Bild 1. Der Analogteil und die nicht alltägliche Stromversorgung der 16-Bit-Karte.**







ADC-701 V1 (1)

Pin 4 (High-Byte-Select) und Pin 5 (Low-Byte-Select) byte-weise abgeholt werden.

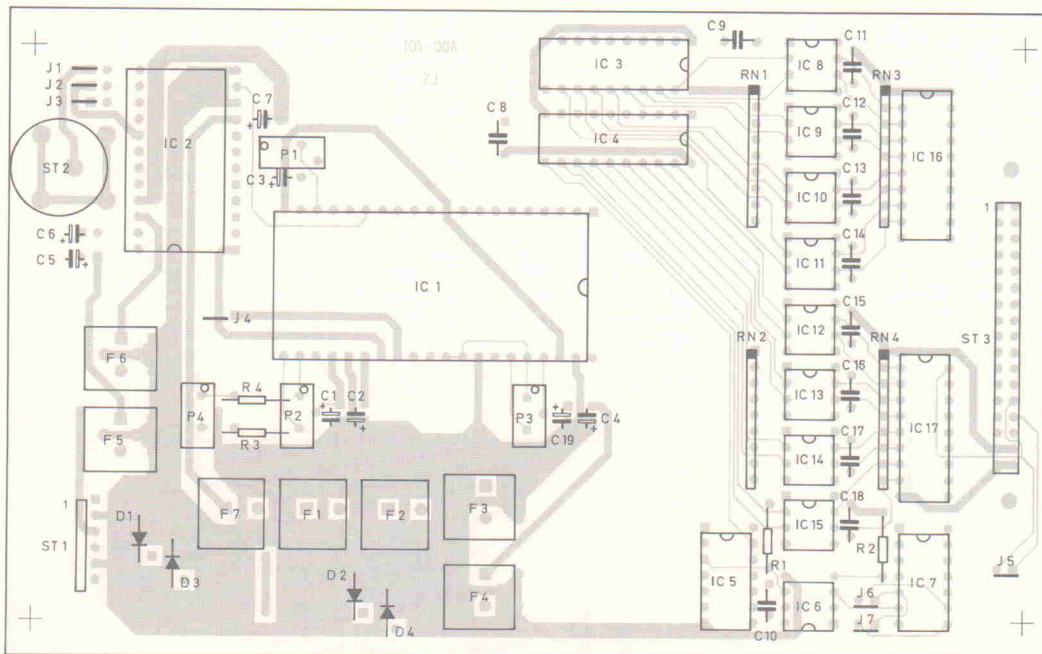
**Bild 2. Der Digitalteil der 701-Karte. Das Steuersystem ist vollständig galvanisch abgetrennt.**

**Bestückungsplan der Hotline 16-Bit-ADC-Karte.**

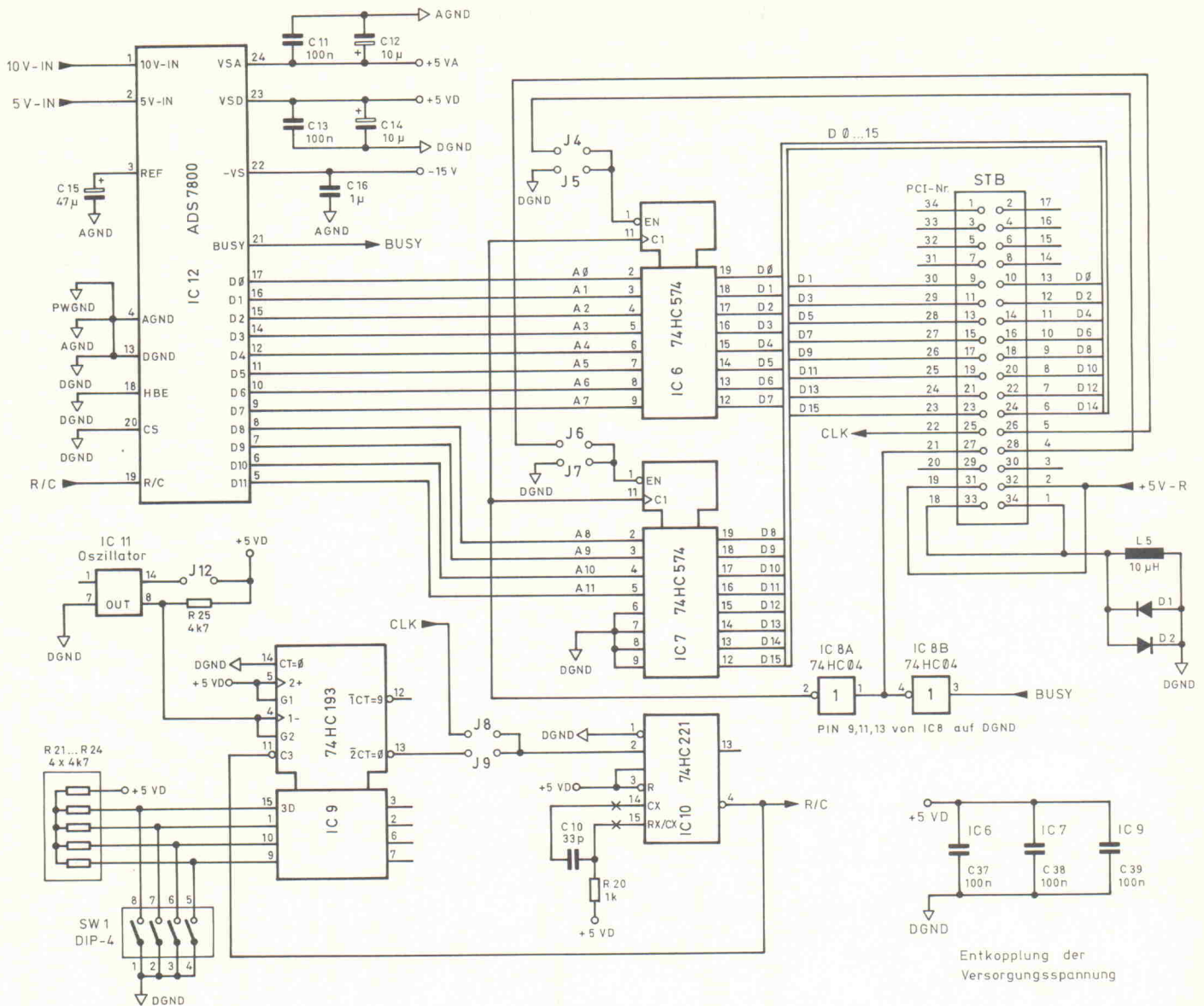
## 12-Bit-Wandlermodul mit dem ADS 7800

Als Alternative zum oben beschriebenen 16-Bit-Modul hier eine 12-Bit-Lösung mit CMOS-Wandler.

Hauptanforderungen an einen A/D-Wandler in der Meßtechnik sind ein niedriger integraler Linearitätsfehler, geringer Offset- und Gain-Fehler (normalerweise abgleichbar) und geringe Drift. Der in der analogen Meßtechnik am weitesten verbreitete Signalbereich beträgt  $\pm 10$  V. Die Mehrzahl der am Markt angebotenen CMOS-Wandler sind nur bis 5 V oder weniger aussteuerbar. Externer Hardware-Aufwand ist in solchen Fällen







Entkopplung der Versorgungsspannung

erforderlich, um das Signal an den Bereich des AD-Umsetzer-Eingangs anzupassen. Der beim ADS 7800 angewandte Herstellungsprozeß ermöglicht den Einsatz hochpräziser Widerstände auf dem Chip, die, exakt

abgeglichen, als Eingangsteiler fungieren und Signale von  $\pm 10\text{ V}$  und  $\pm 5\text{ V}$  an den internen C-MOS-Pegel angleichen.

Die Herstellung der für das Umsetzungsprinzip der sukses-

siven Approximation erforderlichen präzisen Referenzquellen ist in CMOS-Technologie schwierig. Deshalb findet man häufig CMOS-A/D-Umsetzer ohne interne Referenz. Beim ADS 7800 ist es gelungen, eine hochpräzise Referenz mit zu integrieren.

Bild 3. Der A/D-Teil des 12-Bit-Moduls.

Ausgangsleitungen sind während der Umsetzung hochohmig, und alle in dieser Zeit auftretenden Start-Impulse an Pin 19 werden ignoriert. Im 'Read-Mode' ist Pin 19 (R/C) normalerweise 'Low'. Durch High-Impulse werden die Daten gelesen und ein neuer Umsetzungsprozess gestartet. Mit der positiven Flanke gelangen die Daten der vorhergehenden Umsetzung an den Ausgang. Mit der negativen Flanke wird eine neue Umsetzung gestartet, und gleichzeitig können die Daten vom ADS 7800 abgeholt werden.

Im 'Convert'- wie auch im 'Read'-Mode beginnt der ADS 7800 sofort nach einer Umset-

## Stückliste

### Halbleiter:

IC1	ADC 701KH oder JH
IC2	SHC 702JH
IC3, IC4	74HC574
IC5, IC7	74HC04
IC6, IC16...IC15	PC9D10
IC16, IC17	74HCT245
D1...4	1N4007

### Widerstände:

R1	4,7 k $\Omega$
R2	470 $\Omega$
R3, R4	33 k $\Omega$
RN1, RN2	Netzwerk 8 $\times$ 470 $\Omega$
RN3, RN4	Netzwerk 8 $\times$ 4,7 k $\Omega$
P1	1 k $\Omega$ , 10Gang-Trimmer

P3	25 k $\Omega$ , 10Gang-Trimmer
P4	500 k $\Omega$ , 10Gang-Trimmer

### Kondensatoren:

C1...7, C19	4,7...10 $\mu\text{F}$ , Tantal
C8...18	100 nF, keramisch

### Sonstiges:

F1...F7	BNX 002-01 'Noise Suppressionfilter', Firma Murata, oder 100- $\mu\text{H}$ -Spule
ST1	Stecker, 6polig
ST2	Steckerleiste, 2polig
ST3	Stecker gewinkelt, 34polig
J1...8	Jumper
1	Platine Hotline 16-Bit-ADC

## Betriebsarten

Prinzipiell kann der ADS 7800 (Bild 3) in zwei unterschiedlichen Modi betrieben werden. Im 'Convert-Mode' bringt ein 'Low'-Impuls von mindestens 40 ns Dauer am Pin 19 (R/C) den ADS 7800 in den 'Hold-Zustand' und startet die Umsetzung. Während der Umsetzung ist Pin 21 (Busy) 'Low' und geht erst wieder auf 'High', wenn die Umsetzung beendet ist und die Daten am Ausgang zur Verfügung stehen. Die positive Flanke an Pin 21 kann dazu verwendet werden, die Daten vom ADS 7800 abzuholen. Die



zung eine neue Analogwerterfassung. Er folgt der Analogspannung so lange, bis durch einen entsprechenden Impuls an Pin 19 die Umsetzung gestartet wird.

Steht zur Weiterleitung des 12-Bit-Wandlungsergebnisses nur ein 8-Bit-Bus zur Verfügung, besteht die Möglichkeit, abhängig vom Signal an Pin 18 (HBE, High Byte Enable) die Daten in zwei Schritten abzuholen.

Für Pin 18 = 'Low' stehen die 8 LSB an Pin 9...12 und an Pin 14...17 zur Verfügung. Ist Pin 18 = 'High', so liegen die 4 MSB an Pin 14...17 an, und die restlichen Ausgänge liegen auf 'Low'.

Der interne Takt des ADS garantiert eine typische Umsetz-

zeit von 2,47  $\mu$ s und über den gesamten zulässigen Temperaturbereich von 2,7  $\mu$ s. Die Einschwingzeit der Kondensatoren ist mit 300 ns garantiert. Dadurch erhält man eine Gesamtumsetzzeit von maximal 3  $\mu$ s, was einer Abtastfrequenz von 333 kHz entspricht.

## Abgleich

Offset- und Gain-Fehler können über externe Beschaltungen abgeglichen werden. Zuerst wird der Offset abgeglichen, indem am Eingang eine Gleichspannung ( $-2,44$  mV bei  $\pm 10$  V Signalebereich bzw.  $-1,22$  mV bei  $\pm 5$  V Signalebereich) angelegt wird. Während der ADS 7800 kontinuierlich umsetzt, wird Trimmer P1 beziehungsweise P3 so eingestellt, daß das MSB (D11 an Pin 5) 'wackelt'. Danach den Vollausschlag abgleichen. Hierzu wird am Eingang eine Gleichspannung von 3/2 LSB unter Vollausschlag ( $+9,9927$  V bei  $\pm 10$  V Signalebereich bzw.  $+4,9963$  V bei  $\pm 5$  V Signalebereich) angelegt und Trimmer P2 beziehungsweise P4 so eingestellt, daß das

LSB (DO an Pin 17) gerade kippt und alle anderen Bits 'High' sind.

## Die Platine

Dem Anwender stehen auf dem Board zwei Antialiasing-Filter, ein Quarz-Oszillator mit programmierbarem Teiler, ein digitales Interface und der Baustein ADS 7800 mit unterschiedlicher Eingangsbeschaltung und Offsetbeschaltung zur Verfügung (Bilder 3 und 4).

Sämtliche Abgleichschaltungen sind auf der Platine vorhanden und können über den Stufen-drehschalter ausgewählt werden.

Schalterstellung 1:  $\pm 10$ -V-Signalebereich, Abgleich durch P3 (Offset) P2 (Vollausschlag)

Schalterstellung 2:  $\pm 10$ -V-Signalebereich ohne Abgleichbeschaltung

Schalterstellung 3:  $\pm 5$ -V-Signalebereich, Abgleich durch P1 (Offset), P4 (Vollausschlag)

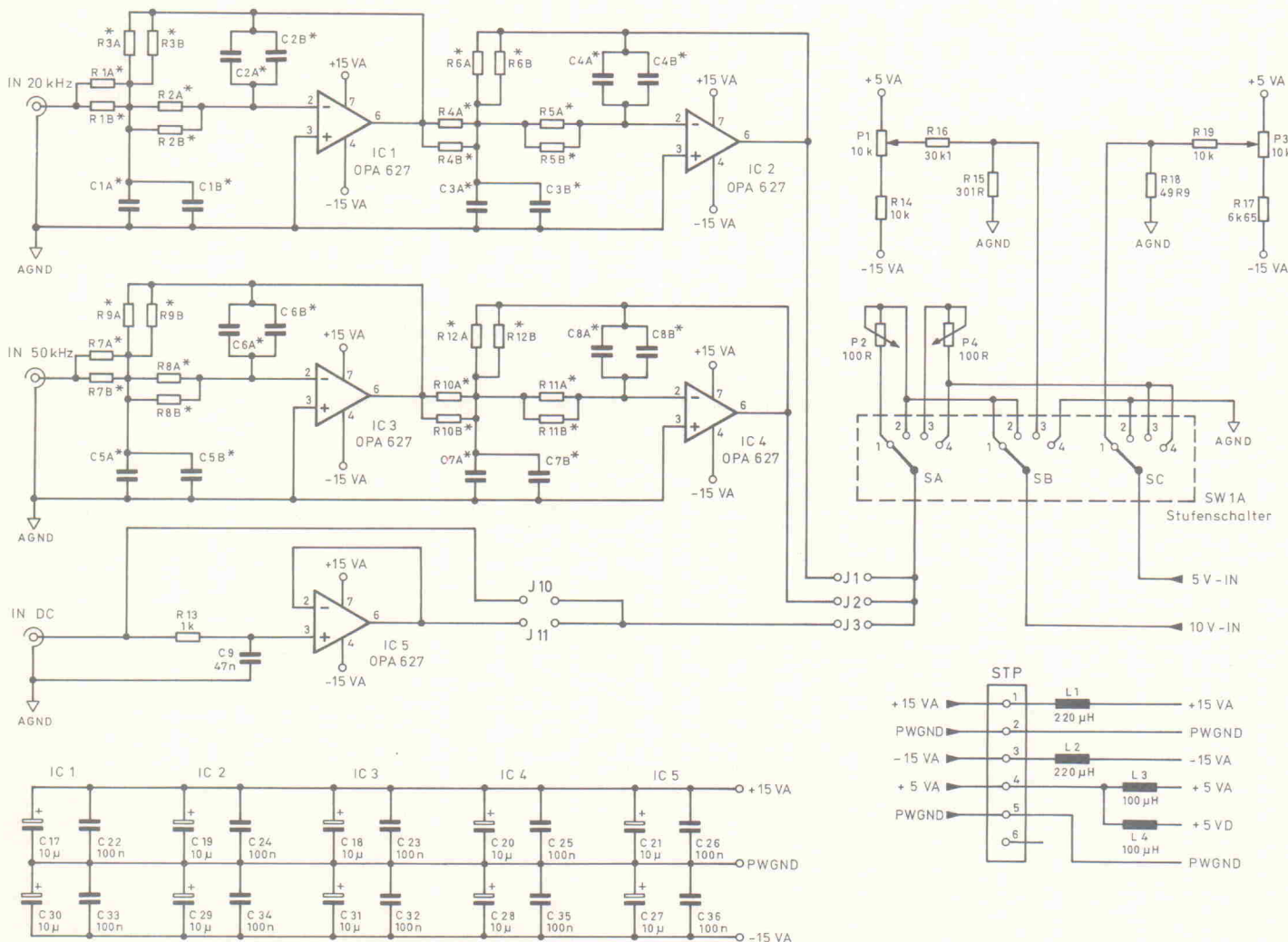
Schalterstellung 4:  $\pm 5$ -V-Signalebereich ohne Abgleichbeschaltung

Um den ADS 7800 dynamisch analysieren zu können, ist ein Antialiasing-Filter notwendig, das Frequenzkomponenten oberhalb der halben Abtastfrequenz sowie störende Signaloberwellen unterdrückt. Dazu sind auf der Platine zwei Antialiasing-Filter mit 20 kHz und 50 kHz Grenzfrequenz vorhanden. Es handelt sich um 4polige aktive Filter, die über die Eingangsbuchsen 'In 20 kHz' oder 'In 50 kHz' zugänglich sind.

Um die Rauschbeiträge und Klirrprodukte der Operationsverstärker so gering wie möglich zu halten, sind die Filter mit invertierender Beschaltung realisiert. Der verwendete Operationsverstärker OPA627 ist extrem rauscharm und weist bei niedrigen Frequenzen ein Open-Loop-Gain von 120 dB auf. Durch den 2stufigen Aufbau läßt sich eine Dämpfung von 80 dB/Dek ohne eine Signalinvertierung erzielen.

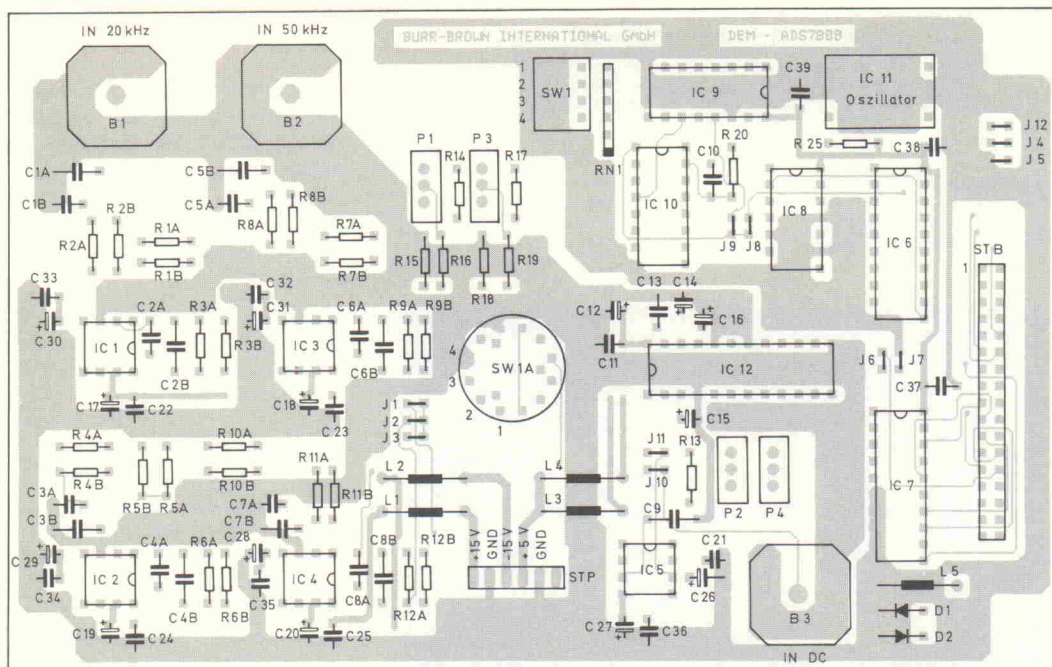
Für statische Messungen steht die Buchse 'In DC' zur Verfügung, die über einen Operationsverstärker gepuffert ist.

**Bild 4. Die beiden Eingangsfilter bieten Grenzfrequenzen von 20 kHz und 50 kHz.**



Entkopplung der Versorgungsspannungen der Filter - OP's





**Bild 5. Der Bestückungsplan für das 12-Bit-Modul.**

Über die Jumper J1, J2 und J3 werden die Eingangsbuchsen ausgewählt und das entsprechende Signal an den Eingang des ADS 7800 gelegt. Zusätzlich besteht die Möglichkeit, den Puffer-OP zu überbrücken, so daß Signale direkt an den ADS angelegt werden können.

Die Jumper haben folgende Bedeutung:

- J1 gesteckt: Eingangsbuchse 'In 20 kHz'
- J2 gesteckt: Eingangsbuchse 'In 50 kHz'
- J3 gesteckt: Eingangsbuchse ohne Filter

Wird zusätzlich J10 gesteckt, ist der Puffer-OP überbrückt, bei gestecktem J11 dient der Pufferverstärker als Eingangstreiber.

## Steuerung des ADS 7800

Sämtliche Steuerimpulse für den ADS 7800 können entweder von einem externen Mikroprozessor angelegt werden oder zum Beispiel von der Hotline RAM-Karte. Oder aber der ADS 7800 wird für statische Messungen in einem 'Stand-alone-Mode' betrieben, wobei der vorhandene Quarz-Oszillator verwendet werden kann.

Durch Stecken des Jumpers J8 werden die Umsetzimpulse am 34poligen Stecker (STB) an

Pin 25 erwartet. Wird Jumper J9 gesteckt, gelangen die Umsetzimpulse vom 1-MHz-Quarz-oszillator über einen einstellbaren Teiler an den ADS. Der Wert ist binär am 4stelligen DIP-Schalter einstellbar.

Die Ausgabedaten werden in D-Flipflops zwischengespeichert. Mit der positiven Flanke vom ADS-Pin 21 (Busy) kommen die Daten in die D-Flipflops und erscheinen dort am Ausgang, wenn der Freigabeingang Pin 1 (OE, Output Enable) von IC5 und IC7 auf 'Low' liegt. Dieses erreicht man entweder über das Stecken der Jumper J5 und J7, so daß OE ständig auf 'Low' liegt und die Daten ständig am Ausgang zur Verfügung stehen, oder man steckt Jumper J4 und J6.

Jetzt muß das Low-Signal extern über den 34poligen Stecker (STB) an Pin 28 für das Low-Byte angelegt werden und an Pin 26 für das High-Byte. Die Daten stehen so am 34poligen Stecker (STB) zur Verfügung.

## Layout

Durch die hohe Geschwindigkeit und Linearität des ADS 7800 werden besondere Anforderungen an das Layout gestellt. Um die ausgezeichneten Daten des Bausteins in der Praxis zu erreichen, wurden auf der Platine die verschiedenen Versorgungsspannungen und Masseleitungen separat verlegt und über LC-Glieder gefiltert. Die Induktivität verhindert gleichzeitig, daß Störungen über die Abblockkondensatoren

auf die Masse eingekoppelt werden. Die Abblockkondensatoren sind dabei so nahe wie möglich an den ICs platziert.

Um Störeinflüsse vom Digitalteil auf den Analogteil so ge-

ring wie möglich zu halten, sind sowohl die Spannungsversorgungen als auch die Masseleitungen für den Analogteil und den Digitalteil getrennt ausgeführt. Um sicherzustellen, daß das angelegte Signal unverzerrt abgetastet wird, ist auch die Signalmasse separat geführt. Ein 'ruhiger' Signalbezugspunkt ist für eine zuverlässige Arbeitsweise unerlässlich. Deshalb wurden die separat geführten Masseleitungen nur an einem Punkt nahe am ADS miteinander verbunden.

Die Masse am 34poligen Stecker (Pins 33 und 34) ist gegenüber der Digitalmasse durch eine Induktivität entkoppelt.

Für die Spannungsversorgung sollten linear geregelte Netzteile verwendet werden, da Schaltnetzteile oft erhebliche hochfrequente Störungen produzieren.

Der Einsatz der bis dato beschriebenen Hardware-Baugruppen für die Signalanalyse wird Gegenstand der nächsten Hotline sein.

## Stückliste

### Halbleiter:

IC1...IC5	OPA627
IC6, IC7	74HC574
IC8	74HC04
IC9	74HC193
IC10	74HC221
IC11	Oszillator, 1 MHz
IC12	ADS7800
D1, D2	1N4148

### Filterwiderstände (0,5%, BP 0207):

R1	5,262 kΩ
R2	6,678 kΩ
R3	5,262 kΩ
R4	4,039 kΩ
R5	7,43 kΩ
R6	4,039 kΩ
R7	6,109 kΩ
R8	13,975 kΩ
R9	6,109 kΩ
R10	6,089 kΩ
R11	5,322 kΩ
R12	6,089 kΩ

### Sonstige Widerstände:

R13	1 kΩ
R14	10 kΩ
R15	301 Ω
R16	30,1 kΩ
R17	6,65 kΩ
R18	49,9 Ω
R19	10 kΩ
R20	1 kΩ
R21...R24	Widerstandsnetzwerk 4 × 4,7 kΩ
R25	4,7 kΩ

P1, P3	10 kΩ, 10Gang Trimmer, stehend
P2, P4	100 Ω, 10Gang Trimmer, stehend

### Filterkondensatoren (1 %) FKP 2:

C1	3,3 nF
C2	1 nF
C3	10 nF
C4	220 pF
C5	1 nF
C6	220 pF
C7	3,3 nF
C8	100 pF

### Sonstige Kondensatoren:

C9	47 nF
C10	33 pF
C11, C13	100 nF
C12, C14	10 µF
C15	47 µF/6,3 V, Tantal
C16	1 µF, Tantal
C17...C21	10 µF, Tantal
C22...C26	100 nF
C27...C31	10 µF, Tantal
C32...C39	100 nF

### Sonstiges:

SW1	DIL-Schalter, 4polig
SW1A	Stufenschalter, 3 × 4
STP	Steckverbinder 6polig
STB	Steckverbinder, 17 × 2
B1...B3	BNC-Buchsen
J1...J11	Jumper
L1...L4	100 µH
L5	10 µH
1 Platine	'Hotline 12-Bit-ADC'



# S/P-DIF-Konverter

Wandlung digitaler Spannungen  
in optische Signale und retour

Matthias Carstens

Die erste Generation von DAT-Recordern besaß ausschließlich koaxiale Ein- und Ausgänge für die Sony-Philips-Digitalschnittstelle. Neue DAT-Recorder verfügen in der Regel nur über einen Optical-Out. Der hier vorgestellte Konverter verbindet neu mit alt und besticht durch seine Einfachheit.



Um Störungen bei der digitalen Überspielung zwischen zwei DAT-Recordern zu vermeiden, setzten die Hersteller in ihre ersten Modelle zunächst Übertrager zur galvanischen Entkopplung ein. Eine derartige Lösung ist nicht nur teuer, sondern verschwendet auch wertvollen Platz. Deswegen wechselte man schnell zu optischen Übertragungsverfahren mittels LWL-Technik. Nun

kommt es vor allem in der Studiotechnik nicht selten vor, daß man zwei Recorder dieser beiden Kategorien miteinander verbinden möchte. Ohne koaxialen Ausgang ist jedoch der Anschluß an ältere DAT-Recorder – aber auch Sampler, PCM-Wandler, digitale Mischpulte – wegen der fehlenden optischen Eingänge nicht möglich. Auch portable DATs werden zunehmend nur noch mit

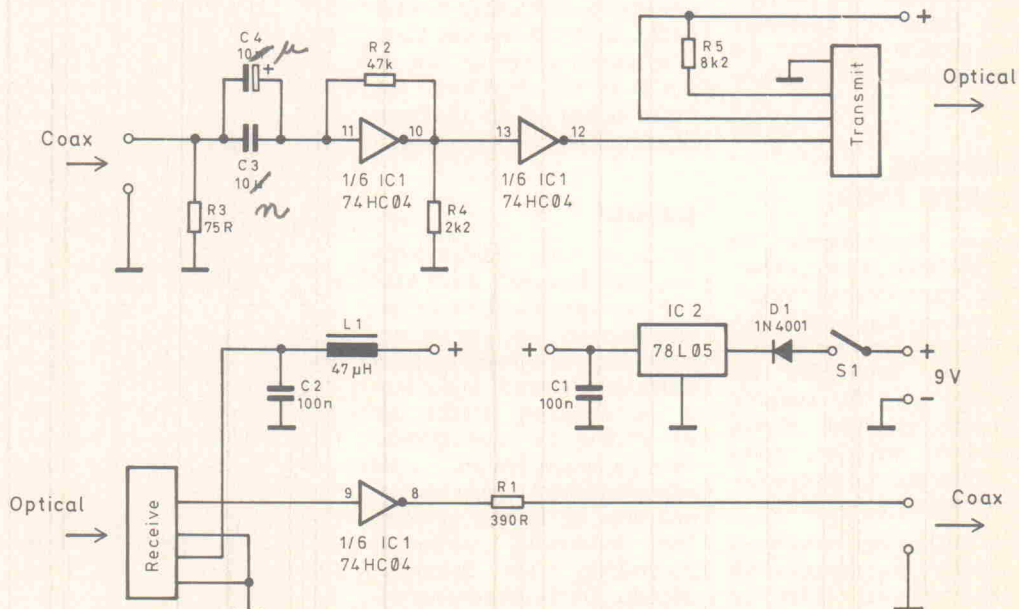
optischem Digital-Ausgang geliefert.

Mit einer recht einfachen Schaltung lassen sich optische in koaxiale und koaxiale in optische Signale umwandeln (Bild 1). In Form eines externen Adapters kann man damit zwei Geräte problemlos miteinander verbinden.

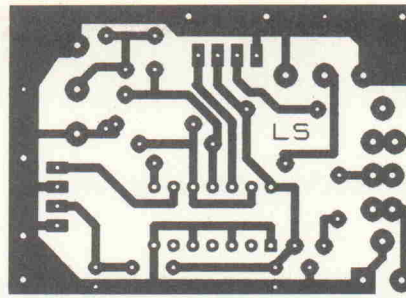
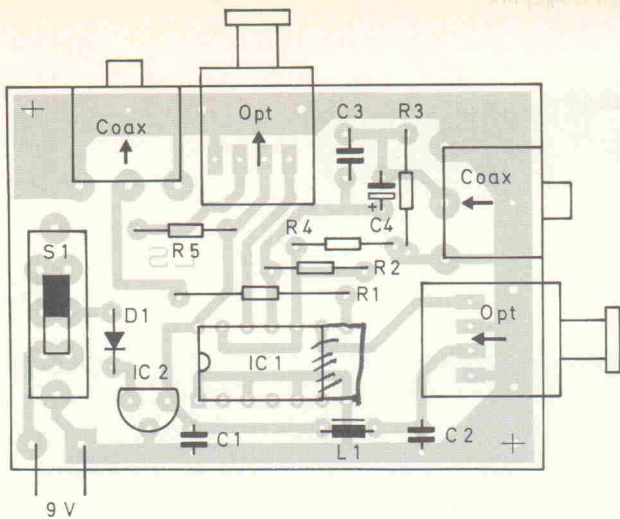
Die koaxiale Schnittstelle nach S/P-DIF-Norm weist an einem Lastwiderstand von  $75\ \Omega$  einen Pegel von  $0,5\ V_{SS}$  bei einer Frequenz von  $3,072\ MHz$  auf (Abtastfrequenz =  $48\ kHz$ ). Hieraus ergibt sich die Dimensionierung der Schaltung. Der erste Inverter des 74 HC 04 – man achte auf das HC – bringt das  $0,5\ V$ -Signal auf TTL-Pegel; der zweite säubert das Digitalsignal. Da die Formate von koaxialem und optischem Signal identisch sind, kann man das oben gewonnene TTL-Signal direkt an die Transmitter-Unit legen. In diesem Baustein befindet sich neben der roten ( $660\ nm$ ) Sende-LED die Leistungsstufe, eine spannungs-gesteuerte Stromquelle, die das Licht der Diode mit dem digitalen Signal moduliert.

Auch der umgekehrte Weg ist nicht aufwendiger, denn die Receive-Unit beherbergt bereits die Elektronik, die die Lichtimpulse in saubere Nullen und Einsen wandelt. Der Baustein benötigt jedoch eine externe Siebung, bestehend aus einer

Einfach, aber effektiv:  
die Schaltung des  
Opto-TTL-Konverters.







Die Platine lässt sich bequem in einem kleinen Kunststoffgehäuse unterbringen.

Drossel (L1) und einem Kondensator (C2). Als Treiber für den coaxialen Ausgang reichen ein weiterer Inverter (IC1) und ein Ausgangswiderstand (R1) aus. Bei einer Belastung des Ausgangs mit  $75\ \Omega$  besitzt der Ausgang eine Amplitude von  $0,5\ V_{SS}$ , womit man der Norm entspricht.

In der Praxis zeigt sich allerdings, daß man aus Sicherheitsgründen lieber mit etwas höheren Pegeln arbeitet. Das stört

jedoch kaum, da digitale Eingänge praktisch übersteuerungsfest sind und – wie auch diese Schaltung – empfindlicher arbeiten, als es unter normalen Bedingungen erforderlich wäre. Besonders zeigt sich dieses bei Geräten mit AES/EBU-Schnittstelle. Diese symmetrische Schnittstelle hat einen Nennpegel von  $5\ V_{SS}$ , läßt sich aber trotzdem meist problemlos mit einem coaxialen Ausgang des S/P-DIF-Formats betreiben. Die digital-

len Formate sind nämlich praktisch identisch; der Kopierschutzcode wird aber nicht erkannt.

Sollte ein AES/EBU-Eingang zu unempfindlich sein, so kann der Konverter auch zur Pegelanpassung 'mißbraucht' werden, indem man den Wert von R1 verringert. R1 sollte jedoch nicht beliebig klein gewählt werden, da der Inverter sonst Schaden nehmen könnte. Die AES/EBU besitzt einen Ein-

## Stückliste

### Widerstände:

R1	390R
R2	47k
R3	75R
R4	2k2
R58k2	

### Kondensatoren:

C1,2	100n
C3	10n
C4	40µ

### Halbleiter:

D1	1 N 4001
IC1	74 HC 04
IC2	78 L 05

### Sonstiges:

L1	47µH
----	------

### Transmitter-Unit TOTX172

(Nr.: 146 493 111)

oder GP-1F32-R (8/749 921-11)

### Receive-Unit TORX172

(Nr.: 146 487 811)

oder GP-1F32-T (8/749 921-12)

S1 Schalter 2 x Um, Print

1 Platine

## Normen-Philosophie und Kopierschutz

**AES/EBU, S/P-DIF, SCMS**, drei Normen, die auf den ersten Blick nichts miteinander zu tun haben. Doch seitdem die Digitale Revolution ihren Einzug auch in das kleinste Heimstudio feiert, zerfließen die Grenzen. In gleichem Maße wächst die Verwirrung.

**AES/EBU** ist eigentlich die professionelle Digitalschnittstelle: Symmetrische  $5\ V_{SS}$ , Lastwiderstand  $110\ \Omega$ , XLR-Anschlüsse, kein Copy-Prohibit. Jedoch betrug die Sampling-Frequenz ursprünglich  $44,056\ \text{kHz}$ . Wird solches Material mit einem DAT-Recorder aufgenommen und wieder abgespielt, ergibt sich eine Verstimmung des analogen Materials um  $0,1\ \mu\text{s}$ . Inzwischen arbeitet die AES/EBU auch mit  $44,1\ \text{kHz}$ .

**S/P-DIF** nennt sich die Sony/Philips- oder IEC958-Schnittstelle; sie ist die einfache unsymmetrische Consumer-Ausführung mit einem Pegel von  $0,5\ V_{SS}$ , einem Lastwiderstand von  $75\ \Omega$  und Cinch-Anschlüssen. Das Datenformat ist im Grunde kompatibel zu AES/EBU, jedoch enthält es zusätzlich die Kopierschutzinformation.

**SDIF/2** ist eine nur in Mastering-Studios gebräuchliche Sony-Norm. Die technischen

Daten lauten:  $5\ V_{SS}$ , BNC-Anschlüsse, getrennte Leitung für rechten und linken Kanal sowie Sync-Signal.

**SCMS** (Serial Copy Management System) ist, wie der Name schon sagt, ein Kontrollsystem für digitale Überspielungen, das 1989 eingeführt wurde. Der Code kennzeichnet nicht nur, ob kopiert werden darf oder nicht, sondern auch, ob die Signale einer analogen Quelle entstammen oder schon einmal auf digitalem Wege kopiert wurden:

- 00 Kopie erlaubt;
- 10 Kopie nicht erlaubt;
- 11 eine Kopie erlaubt.

Bei der Vielfalt der Formate, die in einem digitalen Studio vertreten sind, kann man sich manchmal darüber wundern, warum überhaupt noch etwas funktioniert – oder eben nicht. Beispielsweise läßt sich eine analoge Eigenaufnahme eines SCMS-Gerätes nicht auf einen alten DAT-Recorder überspielen. Denn empfängt dieser die ID-6-Information 11, so interpretiert er diese als 10. Spielt man umgekehrt dieses Band von dem alten Recorder ab, sendet dieser freundlicherweise 00.

Wie die Hersteller mit den einzelnen Formaten umgehen, belegen die folgenden Beispiele. So

nutzte Sony im DAT PCM-2500 die Kompatibilität von IEC- und AES-Format aus, indem das AES/EBU-Signal intern direkt auf den S/P-DIF-Datenstrom geschaltete wurde. Ein Copy-Prohibit auf AES hätte also die Aufnahme verhindert, aber es war ja keins vorgesehen.

Akai-Sampler sind in Musikstudios weit verbreitet. Diese Geräte sind mit dem Digital-Interface IB 104 nachgerüstet, an dem sich zwei Klinkenbuchsen befinden, die sowohl mit AES/EBU als auch mit S/P-DIF betrieben werden können. Der Grund liegt darin, daß der letztere auch mit dem hochpegeligen Signal des AES/EBU gespeist werden kann, da eine Übersteuerung der Eingänge die digitale Information nicht verfälscht.

Zum Glück wird das Thema Kopierschutz von vielen Firmen nicht gar so ernst genommen. Der Tascam DAT DA-30 besitzt zum Beispiel einen echten AES/EBU-Eingang, der auf Copy-Prohibit-Informationen nicht reagiert. Gleichzeitig ist er so empfindlich, daß er sich von einem S/P-DIF-Signal ansprechen läßt. Noch einfacher geht es beim Panasonic SV-3700; er hat zwar SCMS, aber nur wiedergabeseitig. Aufnehmen kann er alles.

gangswiderstand von  $110\ \Omega$ , was den Pegel gegenüber einer  $75\ \Omega$ -Last bereits erhöht.

Wer den Konverter nur benötigt, weil seinem DAT-Recorder ein coaxialer Ausgang fehlt, kann die Transmitter-Unit weglassen. Er spart dadurch Geld und Strom. Für die Stromversorgung befindet sich auf der kleinen Platine ein 5-V-Längsregler, der durch die Diode D1 zusätzlich gegen Verpolung geschützt ist. Die komplette Schaltung zieht einen Strom von rund  $60\ \text{mA}$  ( $40\ \text{mA}$  ohne Transmitter-Unit) bei  $9\ \text{V}$  Versorgungsspannung. Batteriebetrieb ist also nur für Kurzzeitbetrieb ratsam. Besser ist ein kleines externes Netzteil zur Stromversorgung.

Noch ein Wort zu den optoelektronischen Bausteinen. Die im Elektronikfachhandel erhältlichen Sende- und Empfangsdiode für LWL-Technik können hier nicht verwendet werden. Man käme nicht nur bei der elektrischen, sondern vor allem bei der mechanischen Anpassung in Schwierigkeiten. Die für die HiFi-Technik vorgesehenen optischen Verbindungsleitungen besitzen andere Steckanschlüsse. Da Audio-LWL-Koppler nicht im Handel erhältlich sind, muß man auf Originalersatzteile zurückgreifen. Receive- und Transmitter-Unit erhält man bei der Firma Sony zu einem Preis von jeweils etwa  $30\ \text{DM}$ .

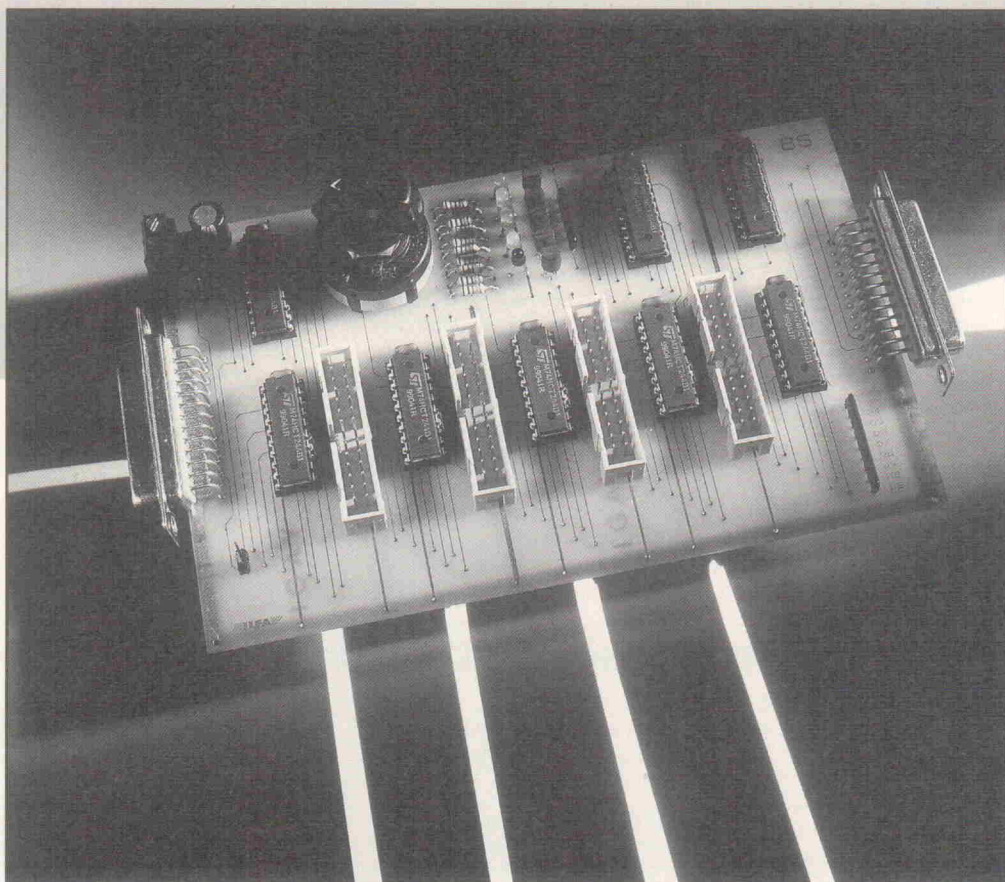


# Fünf auf einen Streich

## Centronics-Umschaltung für den Atari ST

Jürgen Methfessel

Das Problem ist bekannt, und der Ablauf wiederholt sich fast täglich: die Butlerbewegung nach vorne, die rechte Hand greift, der täglichen Bewegung müde, zitternd hinter den Atari. Mit einem Ächzen wird zum x-ten Mal der Stecker aus der Parallelen herausgezogen, die linke Hand tastet nach dem nächsten Stecker. Wo mag er sein, Glück gehabt, diesmal auf Anhieb den richtigen erwischt. Ein Vorgang, der fast zum Ritual wird. Hier ist die Lösung: 1 Eingang, 5 Ausgänge, alle Datenleitungen gepuffert, elektronisch umschaltbar, wahlweises Arbeiten mit dem Busy- oder Acknowledge-Signal. Das alles untergebracht auf einer zweiseitigen Europlatine.



**D**ie Schnittstellenarmut des Atari ST ist hinlänglich bekannt. Bei so manchem User besteht die Rechner-Peripherie aus mehr als nur einem Drucker. Der Autor dieser Zeilen besitzt alleine fünf Geräte, die den Centronics-Anschluß vorweisen: Drucker, Plotter, EPROM/GAL-Brenner, EPROM-Simulator und zuletzt eine I/O-Karte.

Die hier vorgestellte Schaltung macht aus dem einen ungepufferten Druckerport des ST gleich deren fünf gepufferte. Wem das noch nicht ausreicht, der kann auch mehrere Platinen in Reihe schalten. Durch die Pufferung ist auch das Problem des Anschlusses von alten Druckern gelöst. Denn früher benutzte man bei den TTL-ICs am Eingang eines Druckers beispielsweise Pullup-Widerstände mit niedrigen Werten, was zu relativ hohen Strömen führte. Dagegen ist leider der

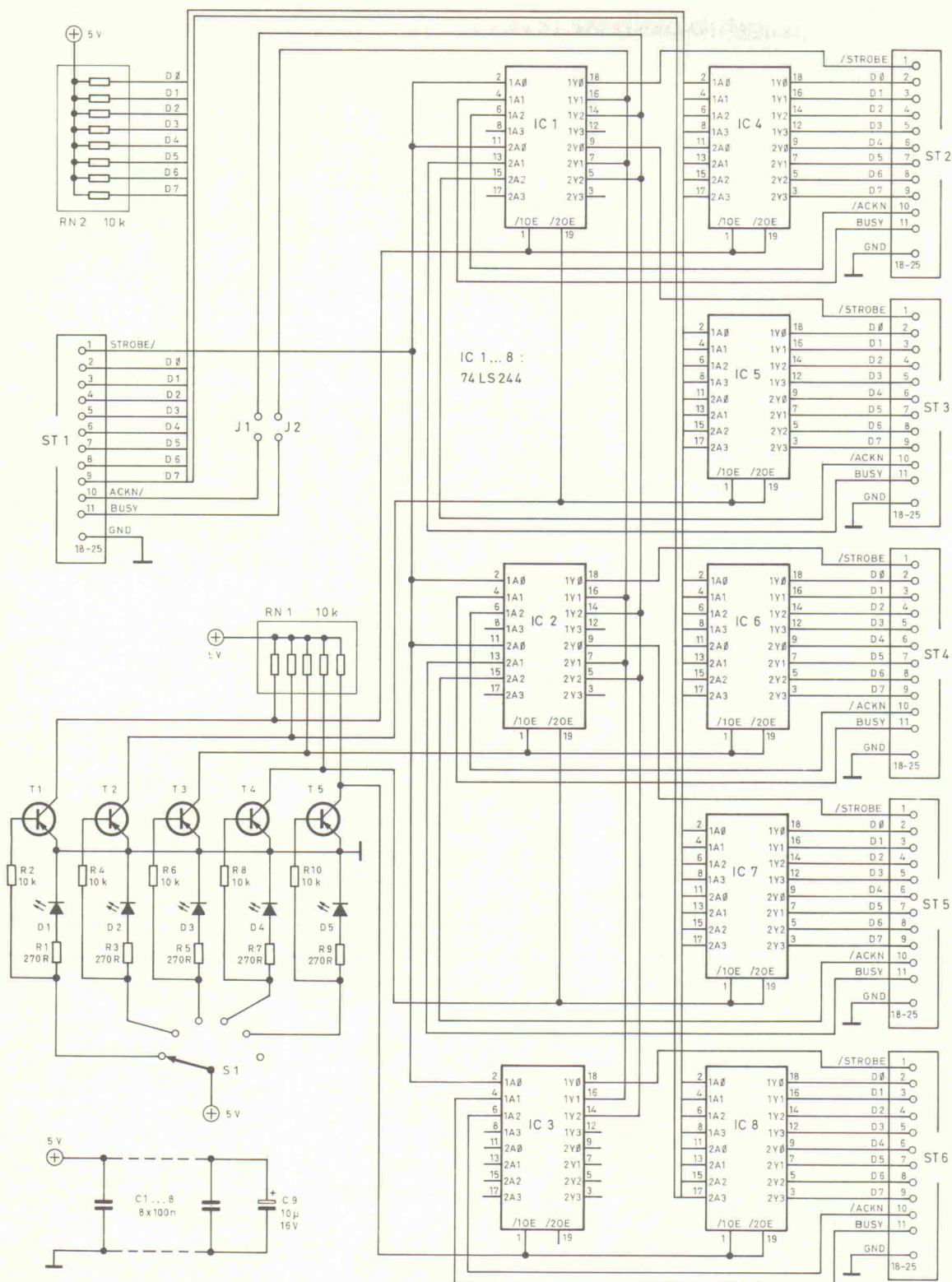
Soundchip des ST, der die Centronics-Schnittstelle verwaltet, allergisch, will heißen: Er verkraftet die hohen Ströme nicht. Bei den heute üblichen Geräten mit LS-TTL-ICs und Pullup-Widerständen zwischen 3... 5 k $\Omega$  ist das aber kein Problem mehr.

Die Elektronik des Umschalters ist recht einfach. Wie man der Stückliste entnehmen kann, benutzt die Schaltung nur gängige und preiswerte Bauteile. Den Kern bilden die 8-Bit-Leistungstreiber 74 LS 244. Sie enthalten je zwei unabhängige 4-Bit-Puffer, die über die Freigabeleitungen /EO1 und /EO2 gesteuert werden. Solange diese Leitungen auf Low (0 V) liegen, sind die entsprechenden Puffer aktiv. Einer von ihnen hat die Aufgabe, aus einem möglicherweise schwachen und verformten Eingangssignal ein definiertes, sauberes Ausgangssignal zu bilden. Wechselt der

Zustand der Freigabeleitungen auf high (>2 V), so werden die Pufferausgänge hochohmig, oder anders gesagt, einfach abgeklemt. Sowohl die Datenleitungen (D0...D7) als auch die drei Steuerleitungen Strobe, Busy und Acknowledge sind dabei gepuffert.

Die Datenübertragung benötigt meistens nur zwei der drei Steuerleitungen. Das wäre zum einen das Strobe-Signal: es kommt vom Computer und besagt, daß Daten zur Übertragung anstehen. Und zum zweiten das Busy-Signal: es geht zum Computer und bedeutet, daß die Daten zur Zeit noch verarbeitet werden. Das Acknowledge-Signal wird nur selten verwendet und entspricht dem Busy, jedoch mit dem Unterschied, daß Acknowledge nur kurz, impulsartig aktiviert wird, wenn der Einlesevorgang beendet ist – also eine Freigabemitteilung. Durch Jumper





**Bild 1. Die Schaltung erspart so manchen Griff hinter den Rechner. Der Drucker hat das Listing des brandneuen Programms gedruckt; ein Dreh, und der Rechner kann es weiter zum EPROM-Simulator schieben.**

wird nun bestimmt, ob Acknowledge (J1) und/oder Busy (J2) gebraucht wird; Strobe wird immer benötigt. Da der ST Busy benutzt, Acknowledge jedoch verschmäht, werden bei ihm J2 gesteckt und J1 offengelassen. Dank der Jumper arbeitet die Schaltung flexibel und ist auch für andere Rechnertypen offen.

Ein Blick in den Schaltplan (Bild 1) zeigt den einfachen Aufbau der Schaltung. Links befindet sich die Eingangsbuschse (ST1), rechts die verschiedenen Ausgangsbuchsen (ST2...ST6). Während IC1...3 die Pufferung der Steuerleitungen übernehmen, sind die übrigen ICs für die Datenleitungen zuständig. Durch die

Aufteilung der 74 LS 244 in zwei unabhängige 4-Bit-Treiber können sich die Steuerleitungen von jeweils zwei Centronics-Buchsen einen Puffer teilen, und man kommt mit insgesamt acht ICs aus (IC3 bleibt sogar zur Hälfte unbenutzt).

Über den Drehschalter S1 bestimmt man die gewünschte

Ausgangsbuchse. Dabei zieht der angewählte Transistor – zum Beispiel T1 – die Freigabeleitungen der benötigten Puffer (IC1, IC4) auf Masse. Somit ist die entsprechende Ausgangsbuchse angewählt. Die übrigen Transistoren, in diesem Fall T2...T5, bleiben gesperrt, wodurch alle anderen Puffer über RN1 deaktiviert sind.



Sonderausführungen, auch Einzelstücke

Neu



Unsere neueste Transformatorserie, in die unsere 30-jährige Erfahrung im Trafobau eingeflossen ist:

### Flach-Ringkerntrafo-Serie RKZ

nach VDE 0550, neue, aufwendige und absolut brummfreie Mittenbefestigung mit Gummizentrierbolzen, Befestigungsinnengewinde, freie Drahtenden 100 mm, primär 1 x 230 V, 30 Lagertypen, Sonderausführungen auf Anfrage

#### Bestell-Nr.

RKZ 50, 50 VA, DM 39,20	
RKZ 5075 2 x 7,5 V 3,3 A	
RKZ 5012 2 x 12 V 2,0 A	
RKZ 5015 2 x 15 V 1,7 A	
RKZ 5020 2 x 20 V 1,25 A	
RKZ 5025 2 x 25 V 1,0 A	
RKZ 5030 2 x 30 V 0,8 A	

RKZ 100, 100 VA, DM 55,70	
RKZ 10012 2 x 12 V 4,0 A	
RKZ 10015 2 x 15 V 3,3 A	
RKZ 10020 2 x 20 V 2,5 A	
RKZ 10025 2 x 25 V 2,0 A	
RKZ 10030 2 x 30 V 1,7 A	

RKZ 200, 200 VA, DM 72,60	
RKZ 20012 2 x 12 V 8,3 A	
RKZ 20018 2 x 18 V 5,5 A	
RKZ 20025 2 x 25 V 4,0 A	
RKZ 20030 2 x 30 V 3,3 A	
RKZ 20035 2 x 35 V 2,8 A	
RKZ 20040 2 x 40 V 2,5 A	

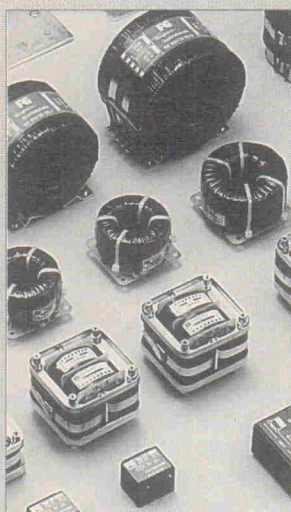
RKZ 300, 300 VA, DM 81,70	
RKZ 30012 2 x 12 V 12,5 A	
RKZ 30020 2 x 20 V 7,5 A	
RKZ 30025 2 x 25 V 6,0 A	
RKZ 30030 2 x 30 V 5,0 A	
RKZ 30035 2 x 35 V 4,25 A	
RKZ 30040 2 x 40 V 3,75 A	
RKZ 30045 2 x 45 V 3,3 A	

RKZ 400, 400 VA, DM 94,80	
RKZ 40015 2 x 15 V 13,3 A	
RKZ 40020 2 x 20 V 10,0 A	
RKZ 40025 2 x 25 V 8,0 A	
RKZ 40030 2 x 30 V 6,6 A	
RKZ 40040 2 x 40 V 5,0 A	
RKZ 40050 2 x 50 V 4,0 A	

#### Abmessungen:

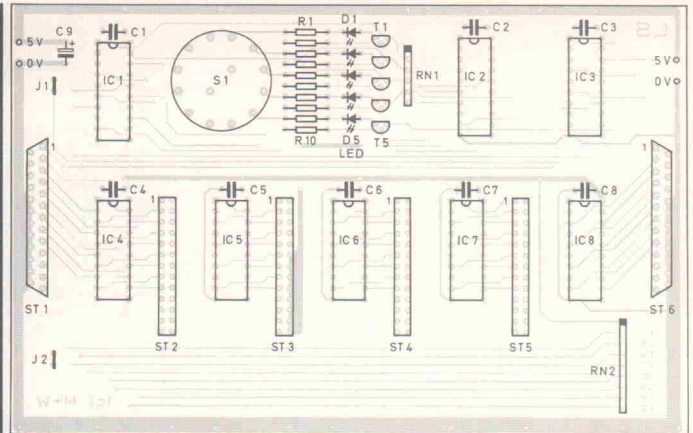
RKZ 50	Ø 72	H 46 mm
RKZ 100	Ø 93	H 51 mm
RKZ 200	Ø 113	H 48 mm
RKZ 300	Ø 122	H 56 mm
RKZ 400	Ø 125	H 67 mm

Unser weiteres Trafo-Programm umfaßt über 150 Lagertypen in **Schnitt- und Ringkerntechnik Trenntrafos, Anpassungstrafo, Kleintrafos, Flachtrafos usw.** von 1,2 - 1000 VA, Ansprechpartner für Sonderausführungen und technische Beratung: Willi Müller



**FG-ELEKTRONIK**  
Dipl.-Ing. F. Grigelat GmbH  
Mühlweg 30 - 32  
D-8501 Rückersdorf

Fordern Sie unsere Lagerliste Nr. 41 an.  
Telefon 09 11/57 01 01  
Telefax 09 11/57 01 00, Tx 623936



**Bild 2. Die Schaltung kommt mit gängigen Standardbauteilen aus und ist schnell aufgebaut. Der Drehschalter läßt sich direkt auf die Platine löten; das erspart unnötigen Kabelsalat.**

### Stückliste

Widerstände:	
R1,3,5,7,9	270R
R2,4,6,8,10	10k
RN1	5 x 10k, SIL
RN2	8 x 10k, SIL

Kondensatoren:	
C1...C8	100n, ker.
C9	10µ/16V, Elko

Halbleiter:	
IC1...8	74 LS 244 (ALS/HCT)
T1...5	BC 547 o.ä.
LED1...5	3 mm, 1-4 grün, 5 rot

Sonstiges:	
J1,2	Jumper
S1	Drehschalter 2 x 6 z. B. LORLIN
ST1	25pol. Sub-D, männlich, gewinkelt
ST2...5	2 x 13pol. Steckerleiste
ST6	25pol. Sub-D, weiblich, gewinkelt
1 Platine	

Somit kann es nicht zu Mißverständnissen zwischen den angeschlossenen Geräten kommen. Parallel zu jedem Transistor liegt eine LED, die seinen Schaltzustand und damit die gerade aktive Ausgangsbuchse kennzeichnet.

Zu RN2 noch folgendes: Die acht Datenleitungen D0...D7 sind über das Widerstands-Array als Pullup-Widerstände beschaltet. Der korrekte Abschluß mit Pullups vergrößert die Übertragungssicherheit bei langem Drucker- oder Centronics-Kabel. Das Array ist aber nur nötig ab zwei Meter aufwärts.

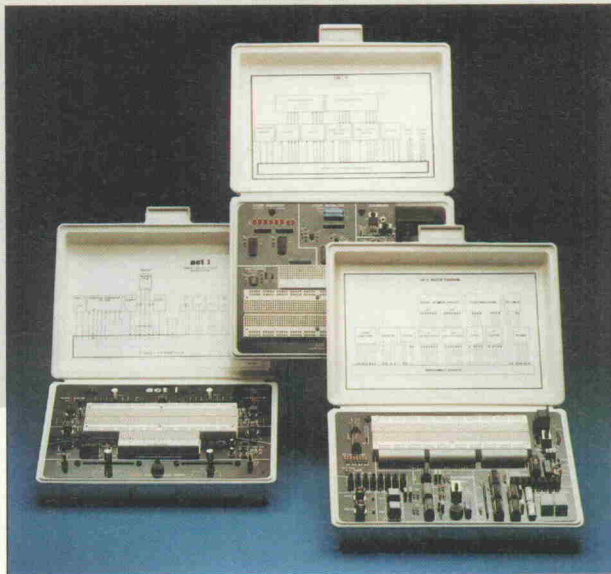
ST2...ST5 sind als 26polige Steckerleisten ausgeführt. Somit kann man sie wahlweise auf der Löt- oder Bestückungsseite anbringen, wodurch sich das Kabelgewirr im Gehäuse in

Grenzen hält. Das rechteckige Lötauge markiert auch hier immer Pin 1 (Strobe) der Steckerleiste. Beim Anbringen des Flachbandkabels mit dem anzuschließenden Gerät ist auf die Belegung zu achten. An Pin 1 (rechteckiges Lötauge) gehört das Strobe-Signal, Pin 26 bleibt frei. Alle Masseleitungen sind mit anzuklemmen. Wenn nicht, kann es zu Störungen bei der Datenübertragung kommen. Warum? Jeder stromdurchflossene Leiter ist von einem Magnetfeld umgeben. Bei Änderung dieses Feldes (high/low) wird eine Spannung induziert. Die Folge ist die Beeinflussung einer benachbarten Datenleitung. Aus diesem Grund sollten sich Datenleitungen und Masse abwechseln.

Zur Spannungsversorgung kann man getrost das rechner-eigene Netzteil anzapfen. Die Stromaufnahme beträgt, da nur immer ein Port durchgeschaltet ist, maximal 225 mA. Wer noch mehr sparen möchte, kann statt der LS-Typen auch HCT-Ausführungen einsetzen. Hier gilt es zu probieren. Kleine Anekdote zum Schluß: Bei uns funktionierte die Platine, mit HCTs bestückt, sogar ohne Stromversorgung. Die HCT-Typen haben sich wohl über die Pullup-Widerstände des Computers mit dem nötigen 'Saft' versorgt – kaum zu glauben, aber wahr.



# Aktuelles für Aus- und Weiterbildung



## Schulung aus dem Koffer

Analog- und Digitaltrainer-Koffer für den Einsatz in den Bereichen Aus- und Weiterbildung sowie bei der Prototypenentwicklung gibt es bei Bardehle Datentechnik. Alle Koffer sind mit Breadboards ausgestattet, auf die Bardehle eine lebenslange Garantie gewährt. Weitere Bestandteile sind Funktionseinheiten wie beispielsweise:

- Einstellbare Spannungsversorgungen,
- Funktionsgeneratoren,
- LED- und Siebensegmentanzeigen.

Der ACT-1-Koffer (550,- DM plus MwSt) ist als spezielles Übungs- und Lehrgerät für die Analogtechnik ausgelegt. Er

beinhaltet Funktionsbaugruppen zum Experimentieren mit Hoch- und Tiefpaßfiltern, Operationsverstärkern und anderen analogen Schaltungen. Folgende Funktionseinheiten sind neben dem Steckbrett vorhanden:

- Festspannungen  $-12\text{ V}$  und  $+12\text{ V}$ ,
- je zwei einstellbare Spannungen  $0\ldots 7,5\text{ V}$  und  $0\ldots +7,5\text{ V}$ ,
- ein Generator, der die Funktionen Sinus, Dreieck und Rechteck bereitstellt, sowie
- ein Lautsprecher.

Für das Digitaltraining gibt es die Koffer LD-1 (350,- DM plus MwSt) und LD-2 (551,- DM plus MwSt), auch sie sind mit entsprechenden, immer wieder benötigten Funktionsbaugruppen für diese Schaltungstechnik ausgerüstet.

## Kurz gemeldet

Die Bundesregierung hat kürzlich beschlossen, Unternehmen mit höchstens zwanzig Beschäftigten einen finanziellen Zuschuß zu den Kosten der Ausbildung zu geben. Der Deutsche Industrie- und Handelstag wertet diesen Beschluß als deutliches und richtiges Signal für die Priorität der Ausbildung im Betrieb. Im Hinblick auf die neuen Länder fordert der DIHT die dort engagierten westdeutschen Unternehmen auf, ihr Know-how für die Ausbildung einzusetzen. Zur Unterstützung hat der DIHT einen Arbeitsstab 'Berufsbildung' eingerichtet, der den Kammern in der ehemaligen DDR Hilfe vor Ort leisten wird.

## PC-Meßtechnik-Trainer

Nicht im Koffer, aber auch bei Bardehle ist eine Neuheit für die PC-Ausbildung zu bekommen: der MAT PC Trainer.

Mit diesem Gerät können die Hard- und Software-Grundlagen für den PC-Einsatz in der Meß-, Steuer- und Regelungstechnik erlernt werden. Zum Beispiel die Programmierung des Rechners für den Einsatz als Meßgerät, zur Kennlinienaufnahme bis hin zur Sprachaufzeichnung.

Die Hardware des MAT wird über eine Bustreiberkarte mit dem PC verbunden. Dadurch

stehen alle Bussignale für die Versuche am Steckbrett zur Verfügung. Als Funktionseinheiten sind ein A/D- und D/A-Wandler, ein programmierbarer Verstärker und ein Funktionsgenerator vorhanden. Im etwa 300 Seiten umfassenden Handbuch sind Versuche in den Programmiersprachen Pascal, BASIC und Assembler dokumentiert. Eine Diskette mit allen Programmbeispielen liegt dem Handbuch bei. Der MAT PC Trainer ist für 2500,- DM zuzüglich Mehrwertsteuer zu haben.

Bardehle Datentechnik  
Lange Str. 51  
W-4796 Salzhausen  
Tel.: 0 52 58/61 18  
Fax: 0 52 58/30 34



Einstieg in die PC-Meß-, Steuerungs- und Regelungstechnik mit dem PC MAT Trainer.

## Meilhaus und Hameg laden ein

Speziell an Ingenieure und Wissenschaftler, deren Aufgabe es ist, computergesteuerte Anwendungen im Bereich der Meßwerterfassung, digitalen Signalverarbeitung, Prozeßsteuerung, Prozeßsimulation und IEEE-Bus-Gerätesteuern zu entwickeln, wendet sich die vom Meßgerätespezialisten Hameg und dem PC-Meßtechnik-Anbieter Meilhaus initiierte Road Show '91. In Form von Applikationspräsentationen (unter anderem Motorsteuerung, Prozeßsteuerung, Strömungs- und Füllstandsmessung) soll das Zusammenwirken von Software und Meßgeräten anhand neuester Entwicklungen aus den beiden veranstalten-

den Häusern demonstriert werden.

Die Road Show ist in folgenden Städten zu finden:

- |            |             |
|------------|-------------|
| 1. 10. 91  | Hamburg,    |
| 2. 10. 91  | Rostock,    |
| 8. 10. 91  | Berlin,     |
| 9. 10. 91  | Dresden,    |
| 10. 10. 91 | Nürnberg,   |
| 15. 10. 91 | Stuttgart,  |
| 16. 10. 91 | Ravensburg, |
| 17. 10. 91 | München.    |

Die Veranstaltungen sind kostenlos. Den genauen Veranstaltungsort und den Beginn der Seminare erfährt man bei der Meilhaus Electronic GmbH. Eine schriftliche Anmeldung ist unbedingt erforderlich.

Meilhaus Electronic GmbH  
Fischerstr. 2  
W-8039 Puchheim  
Tel.: 0 89/80 70 81  
Fax: 0 89/80 83 16



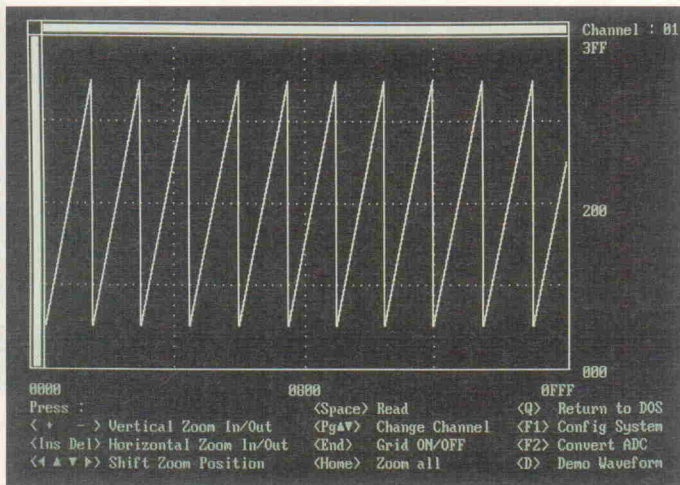
## Lernen mit der SI-7541

Als ideal für den Schulungsbe-  
reich bezeichnet die Firma  
Plug-In Electronic Versand  
GmbH ihr Angebot einer Low  
Cost A/D-D/A-Wandlerkarte.

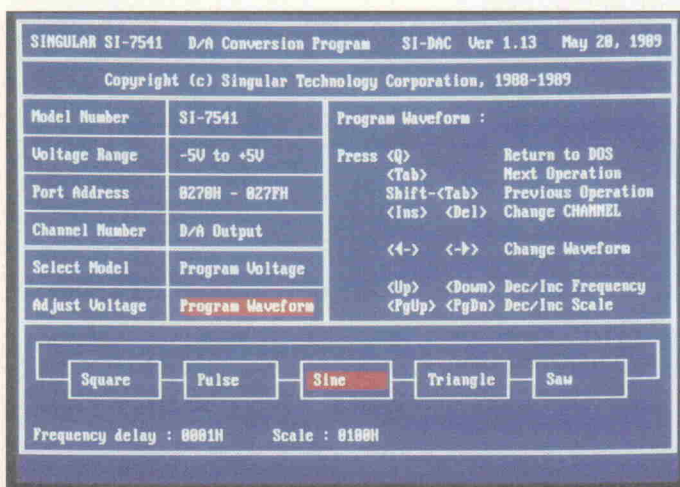
Die SI-7541 hat 16 analoge  
Eingangskanäle mit einer Um-  
satzrate von 1,7 kHz und 12 Bit  
Auflösung mit Eingangsspan-  
nungsbereichen von 0...5 V be-  
ziehungsweise 0...9 V. Der  
D/A-Kanal bietet zumindest  
vom eingesetzten Wandler her  
einen Durchsatz von maximal

125 kHz. Zum Lieferumfang  
gehört ein Handbuch sowie ei-  
ne vom Anbieter als 'Demo'  
bezeichnete Software. Wie die  
Bilder zeigen, kann diese Soft-  
ware aber ein klein wenig mehr  
als nur die Funktion des Boards  
demonstrieren. Der Preis der  
SI-7541: 228,- DM.

Plug-In Electronic Versand GmbH  
Postfach 1  
W-8121 Wielenbach  
Tel.: 0 81 41/7 22 93  
Fax: 08 81/6 24 32



Mit der D/A-Wandler-Software läßt sich ganz komfortabel  
ein Generator konfigurieren.



Signale der Analog-Eingänge können auch als Grafik  
begutachtet werden.

## Lehrgänge, Kurse, Seminare

Im  
**Haus der Technik e. V.**  
Hollestr. 1  
W-4300 Essen 1  
finden folgende Schulungen  
statt:

28. + 29. 10. 1991  
Seminar Nr. S-10-812-012-1  
**Berührungslose  
Temperaturmessung mit  
Strahlungsthermometern**  
und Thermografieräten  
Teilnahmegebühr:  
Mitglieder: DM 840,-  
Nichtmitglieder: DM 870,-

25. + 26. 09. 1991  
Seminar Nr. K-10-722-074-1  
**Freiprogrammierbare  
Steuerung für  
Fortgeschrittene**  
Teilnahmegebühr:  
Mitglieder: DM 845,-  
Nichtmitglieder: DM 895,-

28. + 29. 10. 1991  
Seminar Nr. T-10-813-074-1  
**Sensoren in der  
industriellen Anwendung**  
Teilnahmegebühr:  
Mitglieder: DM 845,-  
Nichtmitglieder: DM 895,-

9. + 10. 10. 1991  
Seminar Nr. K-10-805-074-1  
**Freiprogrammierbare  
Steuerungen am Beispiel der  
SIMATIC S und Modicon**  
Teilnahmegebühr:  
Mitglieder: DM 845,-  
Nichtmitglieder: DM 895,-

29. + 30. 10. 1991  
Seminar Nr. K-10-816-075-1  
**Digitale Schnittstellen in  
Computersystemen und  
Übertragungsnetzen**  
Teilnahmegebühr:  
Mitglieder DM 845,-  
Nichtmitglieder: DM 895,-

22. + 23. 10. 1991  
Seminar Nr. F-10-817-074-1  
**Optische  
Abstandsmessungen in der  
Fertigungstechnik, der  
Lager- und Fördertechnik**  
Teilnahmegebühr:  
Mitglieder: DM 895,-  
Nichtmitglieder: DM 930,-

06. + 07. 11. 1991  
Seminar Nr. K-10-908-074-1  
**Digitale Steuerungstechnik**  
Teilnahmegebühr:  
Mitglieder DM 845,-  
Nichtmitglieder: DM 895,-

14. 11. 1991  
Seminar Nr. F-10-912-074-1  
**Feldbus-Normung**  
Teilnahmegebühr:  
Mitglieder DM 390,-  
Nichtmitglieder: DM 430,-

Training in Technology · Training in Technology · Training in Technology · Training

## Elektronik wird transparent...

...mit dem hps Training-System ELEKTRONIK-BOARD.

Das ELEKTRONIK-BOARD ist ein universelles Lehr-, Lern- und Übungsgerät für die Grundlagen der Elektrotechnik und Elektronik in Aus- und Weiterbildung. Der modulare Aufbau erlaubt Versuche mit allen wesentlichen Schaltungen: **Gleich-, Wechsel- und Drehstromtechnik** · Kennlinien von Dioden und Transistoren · Kennlinien von Thyristoren und Triacs · Verstärkerschaltungen · Oszillatorschaltungen · Modulatoren und Demodulatoren · Kippschaltungen · Netzteilschaltungen · Schaltspannungsregler und Gleichspannungswandler · Schaltungen der Leistungselektronik.

Wir informieren Sie gern näher.



**SystemTechnik**

Lehr- + Lernmittel GmbH, Postfach 1017 07, D-4300 Essen 1, Tel.: 02 01-4 27 77, Fax 02 01-41 06 83

Einladung zum Dialog:  
Elektrotechnik, Dortmund, 4.-7.9.'91  
Halle 1, Stand 1023/01





ELRAD-Abonnement

Abrufkarte

Abonnenten haben das Recht, Bestellungen innerhalb von acht Tagen nach Abschluß schriftlich beim Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG, Helstorfer Str. 7, 3000 Hannover 61, zu widerrufen. Zur Wahrung der Frist genügt die rechtzeitige Absendung. Das ELRAD-Abonnement ist jederzeit mit Wirkung zu der jeweils übernächsten Ausgabe kündbar. Ein eventuell überbezahlter Betrag wird anteilig erstattet.

Heft-Nachbestellung(en) bitte getrennt vornehmen. Preis je Heft: 6,80 DM.

Bitte beachten Sie unsere Anzeige 'ELRAD-Einzelheft-Bestellung' im Anzeigenteil.

Lieferung nur gegen Vorkasse.

ELRAD-Kleinanzeige

Auftragskarte

Nutzen Sie diese Karte, wenn Sie etwas suchen oder anzubieten haben!

Abgesandt am \_\_\_\_\_ 199\_\_

Bemerkungen  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Abbuchungserlaubnis erteilt am: \_\_\_\_\_

ELRAD-Abonnement

Abrufkarte

Ja, übersenden Sie mir bis auf Widerruf alle zukünftigen ELRAD-Ausgaben ab Monat:

Kündigung ist jederzeit mit Wirkung zu der jeweils übernächsten Ausgabe möglich.

Das Jahresabonnement Inland: DM 71,40 (Bezugspreis DM 54,- + Versandkosten DM 17,40)  
kostet: Ausland: DM 78,60 (Bezugspreis DM 50,40 + Versandkosten DM 28,20)

Vorname/Zuname  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
Straße/Nr.  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
PLZ/Wohnort  
\_\_\_\_\_

Datum/Unterschrift (für Jugendliche unter 18 Jahren der Erziehungsberechtigte)  
Ich wünsche folgende Zahlungsweise:  
☐ Bargeldlos und bequem durch Bankeinzug Bankleitzahl (bitte vom Scheck abschreiben) \_\_\_\_\_  
Konto-Nr. \_\_\_\_\_ Geldinstitut: \_\_\_\_\_

☐ Gegen Rechnung  
Mir ist bekannt, daß ich diese Bestellung innerhalb von 8 Tagen beim Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG, Helstorfer Str. 7, 3000 Hannover 61, widerrufen kann und bestätige dies durch meine Unterschrift. Zur Wahrung der Frist genügt die rechtzeitige Absendung.

Datum/Unterschrift (für Jugendliche unter 18 Jahren der Erziehungsberechtigte)  
Bitte beachten Sie, daß diese Bestellung nur dann bearbeitet werden kann, wenn beide Unterschriften eingetragen sind.

ELRAD-Kleinanzeigen

Auftragskarte

Bitte veröffentlichen Sie in der nächsterreichbaren Ausgabe folgenden Text im Fließsatz als

☐ private Kleinanzeige ☐ gewerbliche Kleinanzeige\*) (mit ☒ gekennzeichnet)

DM 4,25 ( 7,10)	_____
8,50 (14,20)	_____
12,75 (21,30)	_____
17,— (28,40)	_____
21,25 (35,50)	_____
25,50 (42,60)	_____
29,75 (49,70)	_____
34,— (56,80)	_____

Pro Zeile bitte jeweils 45 Buchstaben einschl. Satzzeichen und Wortzwischenräume. Wörter, die fettgedruckt erscheinen sollen, unterstreichen Sie bitte. Den genauen Preis können Sie so selbst ablesen. \*) Der Preis für gewerbliche Kleinanzeigen ist in Klammern angegeben. Soll die Anzeige unter einer Chiffre-Nummer laufen, so erhöht sich der Endpreis um DM 6,10 Chiffre-Gebühr Bitte umstehend Absender nicht vergessen!

eMedia GmbH — Bestellkarte

Ich gebe die nachfolgende Bestellung gegen Vorauszahlung auf

☐ Den Betrag buchen Sie bitte von meinem Konto ab. ☐ Den Betrag habe ich auf Ihr Konto überwiesen. Kreissparkasse Hannover, BLZ 250 502 99, Kto.-Nr. 4 408.  
Konto-Nr.: \_\_\_\_\_  
BLZ: \_\_\_\_\_  
Bank: \_\_\_\_\_

☐ Scheck liegt bei.

Menge	Produkt/Bestellnummer	à DM	gesamt DM
1x	Porto und Verpackung	3,—	3,—

Absender nicht vergessen!

Datum, Unterschrift (für Jugendliche unter 18 Jahren der Erziehungsberechtigte)

eMedia Bestellkarte

Mit dieser Service-Karte können Sie

- Platinen und Software zu ELRAD-Projekten bestellen

Bestellungen nur gegen Vorauszahlung



### Antwortkarte

Bitte mit der  
jeweils gültigen  
Postkartengebühr  
freimachen

**Verlag Heinz Heise  
GmbH & Co. KG  
Zeitschriften-Vertrieb  
Postfach 61 04 07**

**3000 Hannover 61**

### ELRAD-Abonnement

#### Abrufkarte

Abgesandt am

\_\_\_\_\_ 199\_\_

zur Lieferung ab

Heft \_\_\_\_\_ 199\_\_

Absender (Bitte deutlich schreiben!)

Vorname/Name \_\_\_\_\_

Beruf \_\_\_\_\_

Straße/Nr. \_\_\_\_\_

PLZ \_\_\_\_\_ Ort \_\_\_\_\_

**Veröffentlichungen nur gegen Vorkasse.**  
Bitte veröffentlichen Sie umstehenden Text in  
der nächsterreichbaren Ausgabe von **ELRAD**.

☐ Den Betrag buchen Sie bitte von meinem  
Konto ab.

Kontonr.: \_\_\_\_\_

BLZ: \_\_\_\_\_

Bank: \_\_\_\_\_

☐ Den Betrag habe ich auf Ihr Konto über-  
wiesen,  
Postgiro Hannover, Kontonr. 9305-308  
Kreissparkasse Hannover,  
Kontonr. 000-019 968

☐ Scheck liegt bei.

Datum \_\_\_\_\_ rechtsverb. Unterschrift  
(für Jugendliche unter 18 Jahren der Erziehungsb.)

### Antwort

Bitte mit der  
jeweils gültigen  
Postkartengebühr  
freimachen

**ELRAD**

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

**Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG  
Postfach 61 04 07**

**3000 Hannover 61**

### ELRAD-Kleinanzeige

#### Auftragskarte

**ELRAD**-Leser haben die Möglichkeit,  
zu einem Sonderpreis Kleinanzeigen  
aufzugeben.

Private Kleinanzeigen je Druckzeile  
DM 4,25

Gewerbliche Kleinanzeigen je Druck-  
zeile DM 7,10

Chiffregebühr DM 6,10

Absender  
(Bitte deutlich schreiben)

Vorname/Name \_\_\_\_\_

Beruf \_\_\_\_\_

Straße/Nr. \_\_\_\_\_

PLZ \_\_\_\_\_ Ort \_\_\_\_\_

Telefon Vorwahl/Rufnummer \_\_\_\_\_

### Postkarte

Bitte mit der  
jeweils gültigen  
Postkartengebühr  
freimachen



**eMedia GmbH**

**Postfach 61 01 06**

**3000 Hannover 61**

### eMedia Bestellkarte

Abgesandt am

\_\_\_\_\_ 1991

an eMedia GmbH \_\_\_\_\_

Bestellt/angefordert

Abbuchungserlaubnis erteilt am:



## ELRAD Direkt-Kontakt

Der **ELRAD**-Service für Direkt-Informationen vom Hersteller:

- gezielte Abfrage
- ohne Umwege über den Verlag
- Gewünschtes ankreuzen bzw. ausfüllen, Firmenanschrift und Absender eintragen, Karte frankieren ... und zur Post.
- Bitte denken Sie daran, daß die Karten nur für Direkt-Anfragen beim Hersteller konzipiert sind. Senden sie deshalb Ihre Anfragen nicht an den Verlag.

**Ausnahme:** Wenn Sie Fragen an die Redaktion haben, können Sie die Karten ebenfalls verwenden.

## ELRAD Direkt-Kontakt

Der **ELRAD**-Service für Direkt-Informationen vom Hersteller:

- gezielte Abfrage
- ohne Umwege über den Verlag
- Gewünschtes ankreuzen bzw. ausfüllen, Firmenanschrift und Absender eintragen, Karte frankieren ... und zur Post.
- Bitte denken Sie daran, daß die Karten nur für Direkt-Anfragen beim Hersteller konzipiert sind. Senden sie deshalb Ihre Anfragen nicht an den Verlag.

**Ausnahme:** Wenn Sie Fragen an die Redaktion haben, können Sie die Karten ebenfalls verwenden.

## ELRAD Direkt-Kontakt

Der **ELRAD**-Service für Direkt-Informationen vom Hersteller:

- gezielte Abfrage
- ohne Umwege über den Verlag
- Gewünschtes ankreuzen bzw. ausfüllen, Firmenanschrift und Absender eintragen, Karte frankieren ... und zur Post.
- Bitte denken Sie daran, daß die Karten nur für Direkt-Anfragen beim Hersteller konzipiert sind. Senden sie deshalb Ihre Anfragen nicht an den Verlag.

**Ausnahme:** Wenn Sie Fragen an die Redaktion haben, können Sie die Karten ebenfalls verwenden.

## ELRAD-

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

## Direkt-Kontakt

Der **ELRAD**-Service für Direkt-Informationen vom Hersteller

In der Zeitschrift **ELRAD**, Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen, Ausgabe \_\_\_\_\_, Seite \_\_\_\_\_, fand ich Ihre

☐ Anzeige

☐ Beilage über

Ich bitte um: ☐ Zusendung ausführlicher Unterlagen  
☐ Telefonische Kontaktaufnahme  
☐ Besuch Ihres Kundenberaters

Bitte Zutreffendes ankreuzen bzw. ausfüllen.

Absender nicht vergessen!

## ELRAD-

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

## Direkt-Kontakt

Der **ELRAD**-Service für Direkt-Informationen vom Hersteller

In der Zeitschrift **ELRAD**, Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen, Ausgabe \_\_\_\_\_, Seite \_\_\_\_\_, fand ich Ihre

☐ Anzeige

☐ Beilage über

Ich bitte um: ☐ Zusendung ausführlicher Unterlagen  
☐ Telefonische Kontaktaufnahme  
☐ Besuch Ihres Kundenberaters

Bitte Zutreffendes ankreuzen bzw. ausfüllen.

Absender nicht vergessen!

## ELRAD-

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

## Direkt-Kontakt

Der **ELRAD**-Service für Direkt-Informationen vom Hersteller

In der Zeitschrift **ELRAD**, Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen, Ausgabe \_\_\_\_\_, Seite \_\_\_\_\_, fand ich Ihre

☐ Anzeige

☐ Beilage über

Ich bitte um: ☐ Zusendung ausführlicher Unterlagen  
☐ Telefonische Kontaktaufnahme  
☐ Besuch Ihres Kundenberaters

Bitte Zutreffendes ankreuzen bzw. ausfüllen.

Absender nicht vergessen!



## ELRAD Direkt-Kontakt

Anschrift der Firma, zu der Sie Kontakt aufnehmen wollen. 

### Absender

(Bitte deutlich schreiben)

Vorname/Name

Abt./Position

Firma

Straße/Nr.

PLZ Ort

Telefon Vorwahl/Rufnummer

### Postkarte

Bitte mit der jeweils gültigen Postkartengebühr freimachen

Firma

Straße/Postfach

PLZ Ort

## ELRAD Direkt-Kontakt

Abgesandt am

199

an Firma

### Angefordert

- ☐ Ausführliche Unterlagen  
☐ Telefonische Kontaktaufnahme  
☐ Besuch des Kundenberaters

## ELRAD Direkt-Kontakt

Anschrift der Firma, zu der Sie Kontakt aufnehmen wollen. 

### Absender

(Bitte deutlich schreiben)

Vorname/Name

Abt./Position

Firma

Straße/Nr.

PLZ Ort

Telefon Vorwahl/Rufnummer

### Postkarte

Bitte mit der jeweils gültigen Postkartengebühr freimachen

Firma

Straße/Postfach

PLZ Ort

## ELRAD Direkt-Kontakt

Abgesandt am

199

an Firma

### Angefordert

- ☐ Ausführliche Unterlagen  
☐ Telefonische Kontaktaufnahme  
☐ Besuch des Kundenberaters

## ELRAD Direkt-Kontakt

Anschrift der Firma, zu der Sie Kontakt aufnehmen wollen. 

### Absender

(Bitte deutlich schreiben)

Vorname/Name

Abt./Position

Firma

Straße/Nr.

PLZ Ort

Telefon Vorwahl/Rufnummer

### Postkarte

Bitte mit der jeweils gültigen Postkartengebühr freimachen

Firma

Straße/Postfach

PLZ Ort

## ELRAD Direkt-Kontakt

Abgesandt am

199

an Firma

### Angefordert

- ☐ Ausführliche Unterlagen  
☐ Telefonische Kontaktaufnahme  
☐ Besuch des Kundenberaters



## TELEFAX-VORLAGE

Bitte richten Sie Ihre  
Telefax-Anfrage direkt an  
die betreffende Firma, nicht  
an den Verlag.

\*

### Kontrollabschnitt:

Ich habe angefragt

am \_\_\_\_\_

bei \_\_\_\_\_

Fax \_\_\_\_\_

erl.: \_\_\_\_\_

Ich habe angefragt

am \_\_\_\_\_

bei \_\_\_\_\_

Fax \_\_\_\_\_

erl.: \_\_\_\_\_

Ich habe angefragt

am \_\_\_\_\_

bei \_\_\_\_\_

Fax \_\_\_\_\_

erl.: \_\_\_\_\_

Ich habe angefragt

am \_\_\_\_\_

bei \_\_\_\_\_

Fax \_\_\_\_\_

erl.: \_\_\_\_\_

Ich habe angefragt

am \_\_\_\_\_

bei \_\_\_\_\_

Fax \_\_\_\_\_

erl.: \_\_\_\_\_

Ich habe angefragt

am \_\_\_\_\_

bei \_\_\_\_\_

Fax \_\_\_\_\_

erl.: \_\_\_\_\_

# ELRAD

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

## TELEFAX

Direkt-Kontakt

Der **ELRAD**-Service für Direkt-Informationen vom Hersteller

### Fax-Empfänger

Telefax-Nr.: \_\_\_\_\_

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

Abt./Bereich: \_\_\_\_\_

In der Zeitschrift **ELRAD**, Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen,  
Ausgabe \_\_\_\_\_, Seite \_\_\_\_\_, fand ich Ihre

☐ Anzeige

☐ Beilage über

Ich bitte um: ☐ Zusendung ausführlicher Angebots-Unterlagen, u. a.

☐ Datenblätter/Prospekte ☐ Applikationen

☐ Preislisten \* ☐ Consumer-, ☐ Handels-

☐ Telefonische Kontaktaufnahme

☐ Besuch Ihres Kundenberaters

☐ Vorführung ☐ Mustersendung

Gewünschtes ist angekreuzt.

### Fax-Absender:

Name/Vorname: \_\_\_\_\_

Firma/Institut: \_\_\_\_\_

Abt./Bereich: \_\_\_\_\_

Postanschrift: \_\_\_\_\_

Besuchsadresse: \_\_\_\_\_

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

 **ELRAD-Fax-Kontakt:** Der fixe Draht zur Produktinformation  
Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG · Telefax 49-511-53 52 129

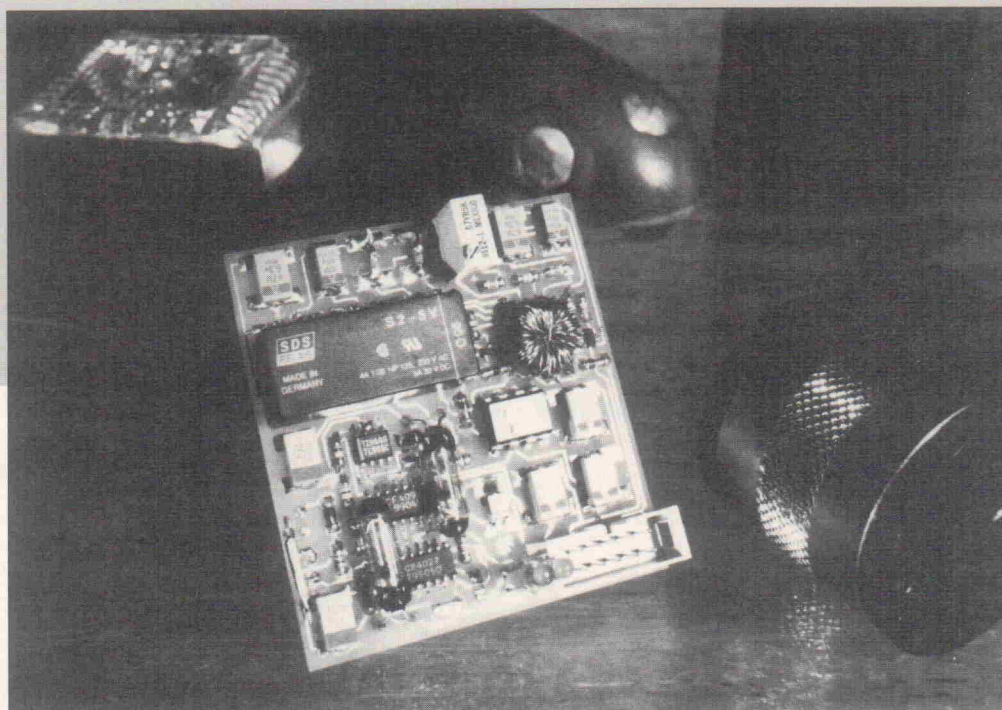


# Sicherheitspaket

## Standlicht und Alarmanlage fürs Velo

Klemens Viernickel

Ein lautes Piepen weckte den Schlafenden um 5 Uhr morgens und riß ihn aus seinen Träumen. Nein, keiner von diesen elektronischen Weckern, sondern – sein Fahrrad. Oder genauer gesagt, die beiden Piezos an seinem Fahrrad. Innerhalb weniger Sekunden wurde ihm selbst in seinem schlaftrunkenen Zustand bewußt, wo er sich befand und was dieser gräßliche Ton zu bedeuten hatte.



**E**r lag nämlich in seinem Schlafsack im Zelt auf einem Campingplatz und hatte gerade seinen zweiten Urlaubstag auf einer Radtour hinter sich gebracht. Während immer noch schrill der Ton an seine Ohren drang, rappelte er sich hoch und düste aus dem Zelt in Richtung Wertobjekt. Aber nicht nur er rannte, sondern auch zwei Lausbuben, die in der Ferne verschwanden. Mit einer kleinen Bewegung eines magnetischen 'Schlüssels' verstummte sofort der nervenaufreibende Ton.

Was hatte die Diebe zu dieser panikartigen Flucht veranlaßt? Eine kleine, aber ungemein wirkungsvolle Alarmanlage, bei deren Ton man wirklich nur fluchtartig das Weite suchen kann. Diese einfach aufzubauende und zugleich recht komfortable Alarmanlage beinhaltet außerdem ein Fahrradstandlicht; wer eine solche nützliche Einrichtung schon einmal besaß, möchte sie wahrscheinlich nicht mehr missen.

Beide Schaltungen arbeiten unabhängig voneinander, können also bei Bedarf auch einzeln realisiert werden. Sinnvoll und praktisch ist jedoch sicherlich

eine Kombination. Die Stromversorgung erfolgt für beide Teile aus einem gemeinsamen Akku. Bis auf diese Spannungsquelle ist über Jahre hinweg alles wartungs- und verschleißfrei und benötigt keinerlei übliche Schalter zum Ein- und Ausschalten. Die komplette, elektronische Schaltung selber paßt in ein kleines Gehäuse, beide Schaltungsteile lassen sich zudem völlig unabhängig voneinander in Betrieb nehmen. Selbst bei leerem Akku funktioniert die Beleuchtung wie gewohnt. Aber eine Akkuladung sollte für etwa ein Jahr reichen, abhängig von der Benutzung der Lichtanlage. Gleichzeitig wird der Akku jedoch auch über den Dynamo bei schneller Fahrt nachgeladen, was den Zeitpunkt bis zum Wiederaufladen verlängert. Der Eigenstromverbrauch ist verschwindend gering (etwa 100  $\mu$ A).

### Kombinierte Sicherheit

Weiterhin besteht die Möglichkeit, die wichtigen Teile vom Fahrrad abnehmen zu können, um beispielsweise beim Bahn-

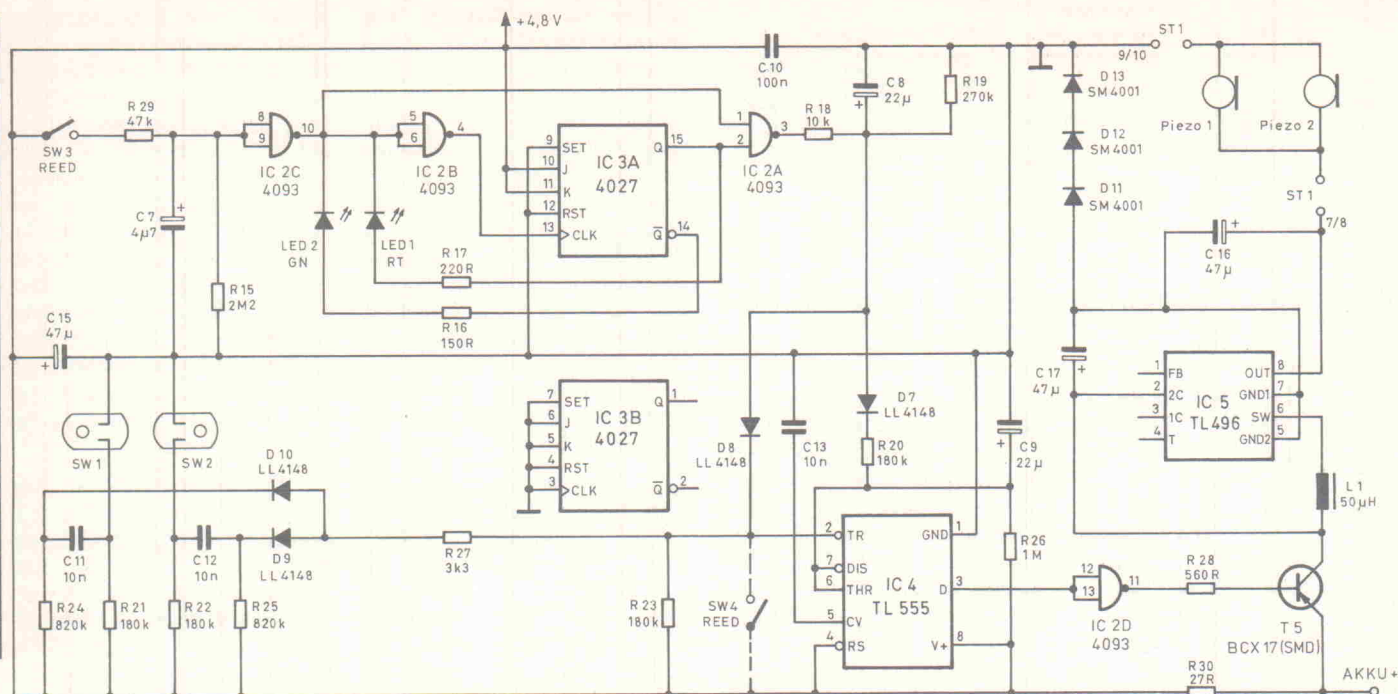
transport (oder für Reparaturzwecke beziehungsweise Tests) nicht unnötig das Interesse auf das Rad zu lenken. Die Schaltung besteht aus vier Komponenten: dem Steuerteil in einem Gehäuse, ein bis zwei Piezos als Alarmgeber, einer kleinen Verteilerplatine und dem Akku.

Der Akku besteht aus vier hintereinandergeschalteten 1,2-Ah-Nickel-Cadmium-Zellen in einem Schrumpfschlauch. Am Anfang und am Ende wird jeweils ein Anschlußkabel angelötet, wobei durch Heißkleber oder ähnliche Vergußmassen die Öffnungen des Schrumpfschlauches wasserdicht verschlossen werden. Der Außendurchmesser dieses selbst angefertigten Akkus sollte kleiner als der Innendurchmesser des Sattelrohrs sein, um es bequem in dieses schieben zu können (z. B. RED-Amp-Akku von Panasonic). Zur Not können auch 0,5-Ah-Zellen verwendet werden, jedoch muß dann wesentlich öfter nachgeladen werden. Ein Vorteil hingegen wäre die Gewichtsersparnis bei den kleineren Zellentypen, was bei extrem leichten Rennrädern nicht unerheblich ist.









**Bild 3. Die Alarmschaltung wertet jede Lageänderung aus und produziert im Fall des Falles einen höllischen Spektakel.**

Über RC-Netzwerke sind die beiden Quecksilberschalter mit dem Timerbaustein verbunden. Immer dann, wenn einer der beiden Kontakte schließt, wird durch die Kombination aus R22, R24, C12, C11 ein negativer Spannungsimpuls erzeugt. Über D9 und D10 werden diese Impulse auf den Triggereingang (Pin 2) des Timers gegeben. Nach Ankunft eines Triggerimpulses nimmt der Ausgang H-Pegel an. Die RC-Kombination aus R26 und C9 begrenzt die Einschaltdauer, die etwa 30 s beträgt. Danach wird IC4 zurückgesetzt, der Ausgang geht wieder auf L-Pegel.

## Lage-Sensoren

Jede weitere Bewegung des Fahrrades schließt einen der Quecksilberkontakte und löst dadurch erneut den Alarm aus. Eine vorzeitige Beendigung des Alarms oder generell eine Blockierung kann man durch einen H-Pegel am Ausgang des Tiefpasses R18/C8 erzielen. Dabei passiert folgendes: Pin 2 von IC4 geht über D8 auf H-Pegel, so daß ein Alarm nicht mehr ausgelöst werden kann, und C9 wird über R20 und D7 schnell geladen, so daß ein ge-

rade aktiver Alarm sofort beendet wird.

Die nachfolgende Schaltung erhält also erst dann ihre Betriebsspannung, wenn ein Alarmfall vorliegt. Bei IC5 handelt es sich um einen Sperrwandler, der die Spannung und somit auch die Lautstärke der Piezos kräftig erhöht. Die maximale Ausgangsspannung des ICs selbst beträgt 9 V, wobei die Versorgungsspannung nicht über 3,5 V liegen darf; daher die drei Dioden D11...13 in der Betriebsspannungszuleitung. Der Eingangskondensator dient zum Puffern der Stromspitzen, die das IC verursacht, der Ausgangskondensator nimmt die Energie der Spule auf und gibt sie gesiebt an die Piezos ab. Für die Spule gilt: Je dicker der Draht und je höher der Wert der Induktivität, desto besser der Wirkungsgrad. Kleine Ferrit-Ringkerne mit etwa 10 mm Durchmesser haben sich bestens bewährt. Die verwendeten Piezos besitzen schon intern einen Schwingkreis, so daß sie nur mit einer Gleichspannung versorgt werden müssen.

Das Nachladen der Akkus mit dem Dynamo erfolgt über die Schottkydiode D1 und R1. Diesen Schaltungsteil findet man im Schaltbild (Bild 2) des Fahrradstandlichts. Gleichzeitig werden über D2, C2, D4 und R8 die Transistoren T1 und T2 durchgeschaltet, die einen weiteren CMOS-Timer-Baustein mit Spannung versorgen. Bei Dynamostillstand fließt ein vernachlässigbarer Leckstrom. In

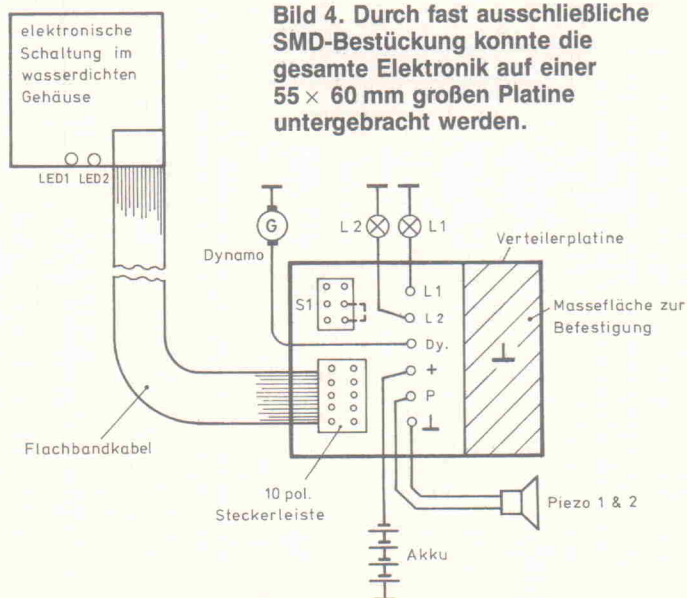
Abhängigkeit von der Dynamospannung wird der Transistor T3 während der Fahrt über P1 und R7 leitend und setzt damit den Reseteingang des Timers zurück. Der Ausgang am Pin 3 sperrt dann. Über einen weiteren Einweggleichrichter D3, C3, R3, R4 wird die Lampenspannung überwacht. Bei Unterschreiten des mit R3 und R4 eingestellten Minimums wird der Timer aktiviert, der über T4, C5, R14 das Relais einschaltet. Das RC-Glied in der Zuleitung des Relais reduziert den Stromverbrauch. Die Beleuchtung liegt dann für die mit dem Zeitglied R10, R11, C4 eingestellte Zeit (bei dieser Dimensionierung etwa 2 min) an der Batterie. Nach Ablauf der Verzögerung sperren T1

und T2, und die Fahrradstandlichtschaltung ist danach völlig stromlos – ein langes Leben der Akkus ist somit vorprogrammiert. Die Tiefpässe in den Betriebsspannungsleitungen (beispielsweise R13, C1) sorgen für eine störungsfreie Stromversorgung der empfindlichen Elektronik.

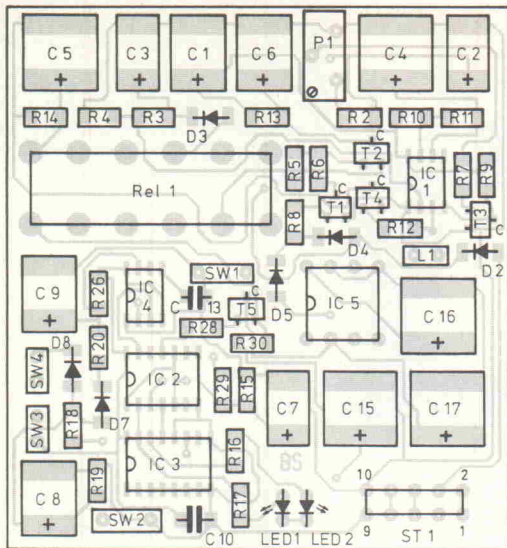
## SMDs sparen Platz

Beim Aufbau gelten die üblichen Regeln: Die Teile mit der niedrigsten Bauhöhe zuerst, dann die nächstgrößeren und so weiter. Selbstverständlich ist auf die richtige Polung der Elkos und Halbleiter zu achten. Die Bestückung erfolgt mit SMD-Bauteilen, so daß eine kleine, kompakte und weitge-

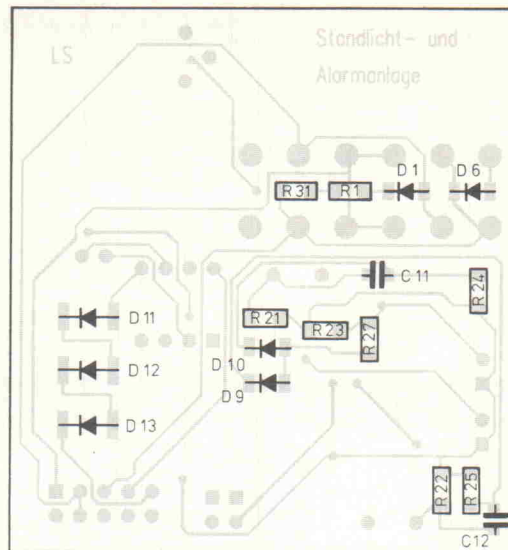
**Bild 4. Durch fast ausschließliche SMD-Bestückung konnte die gesamte Elektronik auf einer 55 × 60 mm großen Platine untergebracht werden.**







**Bild 5.** Obwohl man bei SMD-Platinen auch auf der sogenannten Bestückungs-seite lötet, haben wir an der üblichen Bezeichnung festgehalten: das Bild zeigt also die Bestückungs-seite.



**Bild 6.** Auch auf der Lötseite sind noch einige Bauteile untergebracht.

hend erschütterungsunempfindliche Platine entsteht.

Bei den Quecksilberschaltern sollte man auf Qualität achten, da bei Billigprodukten allzuoft die Kontakte im Inneren des Quecksilberschalters korrodieren und somit ein vorzeitiges Funktionsende beschern. Wei-

terhin muß beim Bestücken der Leiterplatte auf die korrekte Lage der Schalter geachtet werden (horizontal), so daß diese bei einer leichten Kippbewegung des Fahrrades sofort schließen oder öffnen. Am besten werden die Quecksilberschalter noch zusätzlich mit einem Zweikomponentenkleber

auf der Leiterplatte festgeklebt, damit Erschütterungen nicht über die dünnen Anschlußdrähte dem Bauteil zugeführt werden. Hier sollte man extrem sorgfältig vorgehen, damit kein Glasbruch eintritt: Quecksilber ist hochgiftig!

Durch Hinzufügen weiterer Reedkontakte (SW4...) in verschiedenen Ecken des Gehäuses kann man die Sicherheit noch entscheidend verbessern. Diese sind so geschaltet, daß beim Schließen der Kontakte sofort Alarm ausgelöst wird. Dadurch läßt sich verhindern, daß jemand, der im Prinzip die Bedienung dieser Schaltung kennt, den Alarm abschalten kann. Hält man jetzt nämlich den Magneten an die falsche Stelle am Gehäuse, ertönt sofort der Alarm anstelle des erwarteten Aufleuchtens der grünen Diode.

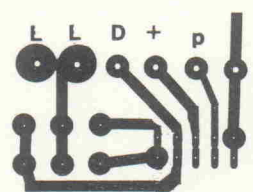
Bevor Sie nun alles an das Fahrrad bauen, sollte vorher ein erster Abgleich und Test auf dem Arbeitstisch erfolgen. Verdrahten Sie die einzelnen Komponenten fliegend miteinander, und schließen Sie den Akku an (Bild 4). Für die Beleuchtung nehmen Sie der Einfachheit halber eine 6-V-Glühlampe und anstelle des Dynamos eine einstellbare Spannungsquelle (Netzgerät) von etwa 0 V...6 V. Sehr wahrscheinlich bekommen Sie als erstes eine Kostprobe von der Lautstärke des Alarms, der nach spätestens 30 s verstummen sollte, wenn Sie ihn nicht vorher mit dem Schlüssel abschalten.

Mit dem Magnetschlüssel wird getestet, ob sich die Alarmanlage ein- und wieder ausschalten läßt. Dabei müssen die LEDs kurz aufleuchten, rot für scharf,

grün für entschärft. Durch Bewegen der Schaltung muß im scharfen Zustand sofort ein Alarm ausgelöst werden. Im ausgeschalteten Zustand sollten Sie das Gerät drehen und wenden können, wie Sie wollen, die Piezos sind dann ruhig. Falls dieser Test zu Ihrer Zufriedenheit ausgefallen ist, müssen Sie jetzt nur noch den Trimmer P1 für das Standlicht einstellen. Drehen Sie langsam die Spannung am Netzgerät hoch, ab etwa 3 V sollte das Relais anziehen und der Akku die Lampe versorgen. Bei etwa 5 V fällt das Relais wieder ab, und die Lampe bezieht ihren Strom aus dem Dynamo (Netzgerät).

## Ein Abgleichpunkt

Falls das Relais nicht sauber anzieht oder abfällt, sondern klappert, so ist die Einstellung von P1 zu ändern. Eine Drehung im Uhrzeigersinn verursacht eine ruhigere Umschaltung, bis am Anschlag des Trimmers überhaupt keine Umschaltung mehr erfolgt. Der endgültige Abgleich muß eventuell im eingebauten Zustand am Fahrrad erfolgen. Kontrollieren Sie außerdem noch den gesamten Stromverbrauch der Schaltung im Leerlauf; er sollte sich im  $\mu$ A-Bereich bewegen, andernfalls ist der Akku in Windeseile leer.



**Bild 7.** Die Anschlußplatine wird verdeckt unter dem Sattel montiert.

## Stückliste

Alle Teile außer IC5 und Rel1 sind SMD-Bauteile.

### Widerstände:

R1,31	10R
R2,3	4k7
R4,5,6,9,18	10k
R7,8,11	100k
R10	1M2
R12,R17	220R
R13,14,30	27R
R15	2M2
R16	150R
R19	270k
R20...23	180k
R24,25	820k
R26	1M
R27	3k3
R28	560R
R29	47k
P1	5k-Spindeltrimmer, Cermet

### Kondensatoren:

C1	2 $\mu$ 2/6,3 V Tantal
C2,3	10 $\mu$ 2/6,3 V Tantal
C4,5,15,16,17	47 $\mu$ 2/6,3 V Tantal
C6	1 $\mu$ 2/6,3 V Tantal
C7	4 $\mu$ 7/6,3 V Tantal
C8,9	22 $\mu$ 2/6,3 V Tantal
C10	100n
C11,12,13	10n

### Induktivitäten:

L1	Induktivität 50 $\mu$ H, Ferrit-Ringkern $\varnothing$ 10 mm mit etwa 50 Windungen vollwickeln
----	--

### Halbleiter:

IC1,4	TL555 CMOS-Timer
IC2	CD 4093 SMDIC3
CD 4027 SMD	
IC5	TL 496
T1	BZV 27
T2	BZV 26
T3,4	BC 850 SMD
T5	BCX 17
D1,2,3,4,5	LL 103
D6...10	LL 4148
D11...13	SM 4002
LED1	3 mm, rot, Low-Current
LED2	3 mm, grün, Low-Current
TX1,2	Piezo 12 V, 30 mA, z. B. Conrad Best.Nr. 751146

### Sonstiges:

Platine Steuerung
Platine Verteiler
Printschalter 1 $\times$ Um, wasserdicht (optional) für S1
Pfosten-Buchsen-Stecker, 10pol.
Steckerleisten-Wanne, 10pol.
Flachbandkabel, etwa 15 cm lang, 10pol.
Akkuzellen 1,2 V/1,2 Ah
SW1, 2, Quecksilberschalter
Schrumpfschlauch, ungeschrumpft l = 200 mm, 25 mm $\varnothing$
Relais National, S2-5V, 2 $\times$ Um (unbedingt diesen Typ, da niedrige Stromaufnahme von 30 mA bei einer Ansprechspannung von $\approx$ 3 V; geringe Baugröße)
Sicherung 2 A flink
SW3, SW4, ... Reedkontakte, 1 $\times$ Ein, (s. Text)





# Hobby + Elektronik FUNK 91

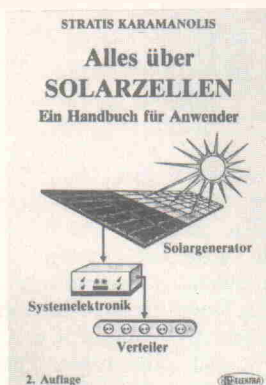
Ausstellung für Amateur-  
und CB-Funk + Kurzwellenhören



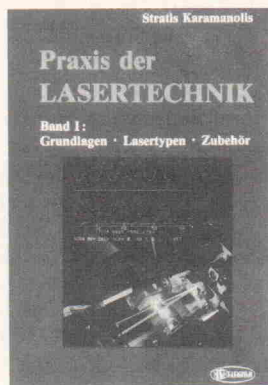
zeitgleich mit  
derselben Eintrittskarte  
»MODELLBAU SÜD«  
Ausstellung für Auto-, Flug-,  
Schiffs- u. Eisenbahnmodellbau

Diese Verkaufsmesse bietet alles für  
Computer-Freaks, Elektronik-Bastler,  
Amateur- und CB-Funker, Video-Freunde  
und Holographie-Interessenten.  
Ein tolles Rahmenprogramm garantiert  
hohen Erlebniswert.  
»HOBBY + ELEKTRONIK 91« in jeder  
Beziehung einen Besuch wert!

**Stuttgart, Killesberg vom 7. bis 10. November 1991. Täglich von 9 bis 18 Uhr.**



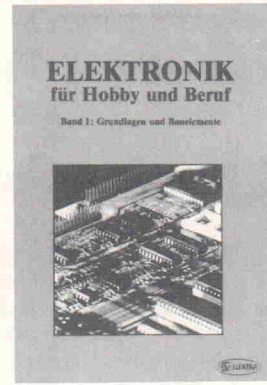
**Alles über Solarzellen**  
Ein Handbuch für Anwender  
180 S., 125 Abb., DM 29,80



**Praxis der Lasertechnik**  
Bd. I: 190 S., 130 Abb., DM 34,—  
Bd. II: 140 S., 80 Abb., DM 26,—



**Digitaltechnik für Einsteiger**  
140 S., 99 Abb., DM 28,—



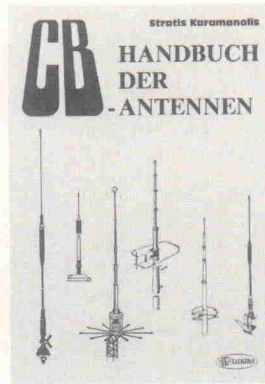
**Elektronik für Hobby und Beruf**  
326 S., 210 Abb., DM 36,—



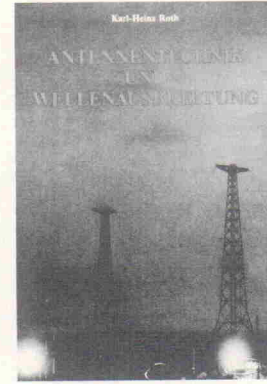
**Netzgeräte für Hobby-Elektroniker**  
90 S., 70 Abb., DM 19,80



**Alles über CB**  
Ein Handbuch für den CB-Funker  
8. Aufl., 180 S., 130 Abb., DM 29,80



**Handbuch der CB-Antennen**  
160 S., 105 Abb., DM 28,—



**Antennentechnik und  
Wellenausbreitung**  
156 S., 124 Abb., DM 29,80



**Elektra Verlags GmbH**

Nibelungenstraße 14 - 8014 Neubiberg b. München - Tel. (089) 6011356 - Fax (089) 6015067

**Information  
+ Wissen**



Verlag Heinz Heise  
GmbH & Co KG  
Helstorfer Straße 7  
3000 Hannover 61

**CT** magazin für  
computer  
technik

**X** MULTUSER  
MULTITASKING  
MAGAZIN

**ELRAD**  
Magazin für Elektronik und technische Rechenanlagen

**HIFVISION**



# Piezoresistive Drucksensoren

## Funktionsweise und Anwendungsbeispiele

**Für etliche Fertigungsprozesse besteht in der Industrie ein eminenter Bedarf an zuverlässigen und präzisen Drucksensoren. Bereits seit etlichen Jahren bieten verschiedene Hersteller mechanische und elektromechanische Drucksensoren an, die bei hohen Drücken, hohen Temperaturen und aggressiven Umgebungen betriebssicher arbeiten. Doch zunehmend lösen Drucksensoren auf Halbleiterbasis ihre elektromechanischen Vorläufer ab.**

Das Grundprinzip eines elektronischen Drucksensors beruht auf dem piezoresistiven Effekt: In einigen Metallen und Halbleitern hängen Mobilität und Konzentration der frei beweglichen Ladungsträger vom Druck ab, der auf das Material einwirkt. Je weniger freie Ladungsträger vorhanden sind und je geringer deren Mobilität ist, desto höher ist der Widerstand des betreffenden Materials. Damit besteht ein direkter Zusammenhang zwischen dem Druck, der auf ein Plättchen eines bestimmten Materials einwirkt, und dem Widerstand, den man zwischen den beiden Anschlüssen des Plättchens messen kann.

In Halbleitern ist diese Erscheinung dadurch zu erklären, daß sich die Energieniveaus der Atome unter hohem Druck ändern. Da der einwirkende Druck ein Pressen oder Strecken des Stoffes bewirkt, sind

mit einer Druckeinwirkung somit extrem kleine Änderungen der Materialabmessungen verbunden. Abhängig von der Art des Halbleitermaterials und dem Stoff, mit dem der Halbleiter dotiert wurde, kann man mit steigendem Druck eine Zu- oder Abnahme des Widerstands feststellen.

### K-Faktor

Das Maß der Widerstandsänderung als Funktion der Druckänderung drückt man über den sogenannten K-Faktor aus. Dieser ist als relative Widerstandsänderung  $\Delta R/R$  bezüglich der relativen Längenänderung  $\Delta L/L$  definiert. Halbleitermaterialien weisen üblicherweise einen Druckfaktor zwischen 50 und 100 auf, während er für rein metallische Materialien bei etwa 2 liegt. Um eine möglichst hohe Empfindlichkeit zu erreichen, setzt man somit vorzugsweise Halbleiter als Sensormaterial ein.

Der Aufbau eines solchen Sensors ist in Bild 1 wiedergegeben. Eine kleine, rechteckige Kammer ist an ihrer Unterseite mit einer starren Platte als Träger versehen, nach oben hin dichtet ein Diaphragma in Form einer Membran die Kammer ab.

Das Diaphragma besteht aus einem sehr dünnen Siliziumplättchen, auf dem vier piezoresistive Halbleiter aufgebracht sind. Aus der Aufsicht (Bild 1 unten) geht die Anordnung hervor, in der man die vier Bauteile auf das Diaphragma ätzt. Diese Membran verformt sich, sobald auf die Oberfläche ein Druck einwirkt, der sich vom Druck in der Kammer unterscheidet. Ist der Druck von oben größer als der innerhalb der Kammer, verformt sich die Membran nach unten. Unterschreitet hingegen der Außendruck den Druck im Inneren der Kammer, so bewirkt dies ein Ausbeulen der Membran nach oben.

Konstruktionsbedingt überträgt die Membran die jeweilige Auslenkung auf die auf dem Diaphragma angeordneten piezoresistiven Halbleiter. Folglich verformen sich

auch diese, so daß ihr Widerstand zu- beziehungsweise abnimmt. Da die Kammer nicht eine quadratische, sondern eine rechteckige Grundform aufweist, verformen sich die vier Halbleiter nicht gleichmäßig. Weil die Länge der Kammer einen größeren Wert aufweist als ihre Breite, ist die Beugung in Längsrichtung stets größer als in Querrichtung.

Die Kammer selbst ist übrigens nur sehr klein. Beim KP 100 A, einem Drucksensor von Philips, betragen ihre Abmessungen beispielsweise nur  $1,2 \text{ mm} \times 2,4 \text{ mm}$ .

Die vier piezoresistiven Widerstände sind elektrisch derart miteinander verbunden, daß sie eine Wheatstonesche Brücke bilden (Bild 2). An eine der beiden Brückendiagonalen legt man die Betriebsspannung  $U_b$ . Sind alle vier Widerstände gleich groß, so fällt über allen Widerständen die gleiche Spannung ab. An den beiden verbleibenden Eckpunkten der Brücke fällt somit eine Spannung von jeweils  $U_b/2$  ab. Zwischen den Brückeneckpunkten A und B ist in diesem Fall keine Spannung meßbar.

Wenn hingegen die Widerstände infolge einer Membranverformung unterschiedliche Werte annehmen, so unterscheiden sich auch die an den Widerständen abfallenden Spannungen. In Abhängigkeit vom Widerstandsverhältnis zwischen dem linken und rechten Brückenzweig stellt sich zwischen den Punkten A und B eine geringe

Spannungsdifferenz ein. Genau diese Spannung ist ein Maß für den auf die Membran wirkenden Druck.

### Kennlinien

Der Zusammenhang zwischen der Spannungsdifferenz an den Punkten A und B der Brücke und dem absoluten Druck auf die Membran ist in Bild 3 dargestellt. In diesem Kennlinienfeld ist die Spannungsdifferenz zwischen den Punkten A und B als Funktion der Betriebsspannung und der Temperatur der Brücke aufgetragen. Auf den ersten Blick sieht es so aus, als ob der Sensor in einem Spannungsbereich zwischen 100 mV und 300 mV sehr empfindlich arbeitet. Man muß jedoch berücksichtigen, daß dies für einen Druckbereich von 3 Bar gilt. Daraus resultiert eine Empfindlichkeit von  $0,3 \text{ mV/mB}$  beziehungsweise  $0,3 \text{ mV/hPa}$ . Der Wert des atmosphärischen Luftdrucks bewegt sich üblicherweise zwischen 980 hPa und 1040 hPa, so daß ein Drucksensor innerhalb des gesamten Luftdruckbereichs eine Spannungsänderung von lediglich 18 mV liefert.

Die zweite wichtige Eigenschaft, die man der grafischen Darstellung in Bild 3 entnehmen kann, ist der temperaturabhängige Verlauf der Kennlinie des Drucksensors. Dies ist nicht weiter verwunderlich, da einerseits die Temperatur einen Einfluß auf die Ausdehnung des Materials und somit auch auf die Verformung der Membran hat. An-

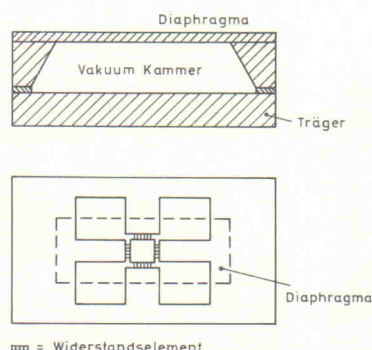


Bild 1. Prinzipieller Aufbau eines elektronischen Drucksensors.

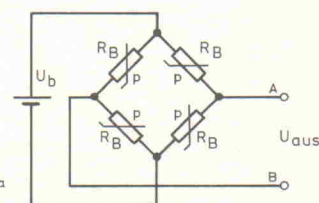


Bild 2. Schaltung der vier piezoresistiven Widerstände im Inneren des Sensors.



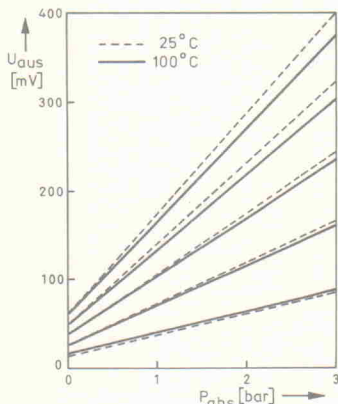


Bild 3. Kennlinien eines piezoresistiven Drucksensors.

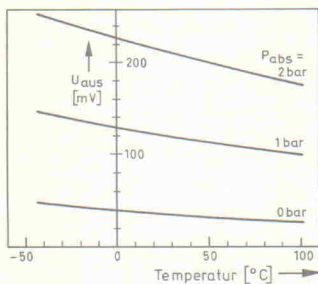


Bild 4. Einfluß der Temperatur auf die Kennlinie eines piezoresistiven Sensors.

dererseits weisen auch die piezoresistiven Halbleiter einen Temperaturkoeffizienten auf, der ebenfalls das Verhalten der Brückenschaltung beeinflusst.

Wenn man das Diagramm in leicht veränderter Form darstellt, so erhält man die in Bild 4 wiedergegebene Kurve. Den deutlich erkennbaren Temperatureinfluß darf man in den meisten Drucksensor-Anwendungen nicht vernachlässigen. Sensoren der beschriebenen Art bezeichnet man auch als unkompenzierte Sensoren. Seit einiger Zeit

sind aber auch temperaturkompenzierte Drucksensoren erhältlich – darüber später mehr.

Die Verwendung von Silizium als Material für die Membran und als Träger für die piezoresistiven Widerstände hat einen großen Nachteil: Bei Temperaturen über 100 °C entstehen nicht vernachlässigbare Leckströme, die die Linearität und die Empfindlichkeit des Sensors reduzieren. Oberhalb der genannten Temperaturgrenze steigen die Leckströme überproportional an.

Zum Lösen dieses Problems ersann man eine Konstruktion, bei der zwischen dem Silizium und den piezoresistiven Elementen eine dünne Schicht isolierendes Siliziumdioxid  $\text{SiO}_2$  aufgebracht ist; in Bild 5 ist die Konstruktion im Schnitt dargestellt. Diese Technik ermöglicht das Fertigen von Drucksensoren, die bei Umgebungstemperaturen von bis zu 250 °C arbeiten.

## Hysterese

Läßt man für einen Sensor den Druck langsam von Druck  $p_1$  auf einen höheren Druck  $p_2$  ansteigen, so steigt auch die Ausgangsspannung vom Wert  $U_1$  auf einen bestimmten Wert  $U_2$  an. Reduziert man anschließend den Druck wieder auf den Wert  $p_1$ , so sinkt die Ausgangsspannung nicht ganz auf den Wert  $U_1$ . Die entstehende Differenz bezeichnet man als die Hysterese des Sensors, deren Ursache in den mechanischen Eigenschaften des Diaphragmas liegt. Aufgrund der internen Starrheit benötigt man einen geringfügig höheren Druck, um nach einer Verformung in eine der beiden Richtungen eine ebenso große Verformung in die entgegengesetzte Richtung zu erzielen.

Dieselbe Erscheinung tritt aber auch bei mechanisch arbeitenden

Barometern auf. Klopft man gegen ein mechanisches Barometer, so kann man feststellen, daß es mit einem Satz auf einen anderen Wert springt und dort stehenbleibt. Sicherlich kann man die Hysterese eines elektronischen Drucksensors nicht durch Klopfen beseitigen. Glücklicherweise ist die Hysterese unvergleichlich viel kleiner als die seiner mechanischen Artgenossen. Ein Wert von 0,1 % wird von den meisten Exemplaren ohne weiteres eingehalten, so daß man diese Erscheinung in der Praxis zumeist vernachlässigen kann.

Man unterscheidet zwei verschiedene Arten von Drucksensoren:

- die beispielsweise in Barometern und Höhenmessern eingesetzten absoluten oder auch aneroiden Sensoren, die den absoluten Wert des Luftdrucks erfassen;
- die Referenzsensoren, die das Verhältnis zwischen dem Luftdruck und dem Druck eines Vergleichsgases erfassen und vornehmlich in der chemischen Industrie Verwendung finden.

## Aneroide Sensoren

Die kleine Kammer unter der Membran ist bei aneroiden Drucksensoren völlig luftleer, so daß an der Unterseite der Membran der Druck null herrscht. Die einzige membranbeeinflussende Größe ist der Luftdruck an der Oberseite. Im Prinzip geben diese Sensoren eine Ausgangsspannung von null ab, wenn man sie in einen völlig luftleeren Raum bringt.

Derartige Sensoren weisen zumeist die in Bild 6 wiedergegebene Konstruktionsform auf. Der eigentliche Sensor ist auf einem IC-Träger untergebracht; an der Oberseite des Gehäuses ist ein kleines Röhrchen zu sehen, durch das der Luftdruck an die Membran gelangen kann.

Das Röhrchen sorgt einerseits dafür, daß eventuelle Verunreinigungen nicht so leicht zum Chip gelangen können, andererseits erlaubt es ein einfaches Anbringen eines Luftschlauchs.

Das Sensorelement ist auf dem Träger befestigt, der auch die Anschlüsse des ICs bereitstellt. Der piezoresistive Halbleiter ist über dünne Golddrähte mit diesen Anschlüssen verbunden. Über dem Chip befindet sich ein spezielles Gel, das die empfindliche Chipoberfläche zusätzlich vor Verunreinigungen schützt, die eventuell doch durch das Röhrchen in das Innere des ICs gelangen.

## Referenzsensoren

Der zweite Sensortyp arbeitet mit dem Luftdruck als Bezugsgröße. Er erfaßt also einen externen Druck im Verhältnis zum herrschenden Luftdruck. Natürlich ist die Membran in diesem Fall nicht über einer luftleeren Kammer angebracht. Wie die Referenzsensoren in den meisten Fällen aussehen, ist in Bild 7 dargestellt.

Die Membran mit den vier piezoresistiven Elementen ist auch hier innerhalb des Gehäuses untergebracht, wobei sich die Sensorelemente an der Oberseite der Membran befinden. Ein mit einer oder auch mehreren Öffnungen versehener Deckel schließt die Oberseite des Gehäuses ab. Die Unterseite ist ebenfalls offen, damit der Druck auch von dieser Seite auf die Membran einwirken kann. Der zu messende Druck liegt an der Rückseite der Membran, so daß die empfindlichen piezoresistiven Elemente nicht mit demjenigen Gas in Kontakt stehen, dessen Druck zu bestimmen ist.

Dank dieser Konstruktion sind die Sensoren ausreichend beständig gegen aggressive Medien, so daß man sie beispielsweise auch in Benzinmotoren oder für chemische Prozesse einsetzen kann. Um die chemische Beständigkeit zu vergrößern, versieht man die Siliziummembran mit einer dünnen Schicht Kupfer oder Edelstahl. In den meisten Fällen sind diese Sensoren so aufgebaut, daß man sie fest mit einem Stutzen verschrauben kann.

## Stromversorgung

Wie bereits erwähnt, muß man eine Diagonale der Wheatstoneschen

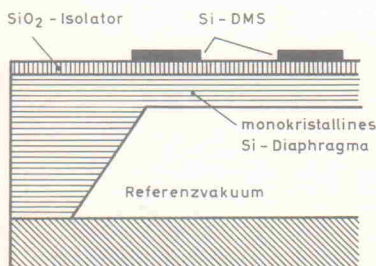


Bild 5. Durch Isolieren der piezoresistiven Elemente des Siliziumdiaphragmas reduziert man die Leckströme und erweitert damit gleichzeitig den Arbeitstemperaturbereich.

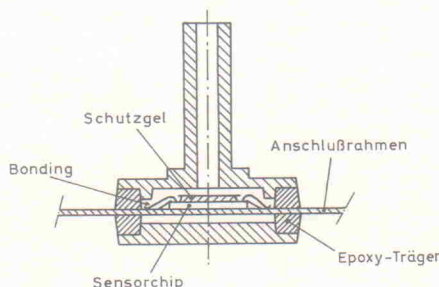


Bild 6. Schnitt durch einen aneroiden Drucksensor.



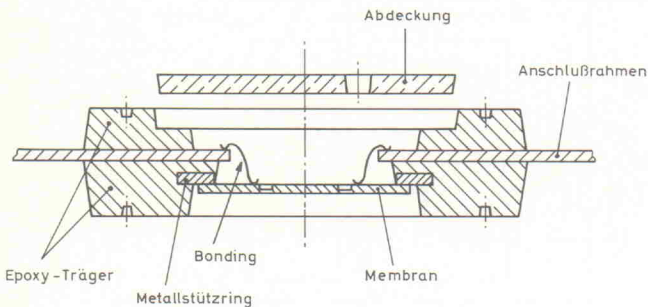


Bild 7. Schnitt durch einen Referenzsensor.

Meßbrücke an eine Gleichspannung anschließen. Wegen der sehr geringen Ausgangsspannung des Sensors ist eine sehr hohe Stabilität dieser Versorgungsspannung erforderlich. Der Nachteil einer Versorgung aus einer Konstantstromquelle ist aber, daß der Temperaturkoeffizient des Sensors einen zusätzlichen Einfluß auf die Ausgangsspannung ausübt. Da der Widerstand der piezoresistiven Elemente unter Temperatureinfluß ansteigt oder abfällt, steigen beziehungsweise sinken auch die beiden Teilströme, die durch die Brückenzweige fließen. Die Folge davon ist, daß die sich ändernden Teilströme die Spannungsdifferenz an der zweiten Diagonale beeinflussen.

Besser ist es, den Versorgungszweig des Sensors aus einer Konstantstromquelle zu speisen. Wenn die Widerstände sich ändern, hat das zwar keinen Einfluß auf den Strom, aber auf die Spannung. Als Nachteil dieser Methode ist aber eine geringere Empfindlichkeit des Sensors zu nennen. Daher gilt es, einen Kompromiß zwischen einer vertretbaren Temperaturabhängigkeit und einer ausreichenden Empfindlichkeit zu finden.

In Bild 8 ist die Schaltung einer Konstantstromquelle gezeigt, die man zur Versorgung des Drucksensors verwenden kann. Der nichtinvertierende Eingang des Operationsverstärkers liegt über einen Spannungsteiler an einer konstanten Spannung. Zwischen der Betriebsspannung und dem Ausgang des Operationsverstärkers befindet sich ein zweiter Spannungsteiler, der aus einem Festwiderstand und dem Versorgungszweig des Sensors besteht. Der Operationsverstärker ist nun bestrebt, zwischen seinen beiden Eingängen Spannungsgleichheit zu erreichen. Da der nichtinvertierende Eingang an einer konstanten Spannung liegt, stellt

sich am invertierenden Eingang die gleiche Spannung ein. Der Strom, der über den  $1k5$ -Widerstand zum invertierenden Eingang fließt, kann nur über den Sensor zum Ausgang des Verstärkers abfließen. Diesen Strom bestimmt also nicht der Sensorwiderstand, sondern die drei Widerstände an den Eingängen des Operationsverstärkers. Wenn man an dieser Stelle sehr temperaturstabile Metallfilmwiderstände einsetzt, ist man vor einem unzulässig hohen Temperatureinfluß des Sensors einigermaßen sicher.

Bei Verwendung spezieller, selektierter Thermistoren kann man die Betriebsspannung auch einer Konstantstromquelle entnehmen. Bild 9 zeigt die entsprechende Schaltung. Der Temperaturkoeffizient des Thermistors muß dabei zu dem des Sensors entgegengesetzt sein. Kleine TK-Abweichungen kann man dadurch minimieren, indem man anstelle des Vorwiderstands ein Poti einbaut.

## Kompensation des Offsets

Ein aneroider Sensor soll in einem völlig luftleeren Raum eine Ausgangsspannung von null abgeben. In der Praxis ist dies aber nicht der Fall. Selbst bei einem Druck von null gibt der Sensor noch eine Spannung ab, die man als Offset bezeichnet. Da dieser Umstand in der Meßpraxis natürlich stört, muß man für sehr genaue Anwendungen den Einfluß des Offsets kompensieren. Eine geeignete Schaltung ist in Bild 10 wiedergegeben.

Je nach Polarität der Offsetspannung erfolgt ein Abgleich mit Potentiometer P1 oder P2. Mit dem Potentiometer P3 in der Ausgangsdiagonale kann man die Gesamtschaltung abgleichen. Das Poti P3 erlaubt es, die Empfindlichkeit des

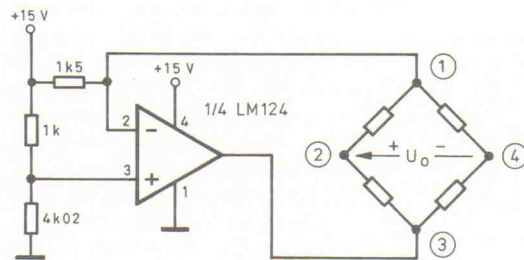


Bild 8. Betrieb des Sensors an einer Konstantstromquelle.

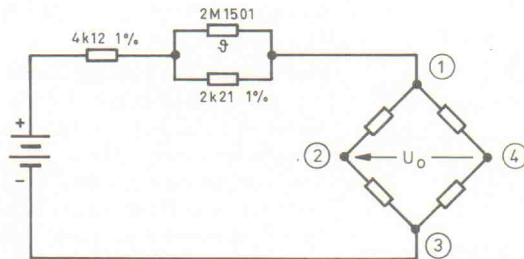


Bild 9. Kompensation des Temperaturkoeffizienten mit einem Thermistor.

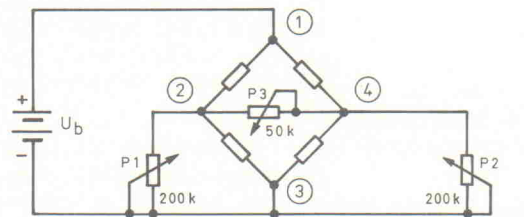


Bild 10. Kompensation des Offsetanteils der Ausgangsspannung eines aneroiden Sensors.

Sensors beispielsweise auf  $1 \text{ mV/hPa}$  einzustellen, was bei der Verwendung eines Meßinstruments mit Digitalanzeige von Vorteil sein kann.

Wie bereits erwähnt, liefert ein piezoresistiver Drucksensor eine nur sehr kleine Ausgangsspannung. Aus diesem Grund ist zum Messen des Luftdrucks mit seinem relativ eng begrenzten Bereich ein Verstärker zum Anheben der Ausgangsspannung unumgänglich. Dazu sollte man einen empfindlichen Differenzverstärker verwenden, der die Differenz zwischen den Span-

nungen der beiden Punkte der Meßbrücke erfaßt und verstärkt.

In den meisten Fällen setzt man für diese Aufgabe einen speziellen Instrumentationsverstärker ein. In Bild 11 ist das Schaltbild eines solchen Verstärkers dargestellt. Die beiden ersten Stufen bilden den Vorverstärker, beide Meßpunkte gehen auf einen eigenen OpAmp. Das Verhältnis der Widerstände R3 und R4 zu R2 bestimmt dabei die Verstärkung dieser Stufen. Durch Variation des letztgenannten Widerstands kann man die Verstärkung der dritten Stufe beeinflussen.

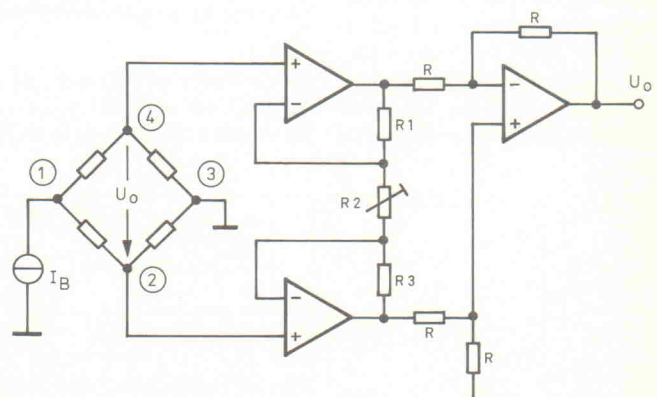


Bild 11. Ein Instrumentationsverstärker verstärkt die relativ geringe Spannung der Sensorbrücke.



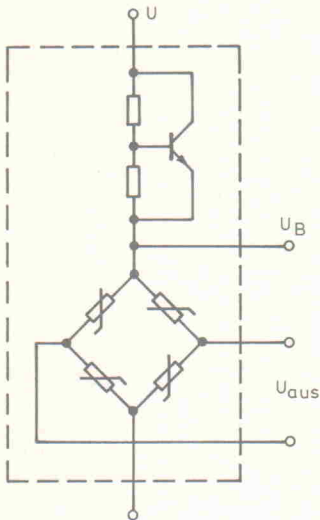


Bild 12. Prinzipschaltung eines kompensierten Drucksensors.

Auf diese Weise kann man die Empfindlichkeit des Sensors an das verwendete Meßinstrument anpassen.

Der dritte Operationsverstärker erfaßt die Spannungsdifferenz zwischen den beiden Ausgängen der vorgeschalteten Operationsverstärker. Zudem ermöglicht er ein Messen der Differenzspannung in bezug auf Massepotential, so daß man auf diese Weise die verstärkte, unipolare Spannung beispielsweise einem digitalen Voltmeter zuführen kann, das die Spannung bezüglich Masse mißt.

## Kompensierte Drucksensoren

Der größte Nachteil eines piezoresistiven Drucksensors ist seine hohe Temperaturabhängigkeit. Da sich diese Eigenschaft in der Praxis sehr störend auswirkt, entwickelte man Sensoren, die mit einer elektronischen Schaltung ausgestattet sind, die diese Temperaturabhängigkeit reduziert. Da man ohnehin einen elektronischen Schaltkreis auf dem Chip zu integrieren hatte,

lag der Gedanke nahe, den Sensor nicht nur mit einer integrierten Kompensationsstufe zu versehen, sondern ihn zusätzlich auch mit einem Instrumentationsverstärker auszustatten. Damit verfügt man über ein sehr zuverlässiges, vollständig integriertes Meßsystem, das eine direkt verwertbare Gleichspannung liefert, die proportional zum Druck verläuft und kaum von der Umgebungstemperatur abhängig ist.

Aus Bild 4 kann man entnehmen, daß die Empfindlichkeit der Sensorbrücke abnimmt, sobald die Temperatur ansteigt. Dieser Empfindlichkeitsverlust ist durch eine geeignete Maßnahme zu kompensieren. Beispielsweise kann man die Versorgungsspannung des Sensors bei zunehmender Temperatur ansteigen lassen; dadurch steigt auch die Ausgangsspannung zwischen den beiden Meßpunkten der Brücke an.

Das Grundschildung für diese Kompensation ist in Bild 12 dargestellt. In Reihe mit der Versorgungsdiagonalen der Meßbrücke ist ein Siliziumtransistor geschaltet. Die Basis-Emitter-Spannung des Siliziumtransistors ist ebenfalls sehr temperaturempfindlich. Diese Spannung steigt mit zunehmender Temperatur an.

Der Transistor ist als sogenannter  $U_{BE}$ -Multiplizierer geschaltet. Nimmt die Temperatur zu, so steigt die Basis-Emitter-Spannung, wodurch der Transistor etwas weiter durchsteuert. Dadurch nimmt der Innenwiderstand des Transistors ab, und es fällt eine geringere Spannung über dem Halbleiter ab. Da der Transistor mit dem Sensor in Reihe geschaltet ist, bedeutet dies, daß bei ansteigender Temperatur auch eine höhere Versorgungsspannung für den Sensor zur Verfügung steht.

In der Praxis arbeitet man jedoch nicht mit nur einem Transistor, sondern gleich mit vier Exemplaren.

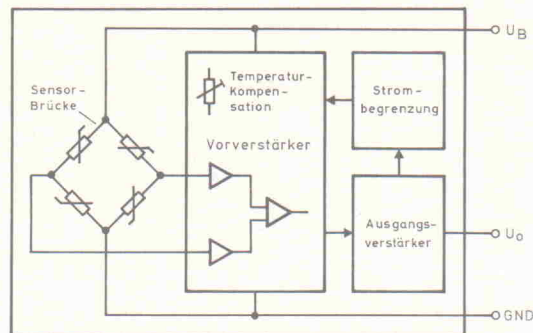


Bild 14. Blockschildbild eines typischen Drucksensors mit integriertem Instrumentationsverstärker.

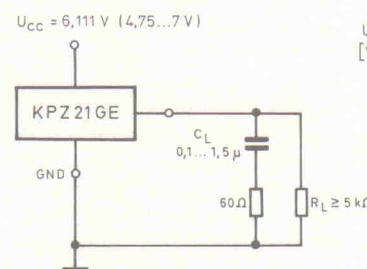


Bild 15. Ein Sensor mit integriertem Vorverstärker ermöglicht einen einfachen Schaltungsaufbau.

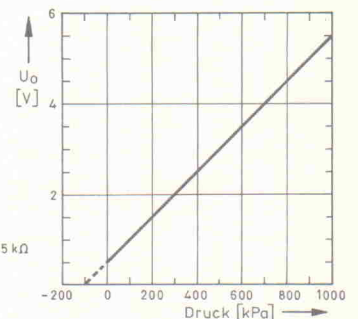


Bild 16. Kennlinie des Drucksensors KPZ 21 GE.

Jeder Transistor erhält dabei einen unterschiedlichen Arbeitspunkt. Auf diese Weise reduziert man den Temperaturkoeffizienten des Sensors um mindestens Faktor 10.

Die Diagramme in Bild 13 stellen die Temperaturabhängigkeit eines unkompensierten (links) und eines kompensierten Sensors (oben) dar. Als Nachteil der Kompensationsschaltung ist die Tatsache anzusehen, daß die Empfindlichkeit des Sensors bei konstanter Versorgungsspannung um etwa die Hälfte sinkt. Dies ergibt sich daraus, daß an den Transistoren ein bestimmter Teil der Versorgungsspannung abfällt, der damit nicht mehr für die Sensorbrücke zur Verfügung steht.

## Mit integriertem Verstärker

Einige Hersteller bieten Drucksensoren auch mit integriertem Verstärker an. Als Beispiel soll der KPZ 21 GE von Philips dienen. Das interne Blockschildbild dieses Sensors ist in Bild 14 zu sehen.

Die eingebaute Elektronik verstärkt das Sensorsignal, verschiebt die Ausgangsspannung auf massebezogenes Potential und kompensiert obendrein den Temperaturkoeffizienten und den Offset des Sensors.

Zu diesem Zweck enthält der Chip einige Abgleichwiderstände, die man während des Herstellungsprozesses auf minimalen Temperaturkoeffizienten und Offset trimmt. Die Schaltung verstärkt das primäre Sensorsignal mit einem Faktor zwischen 20 und 80. Der Ausgangsverstärker besteht aus zehn parallel geschalteten PNP-Transistoren, wodurch das Ausgangssignal bis auf 90 % der Betriebsspannung steigen kann. Über der Elektronikstufe selbst fällt eine Spannung von lediglich etwa 0,5 V ab.

Derartige Sensoren ermöglichen einen äußerst einfachen Aufbau von Manometern. Bild 15 zeigt eine typische Applikation. Die RC-Kombination unterbindet ein Oszillieren der Schaltung. In Bild 16 ist die Kennlinie des Sensors für eine Versorgungsspannung von 6,111 V und für einen Meßbereich von 0...1000 kPa wiedergegeben.

Der Markt offeriert eine Vielzahl von Drucksensoren, die für professionelle Anwendungen in Industrie, Raumfahrt und Militärelektronik entwickelt wurden. Die folgende nähere Untersuchung kann deshalb nur für eine Auswahl von Drucksensoren erfolgen.

Hinweis: Fortsetzung in Heft 11/91.

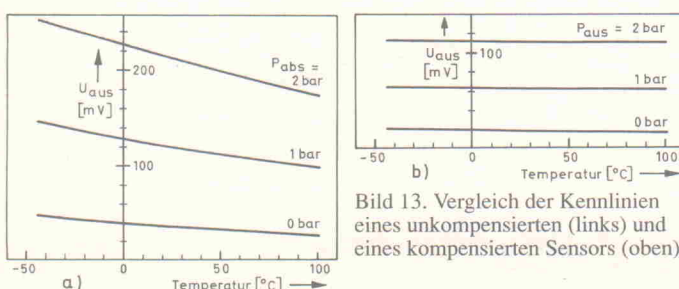


Bild 13. Vergleich der Kennlinien eines unkompensierten (links) und eines kompensierten Sensors (oben).





## PC-gestützte Meß- und Regeltechnik

‘Speziell auf dem Gebiet der A/D-Wandlung wird in der Regel alles geglaubt, was der Computer als Ergebnis zurückliefert’, schildert der Autor im Vorwort seine Beobachtungen auf dem Sektor Meß- und Regelungstechnik mit PCs. Dankenswerterweise tut er das Seine, um diesen Zustand abzustellen. Weit über die Hälfte seines Buchs sind der praktischen Betrachtung des ‘Handwerkszeuges’ in Kapiteln über digitale Ein-/Ausgabe, Datenübertragung sowie A/D- und D/A-Wandlern gewidmet, die von den Abschnitten über praktische Meßtechnik und Signalaufbereitung ergänzt werden. PC-Anwender im Labor- und industriellen Bereich versorgt der Autor in zwei Kapiteln mit relativ einfachen Lösungen von Problemen in der Steuer- und Regelungstechnik. Mit seiner praxisnahen Erörterung der oft ‘mathematisierten’ Materie eignet sich dieses Buch aber auch besonders für den Einsteiger. hr

Dieter Schulz  
PC-gestützte Meß- und Regeltechnik  
München 1991  
Franzis-Verlag  
343 Seiten  
DM 68,-  
ISBN 3-7723-6675-9



## Programmieren statt Verdrahten

Diverse Bücher zu dem Thema ‘Prozeßsteuerung mit Prozessoren’ beschreiben in vielen Kapiteln den Aufbau des binären Zahlensystems und die dort geltenden Rechenregeln sowie die Ähnlichkeit von EPROMs und verdrahteten Schützen. Das vorliegende Werk macht hier eine lobenswerte Ausnahme: es versucht in erster Linie, dem Leser – zumeist wohl Umsteiger oder Fortbilder – die sinnvolle Anwendung von Hard- und Software im direkten Zusammenhang zur SPS selbst zu verdeutlichen, und nicht, ihm zum PC-Techniker auszubilden. Zu jedem Abschnitt existiert eine Auswahl an sinnvollen Multiple-choice-Fragen (wobei einige der falschen Antworten dem Spaß am Lesen förderlich sind) und Rechenaufgaben, deren richtige Antworten beziehungsweise Lösungswege auch erläutert werden. Im Anhang finden sich neben einer dezimal-binär-analog(0 ... 10 V)-hex-ASCII-Tabelle auch ‘Normen, Bestimmungen und Richtlinien für SPS’ sowie eine 16seitige Begriffserläuterung. st

Martin Dirnfelder  
Programmieren statt Verdrahten  
München 1991  
Pflaum Verlag  
148 Seiten  
DM 42,-  
ISBN 3-7905-0582-X

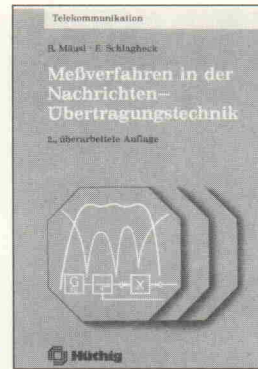


## 125 Versuche mit dem Oszilloskop

Die Anwendungsgebiete eines Oszilloskops sind fast unbegrenzt. Ob zur Fehlersuche in Schaltungen, für anschauliche Parameterdarstellungen einzelner Bauelemente oder zur Sichtbarmachung nichtelektrischer Größen – das Oszilloskop ist das Meßwerkzeug für den Praktiker oder Entwickler. Die Erklärung und praktische Anwendung dieses Gerätes hat sich das Buch zur Aufgabe gemacht.

Messungen werden anhand eines Versuchsaufbaues und anschließender Erklärung leicht verständlich. Sie umfassen Messungen mit kapazitiven Aufnehmern, Dehnungsmeßstreifen und Mikrofonen an Flüssigkeiten, mechanischen und akustischen Schwingungen, um nur einige Beispiele zu nennen. Versuche zur Darstellung von Impulsen an der Zündspule eines Autos kommen dabei ebenso zum Tragen wie das Aufzeigen des Frequenzhubs eines FM-Signals oder des Spannungsniveaus eines D/A-Wandlers. Das Buch eignet sich zum Selbststudium und als Nachschlagewerk für Anfänger, Schüler und Profis gleichermaßen. ph

A. C. J. Beerens,  
A. W. N. Kerkhofs  
125 Versuche mit dem Oszilloskop  
10. Auflage  
Heidelberg 1991  
Hüthig Verlag  
144 Seiten  
ISBN 3-7785-2067-9

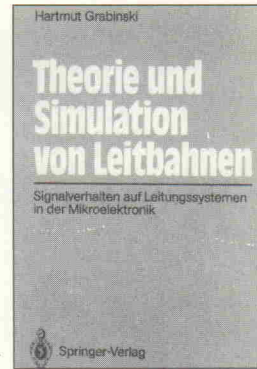


## Meßverfahren in der Nachrichten-übertragungstechnik

Das Bestehen und die Entwicklung von Signalübertragungsanlagen setzt qualitatives Wissen und hochwertige Meßsysteme voraus. Das Buch ‘Meßverfahren in der Nachrichtenübertragungstechnik’ trägt der Voraussetzung fundierten Wissens detailliert Rechnung. Im ersten Kapitel werden alle Grundbegriffe der Übertragungstechnik erläutert. Vier weitere Kapitel setzen sich mit den einzelnen Meßverfahren auseinander. Am Anfang des zweiten Abschnitts werden anhand von Blockschaltbildern die Funktionen der wichtigsten Meßgeräte aufgezeigt.

Der Inhalt des Buches orientiert sich in seinen Grundzügen an der Vorlesung ‘Nachrichtenmeßtechnik’ an der Fachhochschule München. Es war aber von vornherein nicht die Absicht der Verfasser, nur ein Lehrbuch für Studenten zu schaffen, sondern auch darüber hinaus einen weiten Kreis von Interessenten anzusprechen. Das vorliegende Buch tritt den Beweis für das Gelingen dieses Vorhabens an. ph

R. Mäusl,  
E. Schlagheck  
Meßverfahren in der Nachrichten-übertragungstechnik  
2. überarbeitete Auflage  
Heidelberg 1991  
225 Seiten  
Hüthig Verlag  
ISBN 3-7785-2057-1



## Theorie und Simulation von Leitbahnen

Das Buch behandelt die Theorie sowie die Simulation des Signalverhaltens verlustbehafteter Leitungssysteme, wie sie beim Schaltungsentwurf in der Nachrichtentechnik vorkommen. Aufgrund der zu berücksichtigenden nichtlinearen Schaltungsumgebung erfolgt die theoretische Beschreibung im Zeitbereich. Dabei wird eine Methode vorgestellt, die es gestattet, Leitungssysteme völlig analog zu Einzelleitungen im Zeitbereich darzustellen. Die wichtigsten Simulationstechniken werden im Detail entwickelt und miteinander verglichen. Ziel des Buches ist es, dem Leser ein fundiertes Wissen über die elektrodynamischen Vorgänge auf Leitbahnen zu vermitteln sowie ihn in die Lage zu versetzen, effizient arbeitende Programme zur Leitungssimulation zu entwickeln.

H. Grabinski  
Theorie und Simulation von Leitbahnen  
Berlin 1991  
Springer-Verlag  
260 Seiten  
DM 88,-  
ISBN 3-540-53957-3

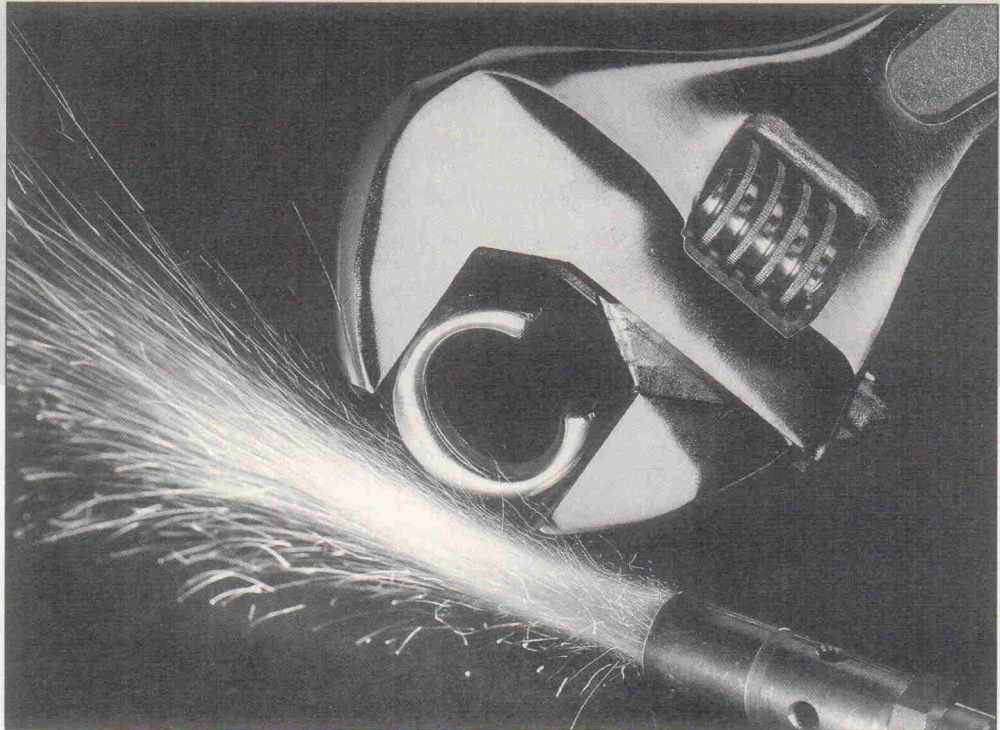


# Signalverarbeitung in C

## Teil 6: Digitale Version der Faltung

Howard Hutchings

Die Faltung erlaubt, das dynamische Verhalten linearer Systeme zuverlässig zu beurteilen. Die Ausführung dieser Operation auf eine große Anzahl von Termen überläßt man am besten einem Computerprogramm, und ein solches präsentiert Howard Hutchings in dieser Folge.



Nachdem in der letzten C-Folge die Faltung am Beispiel analoger Signale betrachtet wurde, soll nun die Aufmerksamkeit auf einen digital aufgebauten Tiefpaß 1. Ordnung fallen, bei dem das Eingangssignal abgetastet wird. Im z-Diagramm ist die Polstelle des Systems – durch  $s = -1/C \cdot R$  vorgegeben – aus dem linken, stabilen Bereich der s-Ebene an eine Stelle auf der positiven x-Achse transformiert worden, die innerhalb des Einheitskreises liegt (siehe Bild 5.6, Elrad 9/91, Seite 78).

Die Übertragungsfunktion des digitalen Systems, das man aus dem Pol in der z-Ebene erhält, ist:

$$H(z) = \frac{1/CR}{z - \alpha}$$

wobei  $\alpha = e^{-T/CR}$  ist. Um den Zusammenhang zur Übertragungsfunktion wieder herzustellen, muß man den Ausdruck in eine Folge verwandeln:

$$\frac{Y(z)}{X(z)} = \frac{1/CR}{z - \alpha}$$

Über Kreuz multipliziert ergibt das:

$$Y(z) (z - \alpha) = 1/CR X(z)$$

In Abhängigkeit vom aktuellen Ausgangswert ausgedrückt ist:

$$y(n) = \alpha y(n-1) + 1/CR x(n-1)$$

### Digitale Rückkopplung

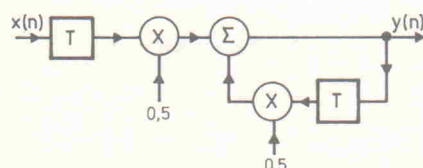
Differenzialgleichungen beschreiben das dynamische Verhalten von kontinuierlichen Systemen. Genauso charakterisieren Differenzialgleichungen digitale Systeme. Da das System rekursiv aufgebaut ist, ist der aktuelle Ausgangswert  $y(n)$  die Summe der gewichteten Versionen des vorangegangenen Ausgangswertes  $y(n-1)$  und des vorangegangenen Eingangswertes  $x(n-1)$ . Dies ist ein Beispiel für ein System mit digitaler Rückkopplung; wie in allen rückgekoppelten Systemen,

muß man sicherstellen, daß es stabil ist und nicht schwingt.

Ein System, das den aktuellen Ausgangswert berechnet, indem es einen oder mehrere vorangegangene Werte benutzt, nennt man rekursiv. Solche Systeme treten auf, wenn die Übertragungsfunktion Pole außerhalb des Ursprungs der z-Ebene aufweist, wie es in Bild 5.6 (Elrad 9/91, Seite 78) der Fall ist. Im Bemühen, die Berechnung zu vereinfachen, soll die Zeitkonstante  $C \cdot R = 2$  s und die Abtastrate  $T = 1,38$  s betragen. Dies gibt dem rekursiven Zusammenhang eine angenehme Form:

$$y(n) = 0,5 y(n-1) + 0,5 x(n-1)$$

Das entsprechende digitale Filter ist in Bild 6.1 dargestellt.



**Bild 6.1.** Das Blockschaltbild eines Digitalfilters, das durch den rekursiven Zusammenhang  $y(n) = 0,5 y(n-1) + 0,5 x(n-1)$  beschrieben wird.



Bei Verwendung der rekursiven Zusammenhänge in der vorge schlagenen Form ist es lehr reich, die Kontur des gewonnen en Ausgangssignal zu bestimm en, wenn als Eingangssignal die abklingende Exponential funktion  $x(t) = e^{-0,5t}$  alle T Sekunden abgetastet wird.

Tabelle 6.1 zeigt eine Methode, die Vergangenheit des Ein gangssignals, das vom digitalen Filter bearbeitet wird, darzustel len. Es ist recht einfach, sich auf die rekursive Form zu beziehen und eine 'Backward Arrow'- Notation zu verwenden, so daß jedes übertragene Ereignis be obachtet werden kann, wenn es das System durchläuft.

### Bestimmung des digitalen Ausgangssignals mit Hilfe der Faltung

Für die digitale Version der Faltung benötigt man nur ele mentare Arithmetik. Eine Me thode ist es, Graphen zu zeich nen und diese in der richtigen Weise miteinander zu multipli zieren und die Ergebnisse am Ende aufzusummieren.

Wert Nummer n	vorangegangene Eingangsgröße $x(n-1)$	aktuelle Eingangsgröße $x(n)$	vorangegangener Ausgangswert $y(n-1)$	aktueller Ausgangswert $y(n)$
0	0	1,000	0	0
1	1,000	0,501	0	0,500
2	0,501	0,251	0,500	0,501
3	0,251	0,126	0,501	0,376
4	0,126	0,063	0,376	0,251
5	0,063	0,032	0,251	0,157
6	0,032	0,016	0,157	0,094
7	0,016	0,007	0,094	0,055
8	0,007	0,004	0,055	0,031
9	0,004	0	0,031	0,018
10	0	0	0,018	0,009

**Tabelle 6.1.**  
Eine Methode, die Vergangen heit des Eingangs signals, das vom digitalen Filter bearbeitet wird, darzustellen.

Man kann das System auch in nicht rekursiver Form realisie ren, wenn man die Übertra gungsfunktion als Potenzreihe dargestellt:

$$H(z) = \frac{1}{CR} (z^{-1} + \alpha z^{-2} + \alpha^2 z^{-3} + \alpha^3 z^{-4} \dots)$$

Die Verwendung der zeitdiskre ten Form der Faltung bestätigt das in Tabelle 6.1 gezeigte Er gebnis. Um  $y(n)$ , den Wert am Filterausgang, nach n Schritten berechnen zu können, ist ein systematisches Verfahren erforder lich.

In Tabelle 6.2 repräsentieren

die Zeilen die Antworten auf die Eingangsfolge in der Rei henfolge  $x(0)$ ,  $x(1)$ ,  $x(2)$ ,  $x(3)$ ,  $x(4)$ . Die Spalten zeigen die Terme an, die zu bestimmten Zeiten  $t = 0$ ,  $t = T$ ,  $t = 2 \cdot T$ , ... aktuell sind. Die Systemantwort  $y(n)$  ist einfach nur die Summe der Terme in der n-ten Spalte.

In diesem Arithmetik-Dschungel existiert ein einfaches Muster:

Um das gefaltete Ausgangssi gnal zu erhalten, muß man die Impulsantwort nur umkehren und derart verschieben, daß  $h(0)$  und der interessierende Meß wert übereinstimmen. Die Rei

henfolge der Produkte ergibt sich dann automatisch. Die Summe der übereinstimmenden Kreuzprodukte entspricht der Faltung für diesen Wert mit der Impulsantwort des Systems. Die gesamte Prozedur ist für jeden Meßwert zu wiederholen, in dem die Impulsantwort solange nach rechts verschoben wird, bis keine Überlappung mehr zu stande kommt. Das Ganze ist in Bild 6.2 dargestellt. Der Autor kam zu folgenden Ergebnissen:

$$\begin{aligned} y(0) &= 0 \\ y(1) &= 0,5 \\ y(2) &= 0,501 \end{aligned}$$

## NUTZEN SIE IHR ELRAD-ARCHIV MIT SYSTEM

Das Gesamtinhaltsverzeichnis aller **ELRAD**-Ausgaben (1/78—12/90) gibt's jetzt auf Diskette. (Rechnertyp umseitig)

— FÜR ABONNENTEN ZUM VORZUGSPREIS! —

Bestellcoupon



**eMedia GmbH**  
**Bissendorfer Str. 8**  
**D-3000 Hannover 61**

Absender (bitte deutlich schreiben)

Firma

Vorname/Name

Straße/Nr.

PLZ/Ort

Telefon



$y(3) = 0,376$   
 $y(4) = 0,251$   
 $y(5) = 0,157$   
 $y(6) = 0,094$   
 $y(7) = 0,055$   
 $y(8) = 0,031$   
 $y(9) = 0,018$   
 $y(10) = 0,009$

## Kompliziertere Anwendungen

Die Faltung im Zeitbereich ist eine grundlegende Operation,

die eine Basis für komplizierte Signalverarbeitungsanwendungen schafft. Beispielsweise weist die analoge Form des Faltungsintegrals

$$x(t) * h(t) = \int_{-\infty}^{\infty} x(\tau) h(t - \tau) d\tau$$

eine bemerkenswerte Ähnlichkeit mit der Autokorrelationsfunktion auf.

$$r_{xx}(\tau) = \int_{-\infty}^{\infty} x(t) x(t + \tau) dt$$

t = 0	t = T	t = 2 · T	t = 3 · T	t = 4 · T	Antwort auf
$x_0 h_0$	$x_0 h_1$ $x_1 h_0$	$x_0 h_2$ $x_1 h_1$ $x_2 h_0$	$x_0 h_3$ $x_1 h_2$ $x_2 h_1$ $x_3 h_0$	$x_0 h_4$ $x_1 h_3$ $x_2 h_2$ $x_3 h_1$ $x_4 h_0$	$x_0$ $x_1$ $x_2$ $x_3$ $x_4$
Aufsummierung					
1	$y_0 = x_0 h_0$				
2	$y_1 = x_0 h_1 + x_1 h_0$				
3	$y_2 = x_0 h_2 + x_1 h_1 + x_2 h_0$				
4	$y_3 = x_0 h_3 + x_1 h_2 + x_2 h_1 + x_3 h_0$				
5	$y_4 = x_0 h_4 + x_1 h_3 + x_2 h_2 + x_3 h_1 + x_4 h_0$				

Tabelle 6.2. Die Faltung hat ihren Namen aus der Reihenfolge der Multiplikationen und der darauffolgenden Summation erhalten.

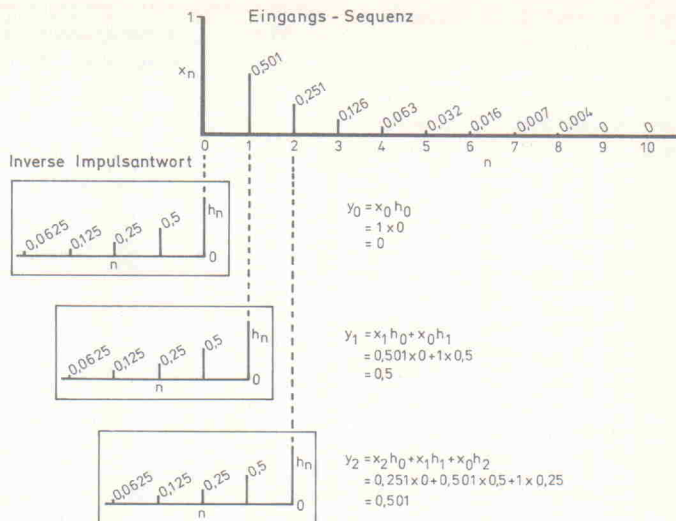


Bild 6.2. Die grafische Faltung des Eingangssignals  $x(n)$  und der Impulsantwort  $h(n)$  erhält man, indem man die Impulsantwort bezüglich der Zeit umkehrt und bis zu dem Abtastwert verschiebt, der von Interesse ist.

Um die Autokorrelationsfunktion durch die Methoden der Signalverarbeitung zu gewinnen, wird das Signal  $x(t)$  mit einer zeitverschobenen Version seiner selbst  $x(t + \tau)$  multipliziert und das Produkt gemittelt. Das Ergebnis, eine gerade Funktion von  $\tau$ , stellt ein Maß für die Ähnlich-

keit zwischen dem Original und dem zeitverzögerten Impuls dar.

Eine weniger esoterische Beschreibung der Autokorrelationsfunktion erhält man, indem man  $\tau$  zu Null macht. In diesem Fall ist  $r_{xx}(0)$  gleich dem Quadrat des Impulses. Angemerkt

# GROSSER ELRAD-WEGWEISER AUF DISKETTE

## Für Abonnenten zum Vorzugspreis

Das **ELRAD-Gesamtinhaltsverzeichnis** von der ersten Ausgabe 1/78 bis Ausgabe 12/90.

Dreizehn Jahrgänge auf einer Diskette + Definitionsdatei

zum Erstellen einer Datenbank + 3 Textdateien mit Stichwortregister.

(Lieferung nur gegen Vorauszahlung)

### Bestellcoupon

Ja, ich will mein **ELRAD-Archiv** besser nutzen.  
Bitte senden Sie mir das **ELRAD-Gesamtinhaltsverzeichnis** mit Definitionsdatei + 3 Textdateien auf Diskette zu.

### Rechnertyp/Diskettenformat:

- ☐ Atari ST (3,5") unter Adimens  
☐ Apple-Macintosh unter Hypercard  
☐ PC (5,25") unter dBase  
☐ PC (3,5") unter dBase

☐ einen Verrechnungsscheck über DM 38,— lege ich bei.

☐ ich bin **ELRAD-Abonnent**.

Meine Kundennummer: \_\_\_\_\_  
(auf dem Adreßaufkleber)

Einen Verrechnungsscheck über DM 32,— lege ich bei.

☐ ich bin bisher noch nicht Abonnent, möchte aber den Vorzugspreis nutzen. Leiten Sie beiliegende Abo-Abrufkarte an die **ELRAD-Abonnementverwaltung** weiter. Einen Verrechnungsscheck über DM 32,— lege ich bei.

### Absender nicht vergessen!

Für Besitzer des **ELRAD-Gesamtinhaltsverzeichnisses** (1/78—12/89) bieten wir ein Update für 1990 an. Preis DM 10,—. Bitte die Originaldisketten mit einreichen.

Datum/Unterschrift \_\_\_\_\_ (Für Jugendliche unter 18 Jahren der Erziehungsberechtigte)



sei: Wenn die Charakteristiken der zeitinversen Impulsantwort  $h(t - \tau)$  an die der zeitverschobenen Impulsantwort  $x(t + \tau)$  angepaßt werden, stimmt die Funktion der Faltung mit der Autokorrelation überein.

## Computergesteuerte Faltung

Die grafische Faltung, wie in Bild 6.2 dargestellt, ist zwar eine nützliche Methode, das Prinzip zu verdeutlichen, doch wenn es an eine große Anzahl von Termen geht, wird das Ganze sehr schnell langweilig, und sobald die Aufmerksamkeit nachläßt, können schnell Fehler auftreten. Ein bessere Idee ist es, den Algorithmus in einem Computerprogramm auszuführen. Das gefaltete Ausgangssignal aus Tabelle 6.2 kann in der Summenform kürzer dargestellt werden. Sie symbolisiert das Aufsummieren aller Terme von  $k = 0 \dots i$  folgendermaßen:

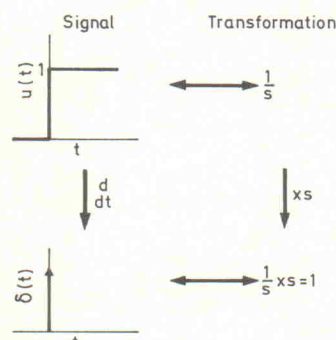
$$y(i) = \sum_{k=0}^i x_k h_{i-k}$$

Als Versuch, den Algorithmus ein wenig attraktiver zu gestalten, wird folgende Schreibweise verwendet:

$$y(i) = \sum_{k=0}^i x(k) h(i - k)$$

Dabei steht  $y(i)$  für das gefaltete Ausgangssignal,  $h(k)$  für den interessierenden Meßwert und  $h(i - k)$  beschreibt die Koeffizienten der zeitinversen Impulsantwort.

Das Programm in Listing 6.1 führt die Multiplikationen in der richtigen Reihenfolge aus und kümmert sich um die Additionen, bevor das Ergebnis der Faltung auf dem Monitor ausgegeben wird. Zu Beginn verlangt das Programm die Eingabe der Anzahl der Eingangsdaten, die maximal 20 betragen darf. Diese Werte werden über die Tasta-



**Bild 6.3. Die Laplace-Transformation des Einheitssprungs.**

### Listing 6.1

```

/*****
 *   FALTUNG
 *   DIGITAL
 *****/
#include<stdio.h>
#include<graph.h>
main()
{
    int i,j,k,m,n;
    float x,h;
    float input[40];
    float impulse[40];
    float output;
    /*-----
    ARRAY LOESCHEN
    -----*/
    for(i = 0; i <= 20; i++)
    {
        input[i] = 0;
    }
    /*-----
    EINLESEN DER EINGANGS
    IMPULSE UND DER
    IMPULSANTWORT
    -----*/
    printf("Geben Sie die Anzahl der \
    Eingangsimpulse ein: (max 20)");
    scanf("%d",&n);
    printf("Geben Sie die Eingangsimpulse ein:");
    for(i = 20; i <= 20 + n - 1; i++)

```

tur eingegeben und in dem Feld *input[i]* abgespeichert. Nun verlangt das Programm noch die Anzahl der Terme in der Impulsantwort. Diese werden nacheinander eingetippt und im Feld *impulse[j]* gespeichert.

Danach wird der Faltungsalgorithmus durchlaufen, der aus ein paar geschachtelten Schleifen besteht, die die notwendigen Multiplizier-, Summier- und Verschiebeaktionen realisieren.

```

/*-----
 FALTUNG
 -----*/
for(i = 20; i <= 20 + n - 1; i++)
{
    output = 0;
    /*-----
    SUMME AUF NULL SETZEN
    -----*/
    for(j = 1; j <= m; j++)
    {
        output += input[i - j + 1] * impulse[j];
    }
    printf("Ausgang:%f\n",output);
    /*-----
    AUSGABE DER FALTUNG
    -----*/
}
}

```

Eingabedaten und Impulsantwort speichert das Programm in Feldern, die man an den eckigen Klammern erkennen kann. Die Summation der verschobenen und miteinander multiplizierten Daten wird mit Hilfe des Operators += ausgeführt. Welch ein Kontrast bietet diese elegante C-Befehlsfolge im Vergleich zu der gleichwertigen Basic-Konstruktion:

```
output = input(i-j+1)*impulse(j)+output
```

## Testen der Systemantwort

Dieses Kapitel ist sehr theoretisch. Die Betonung liegt auf den grundsätzlichen Zusam-

menhängen bei der Faltung. Nebenbei soll ein wenig Fingerspitzengefühl beim Umgang mit Computern vermittelt werden. Trotzdem die Beispiele auf praktischen Filtern basieren, wird unterstellt, daß man die Übertragungsfunktion analytisch bestimmen kann. Manchmal sind die Systemparameter nur durch Dynamik-Messungen zu bestimmen. Einheitssprung und  $\delta$ -Impulse finden als Testsignale eine breite Verwendung, wenn es darum geht, das dynamische Verhalten von analogen Filtern und kontinuierlichen Systemen zu untersuchen. Für unsere Zwecke ist es ausreichend, den  $\delta$ -Impuls als Derivat des Einheitssprungs zu betrachten. Zur Erinnerung: Eine Differentiation im Frequenzbereich entspricht einer Multiplikation im Zeitbereich. Daraus läßt sich folgern, daß die Laplace-Transformation des Einheitssprungs und des  $\delta$ -Impulses einen Zusammenhang aufweisen, der in Bild 6.3 dargestellt ist.

In abtastenden Systemen wird mit den entsprechenden Signalen getestet, dem Einheitssprung 1, 1, 1, ... und dem  $\delta$ -Impuls 1, 0, 0, ..., der gewöhnlich nur für  $n=0$  einen Wert aufweist. Um die Tatsachen zu bestätigen und zu verifizieren, daß Programm 6.1 zuverlässig arbeitet, gibt man als Erregung 1, 1, 1, ... und als Impulsantwort 0, 0,5, 0,125,

0,0625, ... ein. Das Ergebnis der Faltung  $y(n)$  sollte die Exponentialfunktion sein. Besser erkennt man diese Funktion in der analogen Darstellung:

$$y(t) = 1 (1 - e^{-t/CR})$$

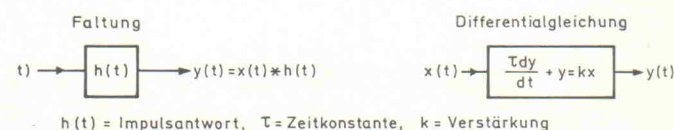
Wenn man genauso mit dem  $\delta$ -Impuls 1, 0, 0, 0, ... und der Impulsantwort verfährt, sollte das Ergebnis mit der Impulsantwort des Systems identisch sein. Deren analoge Form lautet:

$$h(t) = 1/CR e^{-t/CR}$$

Das ist natürlich gleich dem Differential der Antwort auf den Einheitssprung und erinnert einen an die Merkmale linearer Funktionen.

Dieses Ergebnis ist enorm wichtig, denn damit kann man die Faltung als leistungsfähiges Werkzeug betrachten, um Differentialgleichungen auf die in Bild 6.4 gezeigte Weise zu lösen. Die herkömmlichen Methoden stützen sich entweder auf die klassische Analysis und gehen mit dem Lösen der Laplace-Transformation einher, oder sie führen die entsprechenden Operationen im Zeitbereich aus und nähern sich damit einer physikalischen Welt, die man sich kaum noch vorzustellen vermag.

Der nächste Teil dieser Reihe enthält als Programmbeispiel die Faltung in grafischer Form und eine Filterfamilie, die in C implementiert wurde.



**Bild 6.4. Zwei Darstellungen ein und desselben Systems.**



# Numerische Nullstellensuche (1)

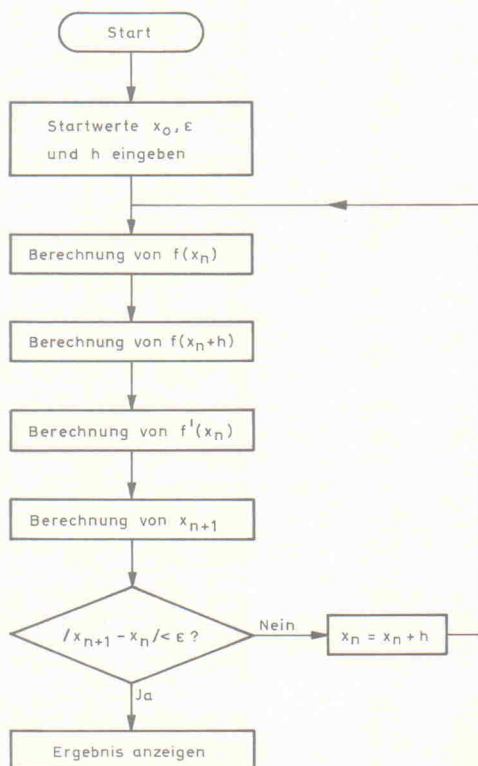
Die Nullstellensuche erweist sich bei der Untersuchung von Kurvenverläufen als ein wichtiges mathematisches Instrument. Dabei eignen sich die Methoden zur Bestimmung von Nullstellen auch zur Lösung von Gleichungen. Als einzige Voraussetzung dafür gilt, daß die zu lösende Gleichung in impliziter Form vorliegt.

Das Suchen und Auffinden von Nullstellen übernimmt in der Praxis natürlich ein Computer. Mit Hilfe eines Funktionenplotters erhält man schnell einen Überblick über die zu untersuchenden Kurvenverläufe und über die möglicherweise darin vorkommenden Nullstellen. Den exakten Wert des Nulldurchgangs findet man dann entweder durch Lösen einer algebraischen Gleichung oder – wenn dies wie zum Beispiel bei Polynomen dritter oder höherer Ordnung nicht möglich ist – mit Hilfe eines numerischen Rechenverfahrens. Darunter versteht man, daß die Berechnungen nicht mit Symbolen, sondern mit Zahlen erfolgen. Dazu entwickelt man eine geeignete Rekursionsformel, die so oft durchlaufen wird, bis das Endergebnis mit genügender Genauigkeit vorliegt. Bekannterweise sind numerische Rechnungen das Eldorado des Computers, so daß nun eine nähere Untersuchung einiger dieser Verfahren und die zugehörigen Programmlistings folgen.

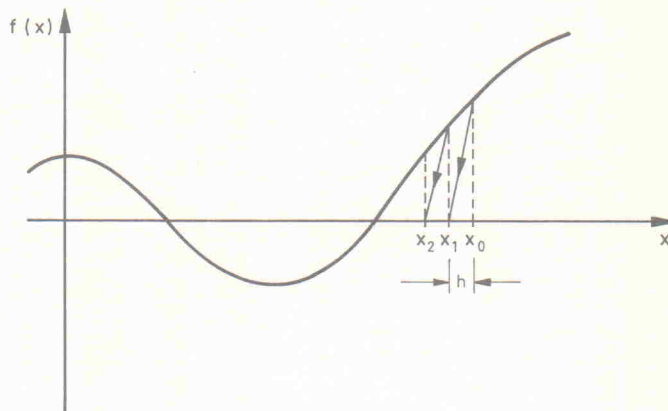
Grundsätzlich gilt, daß numerisch gefundene Lösungen niemals das exakte Ergebnis liefern können – man ermittelt stets nur Näherungswerte mit beliebig kleinem Fehler. Mit zunehmender Genauigkeitsforderung steigt dabei natürlich die Rechenzeit, und zwar in aller Regel nicht linear, sondern exponentiell zur Genauigkeit. Bei aufwendigen Verfahren mit langer Rechenzeit ist deshalb immer ein Kompromiß zwischen gewünschter Genauigkeitsforderung und akzeptabler Rechenzeit zu schließen.

Ausschlaggebend bei der Genauigkeitsforderung ist die praktische Aufgabenstellung. Bestimmt man den Wert eines Bauteiles (beispielsweise den Widerstandswert eines in eine Schaltung einzusetzenden Kohleschichtwiderstandes), so gilt als Grundlage für die Genauigkeitsforderung die Normreihe des betreffenden Bauteiles.

Numerische Rechenverfahren beziehen sich immer auf ein spezielles, eng begrenztes Problem. Aus diesem Grund ist es durchaus sinnvoll, die laufende Rechnung nach Möglichkeit mit einer groben



**Bild 1. Ablaufdiagramm für die numerische Nullstellenberechnung nach Newton.**



**Bild 2. Funktionsweise des Newtonschen Verfahrens für die numerische Nullstellenberechnung. Mit jedem Rechenzyklus nähert man sich einseitig dem Nulldurchgang.**

Überschlagsrechnung zu kontrollieren. Der Computer sollte auch Zwischenergebnisse anzeigen, so daß man jederzeit verfolgen kann, ob das verwendete Verfahren auch wirklich zum Ziel führt.

Kubische Gleichungen sind Polynome dritten Grades mit mindestens einer Nullstelle und maximal drei Nullstellen. Analytische Lösungsverfahren für kubische Gleichungen erweisen sich als äußerst unhandlich. Für die Praxis kommt deshalb nur ein numerisches Lösungsverfahren in Frage. Eines dieser Lösungsverfahren stammt von dem Mathematiker Isaac Newton. Es kann eine Nullstelle beziehungsweise eine Lösung einer Gleichung mit beliebiger Genauigkeit liefern. Zu seiner Anwendung sind neben der ausführlichen Funktionsgleichung die Angabe eines Startwertes  $x_0$ , der gewünschten Genauigkeit  $\epsilon$  sowie der Schrittweite  $h$  erforderlich. In Bild 1 ist das Flußdiagramm zu diesem Verfahren abgebildet, Bild 2 stellt das Verfahren anschaulich dar. Ausgehend von dem Startwert  $x_0$  nähert man sich von einer Seite der Nullstelle.

Die Angabe der Schrittweite  $h$  ist erforderlich, um die Ableitung des zu untersuchenden Kurvenabschnittes bilden zu können. Die allgemeine Gleichung dafür lautet:

$$y'(x) = \frac{dy}{dx} = \frac{y(x+h) - y(x)}{h}$$

Für die Rekursionsformel gilt:

$$x_{n+1} = x_n - \frac{y(x_n)}{y'(x_n)}$$

Dabei ist  $x_n$  die angenäherte Lösung, wenn folgende Bedingung erfüllt ist:

$$|x_{n+1} - x_n| < \epsilon$$

Ein auf diesem Verfahren basierendes Computerprogramm in GFA-BASIC 2.0 ist in Bild 3 wiedergegeben. Da bei diesem Programm die Genauigkeit fest vorgegeben ist, braucht man diese nicht einzugeben. Weil eine kubische Gleichung immer mindestens eine Lösung aufweist, findet das Programm im allgemeinen auch eine Lösung. Falls auch nach längerer Rechenzeit keine Lösung vorliegt, hat man einen ungünstigen Ausgangspunkt  $x_0$  erwählt. Abhilfe schafft das Drücken der Escape-Taste und eine Neueingabe des Wertes für  $x_0$ . Da das Programm selbsterklärend ist, kann man hier auf genauere Bedienungsangaben verzichten.

Bild 4 enthält ein entsprechendes Programm für den weitverbreiteten Taschenrechner Casio FX 602 P. Das Programm fragt zunächst die vier Polynomkoeffizienten ab. Anschließend sind noch die Genauigkeit  $\epsilon$ , der Startwert  $x_0$  und die Schrittweite  $h$  einzugeben. Danach erfolgt die Berechnung und die Ausgabe des Ergebnisses.

Ausgehend von der Grundformel einer kubischen Gleichung

$$y = ax^3 + bx^2 + cx + d$$

eignet sich zum Testen der Programme zum Beispiel die Funktion



```

REM Lösung einer kubischen Gleichung nach dem Newton-Verfahren
REM Sprache: GFA-BASIC 2.0
REM von F.-P. Zantis
CLS
GOSUB txt
PRINT AT(8,3);"Lösung einer kubischen Gleichung nach dem Newton-Verfahren"
PRINT AT(8,4);"-----"
PRINT AT(17,6);"Ausgangsgleichung: y=ax^3+bx^2+cx+d"
PRINT AT(8,9);"Bitte Koeffizienten eingeben:"
INPUT "      a,b,c,d ";a,b,c,d
PRINT AT(17,6);"
PRINT AT(17,6);"y = ";a;"*x^3 + ";b;"*x^2 + ";c;"*x + ";d
PRINT AT(8,9);"Bitte Randbedingungen eingeben:"
INPUT "      Startwert,Schrittweite ";x0,h
PRINT AT(8,23);"Abbruch mit ESC"
DO
  z$=INKEY$
  xx=x
  x1=x
  GOSUB kubisch
  PRINT AT(8,21);"
  PRINT AT(8,21);"y(";x;") = ";y
  y1=y
  x=x+h
  GOSUB kubisch
  y2=y
  x=xx
  dy=(y2-y1)/h
  x=x-y1/dy
  EXIT IF ABS(-y1/dy)<1.0E-07 OR ASC(z$)=27
LOOP
IF ASC(z$)=27
ELSE
  x=x+y1/dy
  GOSUB kubisch
  PRINT AT(8,15);"Eine Lösung ist bei x = ";x
  PRINT AT(8,18);"Probe:"
  PRINT AT(8,19);"y(";x;") = ";y;" ";CHR$(247);" 0"
  PRINT AT(8,21);"
ENDIF
ENDIF
DO
  PRINT AT(8,23);"Weiter      Quit"
  PRINT AT(8,24);"-----"
  z$=INP(2)
  IF z$=81 OR z$=113
    QUIT
  ENDIF
  IF z$=87 OR z$=119
    RUN
  ENDIF
LOOP
END
PROCEDURE kubisch
  y=a*x^3+b*x^2+c*x+d
RETURN
PROCEDURE txt
  DEFTXT 1,0,4
  TEXT 2,8,0,MKL$(1098216559)
  TEXT 25,8,0,MKL$(1916411936)
  TEXT 2,15,0,MKL$(1177431376)
  TEXT 25,15,0,MKL$(773872225)
  TEXT 50,15,0,MKL$(1853122931)
RETURN

```

**Bild 3. GFA-BASIC-Programm zum Lösen kubischer Gleichungen. Das Programm arbeitet nach dem Newtonschen Verfahren.**

$$y = x^3 + x^2 - x - 1$$

mit  $a = 1$ ,  $b = 1$ ,  $c = -1$  und  $d = -1$ . Dieses Polynom weist bei  $x = 1$  einen Nulldurchgang auf.

Das Lösen von Problemen der Elektronik oder Elektrotechnik erfolgt natürlich nicht grundsätzlich über kubische Gleichungen. Das vorgestellte Verfahren läßt sich aber auch auf andere Gleichungen anwenden.

Als Variante zu dem eben vorgestellten Programm zeigt Bild 5 das Listing eines Programms für den Taschenrechner FX 602 P, das sowohl die Berechnung des Funktionswertes  $y = f(x)$  als auch die Nullstellensuche eines beliebigen Polynoms erlaubt. Damit verfügt man über die Möglichkeit, unmittelbar nach dem Ermitteln einer Nullstelle eine Kontrollrechnung durchzuführen. Ist  $x_0$  die gefundene Nullstelle, dann muß gelten:

$$y(x_0) \approx 0$$

Nach dem Starten des Programms sind zunächst der Polynomgrad und anschließend die Polynomkoeffizienten einzugeben. Danach fragt das Programm den Wert der unabhängigen Variablen  $x$  ab. Wenn im Rechner-

```

P0 " a ? " HLT Min01
" b ? " HLT Min02
" c ? " HLT Min03
" d ? " HLT Min04
" e ? " HLT Min05
LBL1 " x0 ? " HLT Min06
" h ? " HLT Min05
LBL2 MR05 Min07 2 Min00
LBL3 MR01 X MR05 x2 X MR05 + MR02 X
MR05 x2 + MR03 X MR05 + MR04 =
Min09 MR06 M+05
DSZ GOTO4
GOTO5
LBL4 MR09 Min08 GOTO3
LBL5 ( MR09 - MR08 ) / MR06 = Min09
MR07 - MR08 / MR09 = Min08 - MR07
= ABS x>F GOTO6 GOTO7
LBL6 MR08 Min05 GOTO2
LBL7 " x = AR07 "

```

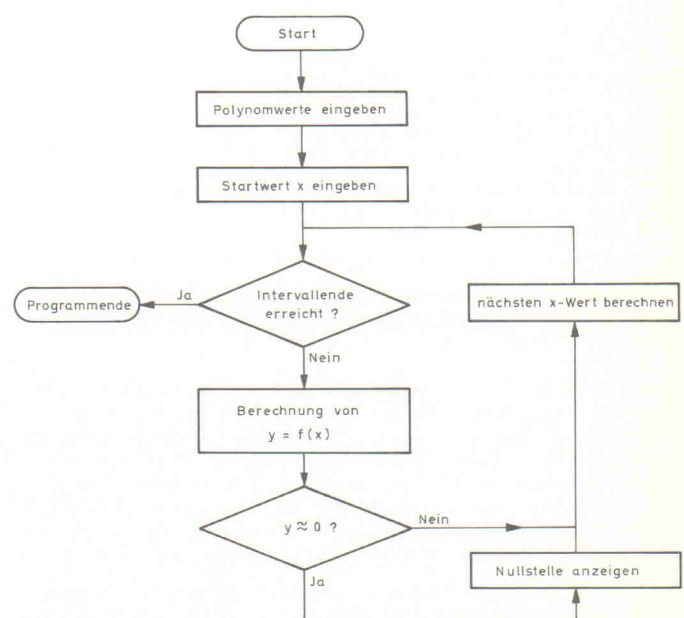
**Bild 4. Programm zum Lösen kubischer Gleichungen nach dem Newtonschen Verfahren für Taschenrechner des Typs FX 602 P.**

```

"POLY-0" PAUSE "n?" HLT Min00 Min1F
LBL0 "a AR00?" HLT IND Min00 DSZ GOTO0 "a0?" HLT Min14
5 ± 10x Min1F
LBL9 "x?" HLT Min15 "HLT" HLT Min11
LBL2 MR15 Min17 2 Min12
LBL4 MRF Min00
LBL8 IND MR00 = x MR15 + DSZ GOTO8 MR14 = Min13 MR11
x=0 GOTO1 "y=AR13" HLT GOTO9
LBL1 MR13 Min19 MRF M+15 1 M-12 MR12 x=0 GOTO5 MR19
Min18 GOTO4
LBL5 MR19 "# " - MR18 = / MRF = Min19 MR17 - MR18 /
MR19 = Min18 - MR17 = ABS x>F GOTO6 "xD=AR17" HLT
GOTO9
LBL6 MR18 Min15 GOTO2

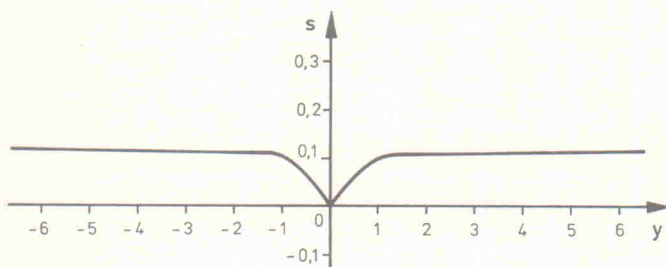
```

**Bild 5. Programm zum Berechnen einer Nullstelle eines beliebigen Polynoms mit dem FX 602 P. Zusätzlich ist auch die Berechnung des Funktionswertes  $y = f(x)$  möglich.**

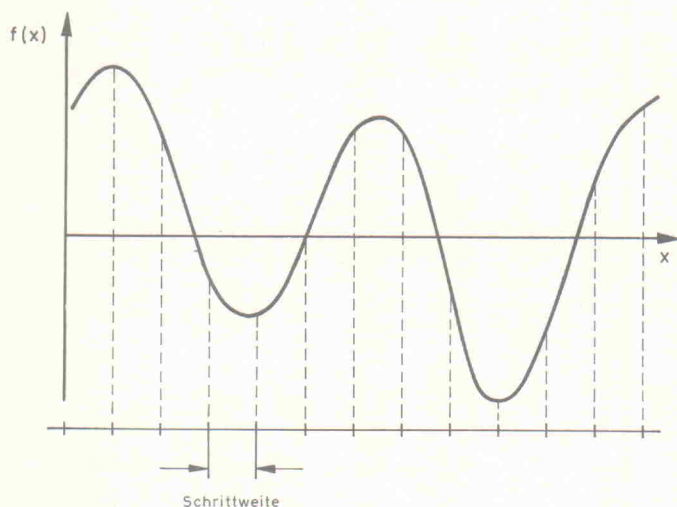


**Bild 6. Vereinfachtes Ablaufdiagramm für die pauschale Nullstellensuche ohne Schrittweitenanpassung.**





**Bild 7.** Verlauf der Schrittweitenanpassung bei der pauschalen Nullstellensuche. In der Umgebung von  $y = 0$  nimmt die Schrittweite  $s$  kleinere Werte an.



**Bild 8.** Dieses Bild verdeutlicht das 'Überspringen' von Nullstellen bei konstanter Schrittweite  $s$ . Die zweite Nullstelle der dargestellten Funktion wird nur zufälligerweise erfasst – alle anderen überspringt das Programm.

```

"Nullstellen" PAUSE "n?" HLT Min00 Min16
LBL1 "a AR00?" HLT IND Min00 DSZ GOTO1 "a0?" HLT
Min17
LBL6 "x?" HLT Min19 Min18 9 M+18 "HLT" HLT MinF
LBL2 MR19 "#" - MR18 = x>0 GOTO5 MR16 Min00
LBL3 IND MR00 = X MR19 + DSZ GOTO3 MR17 = FIX2
x=0 GOTO4
LBL0 ABS Min1F / ( MR1F X 9 + ( MR1F 1/x 1. ) ) = M+19 GOTO2
LBL4 MR19 FIX4 "x=#" HLT 1 GOTO0
LBL5 "End" HLT GOTO6
    
```

**Bild 9.** Programm für die pauschale Nullstellensuche mit Schrittweitenanpassung gemäß Bild 7 für den FX 602 P.

display 'HLT' erscheint, kann man wählen, ob durch Drücken der Taste 'EXE' der eingegebene  $x$ -Wert zur Berechnung des Funktionswertes  $y = f(x)$  herangezogen wird oder bei Eingabe von '0 EXE' der  $x$ -Wert als Ausgangspunkt zur Nullstellensuche dient. Die Nullstellensuche erfolgt hier ebenfalls nach dem Newton-Verfahren. Die Vorgabewerte sind bereits fest integriert. Weitere Eingaben für den Programmablauf sind nicht notwendig. Die Genauigkeit ist mit  $\epsilon = 10^{-5}$  festgelegt. Für einen Programmtest kann man die vorhin vorgestellte Funktion verwenden.

Mit Hilfe eines Computers kann man aber auch beliebige Gleichungen numerisch lösen. Die einfachste Problemlösung besteht darin, den Computer alle Funktionswerte einer Funktion  $f(x)$  innerhalb eines bestimmten Intervalls berechnen zu lassen. Unterschreitet der Funktionswert einen festgelegten, hinreichend kleinen Höchstwert, kann man annehmen, daß der zugehörige Wert der unabhängigen Variablen  $x$  eine Nullstelle im un-

```

"POLY-0" PAUSE "n?" HLT Min00 Min16
LBL1 "a AR00?" HLT IND Min00 DSZ GOTO1 "a0?" HLT
Min17
LBL2 "x?" HLT Min19 Min18 9 M+18 "HLT" HLT MinF
x=0 GOTO7 "Y(AR19)="
LBL6 MR16 Min00
LBL3 IND MR00 = X MR19 + DSZ GOTO3 MR17 = Min1F
MRF x=0 GOTO8 MR1F HLT GOTO2
LBL7 MR19 "#" - MR18 = x>0 GOTO2 GOTO6
LBL8 MR1F FIX2 x=0 GOTO4
LBL0 ABS tanh / 10 = M+19 GOTO7
LBL4 MR19 RND3 "x=#" HLT 1 GOTO0
    
```

**Bild 10.** Programm für die pauschale Nullstellensuche mit Schrittweitenanpassung bei Polynomen für den FX 602 P.

tersuchten Intervall angibt. Computerprogramme, die auf einem derartigen Algorithmus basieren, existieren bereits seit längerem. Die meisten Mathematiker lehnen diese wegen ihrer Unzulänglichkeiten jedoch strikt ab. So kann es zum Beispiel vorkommen, daß das Programm bei ungeeigneter Konstellation des zu untersuchenden Intervalls, der Steilheit des Nulldurchgangs und des festgelegten Höchstwerts die gesuchte Nullstelle überhaupt nicht findet oder aber eine Nullstelle anzeigt, die nicht vorhanden ist.

Für die Praxis sind derartige Programme allerdings durchaus von Nutzen. Voraussetzung ist aber, daß der ungefähre Ort der Nullstelle und die Größenordnung der Werte für die unabhängige Variable  $x$  und die abhängige Variable  $y$  (Funktionswert) abschätzbar sind. Dies ist bei der Lösung technischer Problemstellungen fast immer der Fall. Bild 6 zeigt das Ablaufdiagramm eines Programms für den Taschenrechner FX 602 P, mit dem man Nullstellen von Polynomen bis zum 15. Grad ermitteln kann. Zunächst sind wieder der Polynomgrad und die Polynomkoeffizienten einzugeben. Anschließend fragt das Programm nach dem Startwert  $x$ , ab dem die Suche beginnen soll. Für die Grenzen des jeweils untersuchten Intervalls gilt:

$$x \leq X \leq x + 9$$

Mit einem kleinen mathematischen Kniff erfolgt eine Anpassung der Schrittweite für die  $x$ -Werte in Abhängigkeit von der Höhe des Funktionswertes  $y$ . Bei kleinen Funktionswerten verkleinert sich ebenfalls die Schrittweite. Der Kniff besteht darin, die Schrittweite  $s$  als Funktion des Funktionswertes  $y$  wie folgt auszudrücken:

$$s = \frac{|y|}{9 \cdot |y| + \frac{1}{|y|}}$$

Der zugehörige Funktionsverlauf  $s = f(y)$  ist in Bild 7 wiedergegeben. Es ist zu erkennen, daß der Funktionswert  $s$  relativ kleine Werte annimmt, sobald sich der Wert für die – hier unabhängige – Variable  $y$  im Bereich um Null bewegt. Mit diesem 'Trick' reduziert man die Wahrscheinlichkeit, daß das Programm die zu suchende Nullstelle überrennt, wie es beispielsweise in Bild 8 mehrmals der Fall ist. Eine Garantie für das Ermitteln der Nullstelle ist damit jedoch nicht gegeben. Das zugehörige Programmlisting ist in Bild 9 zu sehen. An der mit 1.) gekennzeichneten Stelle kann man noch die Schrittweite – je nach Erfordernis – pauschal verändern. Für eine größere Schrittweite ist an dieser Stelle mit 2...10 zu multiplizieren (beispielsweise '\*2' einfügen), für eine kleinere Schrittweite ist durch 2...10 zu dividieren (zum Beispiel '/2' einfügen).

Zum Testen des Programms eignet sich zum Beispiel folgende Funktion:

$$y = -1/3 x^3 - 2,5 x^2 + 1/3 x + 2,5$$


Diese Funktion weist Nullstellen bei  $x = -1$  und  $x = 1$  auf.

Alternativ bietet sich das Programm entsprechend Bild 10 an. Dieses Programm dient wiederum zum Berechnen des Funktionswertes  $y = f(x)$  beliebiger Polynome und zur Nullstellensuche. Nach der Eingabe der unabhängigen Variablen  $x$  kann man wählen, ob der Rechner den Funktionswert  $y = f(x)$  ermitteln soll oder ob der eingegebene  $x$ -Wert als Startwert für eine Nullstellensuche gilt. Durch das Eintippen von '0 EXE' startet man die Nullstellensuche; betätigt man nur die Taste 'EXE', erfolgt die Berechnung und Ausgabe des Funktionswertes. Auch dieses Programm reduziert die Schrittweite  $s$  in der Nähe der Nullstelle; hier lautet der funktionale Zusammenhang:

$$s = \frac{\text{ABS}(\tanh y)}{10}$$




$$|b - a| \leq \varepsilon$$



**RATHO®**  
Hamburg

**RATHO Electronic Vertriebs GmbH**  
 Burchardstr. 6 · 2000 Hamburg 1  
 Tel. (040) 33 86 41 / 32 66 62 · Fax (040) 33 53 58 / 32 39 16

**Passive Bauelemente**  
 Widerstand  
 Potentiometer  
 Summer

**Mech. Bauelemente**  
 Stecker  
 Kabel  
 Schalter

**Computerzubehör**  
 Stecker  
 Kabel  
 Joysticks, Mouse

**Gehäuse**  
 19" Gehäuse  
 Halbschalen-  
 gehäuse

**Auto-Hifi**  
 Radio  
 Booster  
 Autolautsprecher

**Auto-Electronic**  
 Antennen  
 Uhren  
 Zubehör


**Messgeräte**  
 Labornetzgerät  
 Servicegeräte

**Lautsprecher**  
 Profiprogramm  
 Zubehör  
 Bauvorschläge

**Lautsprecherboxen**  
 Alu-Boxen  
 Stand-Boxen  
 Regal-Boxen

**Lichttechnik**  
 Taschenlampe  
 Halogenlampen

Wir liefern ausschließlich an  
 Fachhandel u. Industrie  
 Schulen u. Universitäten



**RATHO®**  
Hamburg

elr/10/91

[illegible]



## P L A T I N E N

ELRAD-Platinen sind aus Epoxid-Glashartgewebe, sie sind gebohrt und mit Lötstopplack versehen bzw. verzinkt. Alle in dieser Liste aufgeführten Leerplatinen stehen im Zusammenhang mit Projekten der Zeitschrift ELRAD. eMedia liefert nur die nicht handelsüblichen Bestandteile. Zum Aufbau und Betrieb erforderliche Angaben sind der veröffentlichten Projektbeschreibung zu entnehmen. Die Bestellnummer enthält die hierzu erforderlichen Angaben. Sie setzt sich zusammen aus Jahrgang, Heft- und einer laufenden Nummer. Beispiel 119-766: Monat 11, Jahr 1989. Besondere Merkmale einer Platine können der Buchstabenkombination in der Bestellnummer entnommen werden: ds — doppelseitig, durchkontaktiert; oB — ohne Bestückungsdruck; M — Multilayer, E — elektronisch geprüft. Eine Gewähr für das fehlerfreie Funktionieren kann nicht übernommen werden. Technische Auskunft erteilt die Redaktion jeweils mittwochs von 10.00—12.30 und 13.00—15.00 Uhr unter der Telefonnummer 05 11/5 47 47-0.

Platine	Best.-Nr.	Preis DM	Platine	Best.-Nr.	Preis DM	Platine	Best.-Nr.	Preis DM
Byte-Former	86 101 46/ds	39,00	— PC-8255-Interface	020-785/ds/E	52,00	BattControl	041-876	7,50
Byte-Brenner (Epromer)	018-616	30,00	— PC-PAN-Schacht	020-786/ds/E	28,00	UniCard	041-877	70,00
C64-Sampler	118-682	12,00	RIAA direkt	010-781/ds/E	18,00	Lüfterregelung	89 101 36B	9,00
EVU-Modem	118-683	35,00	LADECENTER (nur als kpl. Satz)			Temperatur-Monitor		
MASSNAHME			— Steuerplatine	020-783A		+ Diskette/PC (Sourcecode) 5,25"	061-887	25,00
— Hauptplatine	128-684	48,00	— Leistungsplatine	020-783B		Audio Light (Satz 2 Stück)	071-888	32,00
— 3er Karte	128-685	35,00	— Netzteil	020-783C	78,00	Aufmacher II	081-892	52,00
100-W-PPP (Satz f. 1 Kanal)	128-688	100,00	— Schalterplatine	020-783D/ds/E		Hercules-Interface	081-893	64,00
Thermostat mit Nachtabenkung	128-690	18,00	— Schalterplatine	020-783E/ds/E				
TV-Modulator	128-691	7,00	19"-POWER-PA					
Universelle getaktete			— Control-Platine	030-805	30,00			
DC-Motorsteuerung	128-692	15,00	— Treiber-Platine	030-806	26,00			
IEEE488-PC inkl. GAL	019-695/ds/E	73,00	— PTC-Bias-Platine	030-807	3,00			
Halogen-Dimmer	029-696	10,00	— Netz-Platine	030-808	16,00			
Halogen-Unterwasser-Leuchte	029-697	10,00	— Ausgangs-Platine	030-809	7,50			
Black-Devil-Brücke	029-701	12,00	— LED-V-Meter	030-810	15,00			
Spannungswächter	039-702	7,00	— Symmetrier-Platine	030-811	4,50			
z-Modulationsadapter	039-703	3,00	DemoScope	030-812	14,00			
Frequenz-Synthesizer	039-704/ds	30,00	Rauschverminderer	040-815	80,00			
4 1/2-stelliges Panelmeter	039-707/ds	40,00	EPROM-Simulator	040-816/ds/E	68,00			
Byte-Logger	039-709/ds/E	64,00	50/100-W-PA bipolar	050-824	18,00			
Rom-Port-Puffer			Antennenverstärker	050-825	7,50			
(SMD) Atari ST-Platine	870950dB	16,00	TV-TUNER					
BREITBANDVERSTÄRKER			— Videoverstärker	060-826	32,00			
— Einbauversion	049-712	6,00	— Stereodecoder	070-839	18,00			
— Tastkopfversion	049-713	6,00	— Netzteil	080-846	32,00			
Antennen-Verteiler	049-714	11,00	— Controller	080-847/ds/E	64,00			
Metronom	049-715	26,00	— Tastatur	080-848/ds/E	42,00			
DSP-Systemkarte 32010	039-708/ds/E	64,00	VHF/UHF-Weiche	060-827 oB	7,00			
DSP-Speicherkarte	049-716/ds/E	64,00	20-KANAL-AUDIO-ANALYZER					
DSP-AD/DA-Wandlertarte	049-717/ds/E	64,00	— Netzteil	060-832	13,50			
DSP-Backplane (10 Plätze)	8805132MBE	138,00	— Filter	060-833	30,00			
DSP-Backplane (5 Plätze)	8805133MBE	88,00	— Zeilenreiber (2-Plat.-Satz)	060-834	13,00			
DSP-Erweiterungskarte	049-718/ds	64,00	— Matrix	060-835/ds/oB	34,00			
Universeller Meßverstärker	049-719/ds	64,00	HALL.O.					
KAPAZITIVER ALARM			— Lichtstation	060-836	78,00			
— Sensorplatine	059-720	9,00	— Controller	060-837	46,00			
— Auswertplatine	059-721	10,00	MOSFET-Monoblock	070-838	25,50			
PAL-Alarm	059-724	10,00	Beigeordneter	080-842	35,00			
SZINTILLATIONS-DETEKTOR			8-KANAL-IR-FERNSTEUERUNG					
— Hauptplatine	069-727/ds/oB	34,00	FÜR HALOGEN-LAMPEN					
— DC/DC-Wandler	069-728	16,00	— Sender	080-844	12,00			
C64-Relaisplatine	079-734	20,00	— Empfänger	080-845	6,00			
C64-Überwachung	079-735	15,00	PLL-Frequenz-Synthesizer	090-849	32,00			
SMD-Meßwertgeber	079-736/ds/oB	20,00	Multi-Delayer	090-850	32,00			
HEX-Display	079-737	15,00	EMV-Tester	110-861	10,00			
Universelles Klein-Netzteil	079-738	15,00	5-Volt-Netzteil	110-862	32,00			
RÖHREN-VERSTÄRKER			VCA-Noisegate	120-863	32,00			
— Ausgangs-, Line- u.			LWL-TASTKOPF					
— Kopfhörer-Verstärker	079-739/ds	45,00	— Sender	120-864	7,00			
— Entzerrer Vorverstärker	079-740	30,00	— Empfänger	120-865	7,00			
— Gleichstromheizung	079-741	30,00	RÖHRENVERSTÄRKER:					
— Hochspannungsplatine	079-742	30,00	„DREI STERNE...“					
— Fernstarter	079-743	30,00	— Treiberstufe	100-851/ds	56,00			
— 24-V-Versorgungs- und Relaisplatine	079-744	15,00	— Hochspannungsregler	100-852	32,00			
— Relaisplatine	079-745	45,00	— Gleichstromheizung	100-853	14,00			
SMD-Pulsfühler	099-749	13,00	— Endstufe	100-854	13,00			
SMD-Lötstation	099-750	32,00	Achtung, Aufnahme					
Universal-Interface ST	109-759/ds	56,00	— AT-A/D-Wandlertarte incl. 3 PALs,					
MIDI-MODE (Platinen, Manual, Software			Recorder (reduzierte Version von D1,					
im EPROM) komplett	119-763	128,00	Source) und Hardware-Test-Software					
SESAM			(Source) auf 5,25"-Diskette	100-855/ds/E	148,00			
— Systemkarte	119-765/ds/E	64,00	— Vollständige Aufnahme-Software D1	S100-855M	78,00			
— Interface	129-768/ds/E	58,00	Event-Board incl. 1 PAL	100-856/ds/E	89,00			
— A/D-Karte	030-813/ds/E	64,00	MultiChoice					
— Anzeige-Platine	030-814/ds/E	9,50	— PC-Multifunktionskarte incl. 3 GALs					
U/f-Wandler PC-Slotkarte	119-766/ds/E	78,00	und Test-/Kalibrier-Software (Source)					
DCF-77-ECHTZEITUHR	129-767/ds/E	28,00	auf 5,25"-Diskette	100-857/M	350,00			
LEUCHTLAUFCHRIFT			Midi-To-Gate-Interface					
— LED-Platine	129-769/ds	128,00	— Platineinsatz (2 Stück)					
— Tastatur/Prozessor (Satz)	129-770	59,00	incl. EPROM	011-866/ds	110,00			
Dynamic Limiter	129-771	32,00	— Erweiterungsplatine					
UMA — C64	129-772/ds	25,00	einzeln erhältlich					
Antennenmischer	010-776/ds	18,00	µPA	011-867/ds	14,00			
DATENLOGGER 535			LowOhm	011-868/ds	32,00			
— DATENLOGGER-535-Controller	010-780/ds/E	64,00	Freischalter	031-873	24,00			
— PAN-535-Schächte	020-784	6,00	ST-Uhr	041-875	14,50			

## SIMULANT: EPROM-Simulator

— Platine + prog. µController 021-869/ds/E 135,00

## MOPS: Prozessorkarte mit 68 HC 11

— Platine 031-874/ds/E 64,00  
 — Entwicklungsumgebung auf Diskette/PC incl. Handbuch 100,00

## VOLLES HAUS

— Treiberstufe 100-851/ds 56,00  
 — Endstufe 061-878 43,00  
 — Stromversorgung 061-879 30,00  
 — Heizung 061-880 15,00  
 — Relais 061-881 32,00  
 — Schalter 061-882 6,00  
 — Poti 061-883 6,50

## PC-SCOPE

— Hauptgerät 061-884/ds 64,00  
 — Interface 061-885/ds 52,00  
 + Diskette/PC (Sourcecode) Betriebssoftware 5,25" 28,00

## FLEX CONTROL

— Systemplatine 061-886/ds 64,00  
 — Anwendungssoftware MSPS (C-Sourcecode) + EPROM 78,00  
 — Steuermodul 071-889 25,00  
 — R/D-Modul 071-890 25,00

## SendFax-Modem

— Platine 071-891/ds 64,00  
 — EPROM 25,00

## Hot line

-- RAM Karte 091-894/ds 64,00

## Midi-to-Power

Steuerplatine incl. EPROM 091-895 82,00  
 Erweiterungsplatine 091-896 28,00

## Beachten Sie auch

## unser 1/2-Preis-Angebot

## auf Seite 98

**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 Hannover, Kto.-Nr. 4408 (BLZ 250 502 99)



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

Auskünfte nur von 9.00 bis 12.30 Uhr 05 11/53 72 95

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



## Schröder Elektronik, Priestergasse 4, 7890 Waldshut Tiengen

Platinen 1. Wahl, 1,5 mm 0,035 cu und fotobeschichtet mit Lichtschutzfolie  
Tel. 0 77 41/41 94. Keine Mindestmengen, ab 50 DM 3% Rabatt. Liste kostenlos.

Pertinax 100* 50 0,60	Epoxyd 1S. 100* 50 0,85	Epoxyd 2S. 1,10	Epoxyd 1S. blau —
Pertinax 100* 160 1,70	Epoxyd 1S. 100* 160 2,50	Epoxyd 2S. 3,20	Epoxyd 1S. blau 3,50
Pertinax 200* 300 6,00	Epoxyd 1S. 200* 300 9,50	Epoxyd 2S. 12,00	Epoxyd 1S. blau 12,50
Pertinax 400* 300 12,00	Epoxyd 1S. 400* 300 19,00	Epoxyd 2S. 24,00	

Neu für SMD Epoxyd 1S. 0,50mm 0,035 mm cu 100\*160 2,69 Laborkarte 100\*160 6,80  
Neu Sharp LCD Punkt Matrix Module für Charakter: 16-1a 25,50, 16-1a 46,95, 16-2a 32,70, 16-2e 38,50, 16-21 51,50, 20-2a 48,95, 20-2e 74,95, 40-2a 80,20, 40-2e 119,70, Sharp Graphik Module: 240-64h punkte 185,50, 240-64W 190,95, 240-128 417,20, 640-480a 944,50, 640-480e 997,00, Sharp EL Displays: 320-240 1771,60, 510-126 1771,60, 640-400 1772,20, 640-480 1871,65  
511000 70ns 13,50, SIM Modul 9-1M 70ns 108,50, SIP Modul 9-1M 70ns 115,50, 7106 4,80, 7126 7,50, 7106R 4,95, 7126R 4,80! 7107 5,70, 7107R 7,95

## ELEKTRONIK

Entwicklung, Prototyping, Herstellung  
PCB-Design, Dokumentation

8051-Modul nur 45 x 70 mm  
Sockel f. max. 16K EPROM und 32K RAM  
RS232-Schnittstelle. Alle Bussignale  
an Buchsenleisten.

178,-

Echte 2-Kanal 12 Bit D/A-Karte für AT  
Ausgänge +/- 5V bis +/- 10V einstellbar.  
Simultane Ausgabe möglich

698,-

Schrittmotor-Treibermodul getaktet  
Bipolar max. 1,5A/24V pro Phase  
Einstellbare Stromregelung  
Voll/Halbschrittbetrieb

98,-

Joachim Müller  
Robert-Koch-Str. 9  
7208 Spaichingen  
Tel. 07424/501693

## ENTWICKLUNG

## PC-I/O-Karten

AD-DA Karte 12 Bit 16 Kanal DM 139,-  
1\*128bit D/A, unip. 0-9V, bip. -9+9V, 500sec, 16\*128bit  
A/D, 600sec mit 25-Pin Kabel und viel Software

AD-DA Karte 14 Bit 16 Kanal DM 329,-  
wie 128bit

Relais I/O Karte DM 299,-  
16 Relais 150V/1A out und 16\*Photo in.

8255 Parallel 48 \* I/O Karte DM 82,-  
48 \* I/O, max 2MHz, 3\*168bit Counter, 16 LED, Software

IEEE 488 Karte DM 315,-  
mit Kabel und GW-Basic Beispielen

Multi D/A 8 Bit 8 Kanal DM 349,-  
8 D/A Channel, ref. V. 9V + 9V, 25-Pin Sub-D Anschluß

Multi D/A 12 Bit 8 Kanal DM 525,-  
8 D/A Channel, ref. V. 9V + 9V, 25-Pin Sub-D Anschluß

PC Universal Card DM 99,-  
Leerkarte mit Data-Bus, Address-Bus, I/O Line, Buffer-Circuit

4 \* RS 232 für DOS AT DM 145,-  
8 \* RS 232 für DOS AT DM 279,-

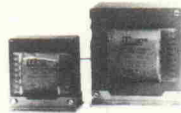
Lieferprogramm kostenlos. Änderungen und Zwischenverkauf vorbehalten. Lieferung per UPS-Nachnahme + Versandkosten.

## Computer-Electronic-Versand

Jürgen Merz  
Lengerichter Str. 21 D-4543 Lienen  
Telefon BTX 0 54 83 12 19  
Telefax 0 54 83 15 70

# Transformatoren

## Qualitätstransformatoren nach VDE



Deutsches Markenfabrikat • Industriequalität  
kompakt • streuarm • für univers. Anwendung

Netztransformatoren für allgemeine Anwendung  
Netz-Trenntransformatoren • Anpassungs-Trenn-  
transformatoren • Vorschalttransformatoren  
Standardtypen nach VDE 0550 : 24VA - 1900VA

Wir fertigen auch kundenspezifische Sondertransformatoren (Einzelstücke und Serien) in Baugrößen von 24VA - 3200 VA. Einphasentransformatoren bis 25KVA und Dreiphasentransformatoren bis 33KVA sind auf Anfrage lieferbar.

## Ringkerntransformatoren nach VDE



Deutsches Markenfabrikat • Industriequalität  
Fertigung nach VDE-Vorschrift für Sicher-  
heitstransformatoren • Ausgangsspg. 11,5V  
Spannungsfestigkeit primär/sekundär = 4000V  
geringes Gewicht • sehr geringe Erwärmung

Netztransformatoren für allgemeine Anwendung  
"LN-Trenntransformatoren" für höchste Ansprüche  
Standardtypen nach VDE 0550 : 50VA - 1100VA

Wir fertigen auch kundenspezifische Sondertransformatoren (Einzelstücke und Serien) in Baugrößen von 50VA - 3000 VA. Weitere technische Angaben enthält unsere aktuelle kostenlose Liste C 9/91.

## Halogenlichttransformatoren nach VDE



Deutsches Markenfabrikat • Industriequalität  
Fertigung nach VDE-Vorschrift für Sicher-  
heitstransformatoren • Ausgangsspg. 11,5V  
Spannungsfestigkeit primär/sekundär = 4000V  
geringes Gewicht • sehr geringe Erwärmung

Standardtypen nach VDE 0551 : 50VA - 450VA

Ausführungsformen: Offener Ringkerntrafo mit Anschlußlitzen • Ringkern-  
trafo vergossen im Bechergeläuse mit Anschlußlitzen u. zerstörungsfreiem  
Thermoschutz • Mantelkerntrafo mit gekapselter Zweikammerwicklung.

## BURMEISTER-ELEKTRONIK

Dipl.-Ing. Ch. Burmeister

Postf. 1236 • 4986 Rodinghausen • Tel. 05226/1515 • Fax 05226/17255

Versand per NN oder V-Rechn. zzgl. Porto u. Verp.; Lieferung ins Ausland nur gegen V-Rechn.  
Wir liefern auch: Rechteck- und Sinuswellenrichter, Wechselrichter-Ladegerät-Kombinationen,  
Ladegeräte, Elkos u. Gleichrichter. Fordern Sie noch heute unseren kostenlosen Katalog C9 an.

# LEITERPLATTEN

auch Muster und Kleinserien

ALU-FRONTPLATTEN

CNC - FRONTPLATTENBEARBEITUNG

CAD-LAYOUTS

Katalog anfordern!

BAUER ELEKTRONIK  
LEITERPLATTEN UND DESIGN

Hasenbruch 1  
6690 ST. WENDEL  
☎ 0 68 51/7 03 66  
Fax 0 68 51/8 35 83

# MÜTER • AT • BMR • CBE • CSG • RTT



BMR 95



BMR 700

Regenerier-Computer u. Meßgeräte für Bild-  
röhren; m. Katodenschutz, Entgasungshilfe,  
Schlußrepar.; total taube Röhren strahlen wieder  
neu, auch wenn andere Regenerierer versagen.



AT 2: Audio-  
Meßplatz, 16  
Testgeräte für  
Tonband, CD,  
Carradio, Mi-  
cro, Kopfh., Tuner, Boxen, Ver-  
st., Phono, Booster, 27 Buch-  
sen; Adapter unnötig; ersetzt  
teuren Meßgerätepark.

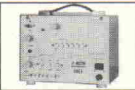


CBE: macht  
Bildschirme  
wieder klar  
u. farbrein.

RTT 2: Regel-  
Trenn-Trafo  
0 - 270 Volt  
stufenlos, VDE;  
1100 Watt.



CSG 5: Testbild-  
sender: UHF,  
VHF, S-Kanäle;  
Video für RGB-  
Monitore.

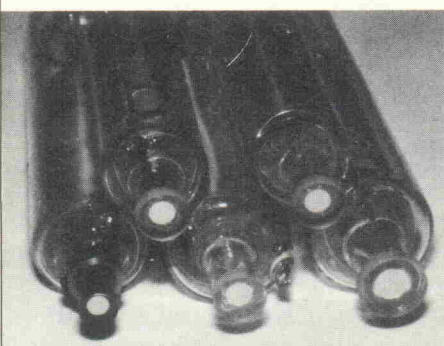


Ion 2 Luftreiniger  
gegen Hausstaub  
u. Milben; für Vo-  
gelhalter, Allergi-  
ker, Asthmatiker.



Infos  
kostenlos:  
U. Mütter  
Kriedellweg 38, 4353  
Oer-Erkenschwick  
Tel. (0 23 68) 20 53  
Fax (0 23 68) 570 17

# Laser vom Feinsten!



Laserquellen  
und  
Komponenten

eS Lasersysteme

Berggasse 10  
D-7406 Mössingen

Telefon (0 74 73) 7142  
Fax (0 74 73) 246 61

Die Nr. 1  
in  
Lasertechnik

# Schuro Elektronik GmbH

Vertrieb elektronischer und elektromechanischer Bauelemente

Untere Königsstr. 46A - 3500 Kassel

## Der ideale Partner für Entwicklung, Forschung und Fertigung!

- Seit Jahren bekannt für schnelle termingerechte Lieferungen
- Rund 12 000 Artikel von mehr als 60 Spitzenherstellern wie Siemens, STM, Tfk, HP, Motorola, Harris, Texas Instruments, Valvo, National, AD/PMI (Aktiv, Passiv, Mechanik und SMD-Bauelemente) ab Lager verfügbar!
- Sonderbeschaffung von Artikeln, die wir nicht ab Lager haben, ist möglich!
- Lieferung schon ab 50,00 DM Warenwert
- Computerunterstützte Auftragsbearbeitung - sofortige Preis- und Lieferzeitangaben
- Katalog mit ständigen Ergänzungen durch unseren UPDATE-Service
- („\*“ = Staffel 5-9, „%“ = Staffel 100-499 - autom. Rabatt bei größerer Abnahme)

TRANSISTOREN	2 SJ 50	12,34	ADC 0804 LCN	8,27	TCA 785	7,25	
BC 140/101/11-10	0,48*	10-24 STÜCK	10,98	ADC 0816 CCN	46,33	TCA 965	4,67
BC 160/101/11-10	0,48*	2 SK 135	11,71	CA 3130 E	2,18*	TCM 3105 N	27,38
BC 264A	0,70*	10-24 STÜCK	10,43	CA 3140 E	1,29*	TDA 1524 A	4,61
BC 327/37/38-25	10,19%	CMOS/74LS...HCT		CA 3161 E	2,23*	TDA 2030V	2,46
BC 516	0,21*	4001/11/22/23/25	0,33*	CA 3182 E	8,50	TDA 2595	4,59
BC 517	0,26*	4013/27/30/49/50	0,43*	CA 3240 E	2,81	TL 0617/172/81/82	0,71
BC 546B/48C/56B	6,69%	4015/29/47/51/53	0,65*	CA 3280	4,06	TL 074/084	0,96
BC 550C/56C	7,92%	4016/66/85/89	0,44*	ICL 7106/07/36	6,38	TL 074/084	1,11
BC 547/57/59/58C	6,69%	4017/20/21/22/43	0,62*	ICL 7109/35	17,84	TL 2401 B	4,87
BC 639/640	0,33*	4024/28/42/106	0,63*	ICL 7117/26	7,99	ULN 2003/2004 A	0,64
BD 137/38/39/40/10	0,37*	4040/41/60/63/94	0,71*	ICL 7660 SCSA	3,75	ULN 2803/2804 A	1,05
BD 435-439	0,57*	4067	2,65*	ICM 7217 IPI	21,54	uA 741 DIP-8	0,37*
BDV 64B/65B	2,59	4068/69/70/71/72	0,33*	ICM 7226 BIP	60,81	uA 7805/12/15	0,50*
BF 199	0,17*	4073/57/78/81/82	0,33*	ICM 7555 IPA	0,89*	uA 7805/100 Stück	42,00%
BF 244 A/B	0,78*	4510	0,80*	L 298	5,31	uA 7805/12/15	0,50*
BF 245 A/B/C	0,80*	4518/20/38/41/56	0,70*	L 298	10,94	uA 7805/12/15	0,50*
BF 256A	0,82*	74LS 00/04/08/32	0,28*	L 298	10,94	uA 7805/12/15	0,50*
BF 256B/256C	0,59*	74LS 02/05/09/20	0,33*	LF 355/356/357	1,35*	uA 7805/12/15	0,50*
BF 422	0,29*	74LS 14/74/132	0,42*	LF 411 CN	2,39*	XR 2026 CP	7,29
BF 458/871/872	0,53*	74LS 21/30	0,33*	LM 12CLX/103	60,19	XR 8038 CP	6,52
BF 489/70/71/72	0,51*	74LS 83/85/157	0,59*	LM 311 N-8	0,48*	2NA 234E	31,22
BF 484/495	0,17*	74LS 138/139	0,92*	LM 317 T	0,74*	2N 425 E-8	10,23
BS 170	0,54*	74LS 154	1,00*	LM 324 N	0,37*	2N 426 E-8	5,61
BS 250	0,76*	74LS 221	0,90*	LM 325 N	8,95	2N 427 E-8	21,81
BUZ 10	1,50	74LS 240/41/44/45	0,74*	LM 339/358/393	0,41*	2N 428 E-8	12,31
BUZ 11	2,79	74LS 247	1,00*	LM 394 CH	7,95	2N 436 E-8	1,17
BUZ 71	1,42	74LS 257/283/390	0,55*	LM 833 N	2,68*	GLEICHRICHTER UND DIODEN	
BUZ 71 A	1,40	74LS 373/374	0,74*	LM 3914/3915	6,17	880C1500D (25-49)	0,49
FRAGEN SIE AUCH NACH DEN ANDERN BUZIRF-TYPEN!		74LS 641/642	1,28*	LT 1028 CN8	10,40	8250/220-25A	4,44*
		74HC 00/04/08/32	0,41*	LT 1037 CN8	12,74	IN4148	2,49%
IRF 520	1,53*	74HC 74/132	0,59*	MAT 02 FH	13,71	IN4001	5,32%
IRF 530	2,06*	74HC 138/139	0,64*	MC 1455 DIP	15,08	IN4007	6,50%
IRF 540	3,32*	74HC 244/373/374	0,92*	MC 1455 DIP	15,08	TRISTOREN UND TRIACS	
IRF 820	1,69*	74HC 245	1,11*	MC 1455 DIP	0,41*	TIC 106 M	1,16*
IRF 830	2,02*	74HCT 00/04/08/32	0,44*	MC 14502 P	4,71	TIC 225 M	1,42*
MJ 802	4,12	74HCT 42/151/174	0,96*	MC 14502 P	5,59	TIC 226 M	1,99*
MJ 2501	2,91*	74HCT 73/151/156	0,87*	MC 14502 P	5,59	OPTOBAUELEMENTE	
MJ 2955	1,66*	74HCT 74/138/139	0,68*	NE 5532 N	1,71*	D 200 PA/PK (10-24)	1,69
MJ 4502	4,05	74HCT 93/240	1,03*	NE 5534 N	1,45*	D 350 PA/PK (10-24)	1,53
MJ 15003 MOTOROLA	7,30	74HCT 123/393	1,06*	NE 5532 AN/5534 AN	2,21*	LED 3/5 S. VALVO	6,52
MJ 15004 MOTOROLA	9,16	74HCT 238	1,54*	NE 555 DIP-8	0,37*	LED 3/5 rot Valvo	11,86%
TIP 140/141/142	2,06	74HCT 244/373/374	0,92*	100 STÜCK	0,30%	0N136	2,63*
TIP 145/146/147	2,13	74HCT 245/377	1,28*	OPA 2737 GP	9,45	SPEZIALBAUELEMENTE	
TIP 2955/0555	1,54*	74HCT 541/573/574	1,50*	RC 4128	4,45*	GAL 16V8-25 HBT	2,07
2N 1613	0,55*	74HCT 4060	2,44*	RC 4558 P	0,68*	62256-80 SRAN 32K*8	8,89
2N 2219 A	0,45*	INTEGRIERTE SCHALTUNGEN		SAA 1027	10,64	511000-70 1M-1	9,74
2N 2222 A/2907 A	1,72*	AD 536 ALH	32,40	SN 75161 BCN	10,64	414266-70 256K-4	9,74
2N 2646	1,72*	AD 636 JH	28,70	SSM 2210 P	8,71	SIP M. 1M-9-70	84,36
2N 3055 STM	1,33*	AD 7574 KN	27,65	SSM 2220 P	8,57	SIM-M. 4M-9-70	364,80

LIEFERPROGRAMM MIT ERWEITERTEM SMD-BAUELEMENTE-ANGEBOT NUR GEGEN 5,00 DM SCHUTZGEBÜHR  
ALS SCHEIN/MUNZE/BRIEFMARKEN (ÜBER 200 SEITEN IM SCHNELLEFTER).

☎ 0561 / 16415



# REICHELT ELEKTRONIK

DER SCHNELLE FACHVERSAND

2940 Wilhelmshaven  
Marktstraße 101 — 103

TELEFON-SAMMEL-NR. : 04421/2 63 81  
TELEFAX : 04421/2 78 88  
ANRUFBESTIMMUNG : 04421/2 76 77  
TELEX : 0253 436 elrei d

## Katalog kostenlos!

Versand ab DM 10,- / Ausland ab DM 50,-  
Versandkostenpauschale (Inland) DM 5,-  
Versand per Nachnahme oder Bankenzug  
(außer Behörden, Schulen usw.)

Fachhändler und Großabnehmer erhalten auch  
bei gemischter Abnahme folgenden Rabatt:

ab DM 500,- = 5%  
ab DM 750,- = 10%  
ab DM 1.000,- = 15%  
ab DM 2.000,- = 20%

## Transistoren

BC	BC	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD	BD
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

## Programmierbare Fernbedienung

Mit der URC 108 bieten wir Ihnen eine neue, lernfähige, vom Benutzer programmierbare Fernbedienung, die die Befehle gerätebezogener Fernbedienungen "auswendig lernt".

Mit der URC 108 steuern Sie also Ihren Fernseher, Videorecorder, Disc-Player usw. mit nur noch einer Fernbedienung.

Mit 32 frei belegbaren Tasten für je 8 Geräte (bis zu 128 Befehlen) und Macro-Befehlen für jede Taste, ist die URC 108 für fast jedes TV, Video oder HiFi-Gerät einsetzbar.

Bestellnr.: URC 108 DM 69.80

Batterien (nicht im Lieferumfang enthalten)

Bestellnr.: UCAR 4-MICRO DM 5.95

Kein Rabatt möglich



## Transistoren / Integrierte Schaltungen

BDV	BF	BFW	BU	BUR	BUY	TIP	UA								
64	2.20	255	0.18	10	1.70	137	8.70	21	18.70	47	3.35	100	1.70	758N	4.45
64B	2.20	256A	0.59	11	1.70	180	2.80	50	34.65	48	3.50	101	1.60	776	1.00
64C	2.55	256B	0.59	16A	2.80	180A	3.70	50S	22.40	49S	3.40	102	1.65	2240CN	3.10
65	1.85	256C	0.59	17A	2.55	180	2.35	51	40.00	50	5.60	105	1.70		
65B	2.10	257	0.65	30	2.55	204	2.90			51	7.80	106	1.70		
65C	2.55	258	0.65	92	0.74	205	2.75			59A	3.40	107	1.70		
66B	5.55	259	0.70	93	1.15	206	3.00			69B	3.60	110	0.66		
66C	5.70	272A	1.25			207	2.90			69C	3.25	111	0.73	301ALH	74.70
67B	5.55	297	0.24			208	2.80	11A	6.90	71	5.70	112	0.68	507JH	69.30
67C	5.95	298	0.25			208A	2.85	12	4.00			115	0.64	524AD	79.70
		299	0.26			208D	3.30	12A	5.55			116	0.73	536AJH	66.00
		310	0.33	34	1.40	209	2.95	13	7.20			117	0.74	537JH	39.80
		311	0.23	37	1.20	225	3.70	14	12.15			120	0.63	558JH	38.00
		314	0.23	38	0.93	226	3.00	14A	16.25			10A	1.35	580JH	13.10
51C	2.15	324	0.17	40	0.95	310	4.50					11	2.50	581JH	20.10
52C	2.30	327	1.50	41	0.98	312	4.50					11A	2.35	581KH	33.90
54	2.20	336	0.65	48	0.83	323A	3.85					14	7.50	582KH	62.30
74A	2.45	337	0.79	65	0.80	326S	2.75					15	8.45	584JH	22.80
83B	2.40	338	0.90	89	1.20	406	1.50	11	2.20			20	2.15	584LH	71.50
83C	2.45	362	0.88			406D	1.95	11A	1.50			21	2.55	585AJH	55.70
83D	2.65	363	0.98			407	1.30	11AF	1.55			24	10.80	589JH	8.30
84B	2.50	370	0.69			407D	1.80	12A	1.90			32	5.70	590JH	21.30
84C	2.45	391	0.32			408	1.25	12AF	2.55			35	3.30	592AN	24.95
84D	2.50	392	0.32	39	0.67	408D	2.55	13	7.45			33	17.50	595AJH	48.20
93B	0.90	393	0.25	50	0.71	409	1.50	13P	7.80			34	7.40	625JH	59.10
93C	0.92	397	0.64	51	0.71	413	4.80	18AF	3.25			41A	2.75	636JH	53.00
94B	0.91	398	0.56	52	1.20	426	2.00	32V	38.65			42	2.65	643JH	21.10
94C	0.96	414	0.43	56A	0.70	426A	2.00	56A	1.45			43	22.75	667JH	66.80
		415	0.68	90	1.40	500	3.70	70	19.15			44A	14.75	670JH	46.00
		416	0.69			505D	2.75	72	34.70			45	9.05	7512DJH	38.30
		417	0.68			508A	2.50	76A				46	10.50	7523DJH	19.70
		418	0.69			508AF	2.80	90	26.85			45A	8.15	7524JH	24.30
		419	0.70			508D	2.80	91	28.20			50A	7.15	7533JH	26.00
		420	0.71			508F	2.80	92	30.20			54A	35.55	7542KH	91.30
		421	0.72			508H	2.80	92A	33.70			60B	3.50	7543JH	78.80
		422	0.73			508J	3.40	93	2.15			71	1.25	7569JH	30.80
		423	0.74			546N	3.25					72A	1.25	7574JH	50.70
		424	0.75			606	5.30					72A	1.55	7576JH	29.90
		425	0.76			606D	5.10					73A	2.10	7581JH	80.60
		426	0.77			607	3.25					74A	2.15	7591DKH	32.70
		427	0.78			607D	3.85					74A	2.30		
		428	0.79			608	4.10					76A	1.90		
		429	0.80			608D	4.20					76A	1.90		
		430	0.81			626A	3.95					80F	5.25		
		431	0.82			705	2.60					83	9.15		
		432	0.83			706	2.60								
		433	0.84			800	3.85								
		434	0.85			801	2.20								
		435	0.86			806	1.45								
		436	0.87			806	1.45								
		437	0.88			806	1.45								
		438	0.89			806	1.45								
		439	0.90			806	1.45								
		440	0.91			806	1.45								
		441	0.92			806	1.45								
		442	0.93			806	1.45								
		443	0.94			806	1.45								
		444	0.95			806	1.45								
		445	0.96			806	1.45								
		446	0.97			806	1.45								
		447	0.98			806	1.45								
		448	0.99			806	1.45								
		449	1.00			806	1.45								
		450	1.01			806	1.45								
		451	1.02			806	1.45								
		452	1.03			806	1.45								
		453	1.04			806	1.45								
		454	1.05			806	1.45								
		455	1.06			806	1.45								
		456	1.07			806	1.45								
		457	1.08			806	1.45								
		458	1.09			806	1.45								
		459	1.10			806	1.45								
		460	1.11			806	1.45								
		461	1.12			806	1.45								
		462	1.13			806	1.45								
		463	1.14			806	1.45								
		464	1.15			806	1.45								
		465	1.16			806	1.45								
		466	1.17			806	1.45								
		467	1.18			806	1.45								
		468	1.19			806	1.45								
		469	1.20			806	1.45								
		470	1.21			806	1.45								
		471	1.22			806	1.45								
		472	1.23			806	1.45								
		473	1.24			806	1.45								
		474	1.25			806	1.45								
		475	1.26			806	1.45								
		476	1.27			806	1.45								
		477	1.28			806	1.45								
		478	1.29			806	1.45								
		479	1.30			806	1.45								
		480	1.31			806	1.45								
		481	1.32			806	1.45								
		482	1.33			806	1.45								
		483	1.34			806	1.45								
		484	1.35			806	1.45								
		485	1.36			806	1.45								
		486	1.37			806	1.45								
		487	1.38			806	1.45								
		488	1.39			806	1.45								
		489	1.40			806	1.45								
		490	1.41			806	1.45								
		491	1.42			806	1.45								
		492	1.43			806	1.45								
		493	1.44			806	1.45								
		494	1.45			806	1.45								
		495	1.46			806	1.45								
		496	1.47			806	1.45								
		497	1.48			806	1.45								
		498	1.49			806	1.45								
		499	1.50			806	1.45								
		500	1.51			806	1.45								
		501	1.52			806	1.45								
		502	1.53			806	1.45								
		503	1.54			806	1.45								
		504	1.55			806	1.45								
		505	1.56			806	1.45								
		506	1.57			806	1.45								
		507	1.58			806	1.45								
		508	1.59			806	1.45								
		509	1.60			806	1.45								
		510	1.61			806	1.45								
		511	1.62			806	1.45								
		512	1.												



## Stark erweitertes Halbleiterprogramm!

ICM

LM

MC

OM

SAE

TCA

TDA

TDA

TDA

74ALS

74F

74HC

74HCT

7216D

75.90

30670

12.10

34423DIP

2.20

335

25.00

SAE070

5.20

810A

9.65

2009

5.75

3766

13.40

8371

29.00

534

4.50

377

3.65

139

0.46

86

0.56

7217A

22.55

3070DIP

1.70

34460DIL

7.90

350

17.00

830S

1.45

2010

3.95

3770

13.35

8380N

6.10

540

2.35

378

2.50

147

0.65

93

1.05

7217B

29.90

30770

2.55

3450DIL

2.70

360

24.60

871

2.85

2020

6.60

3771

15.20

8390

26.00

541

2.35

379

2.40

148

0.63

107

0.88

7217C

34.70

3080DIP

0.90

3452DIL

2.70

361

30.50

900

1.25

2030

2.30

3780

16.70

8390N

24.95

560

3.60

381

7.10

151

0.62

109

0.88

7217J131.80

30870

2.70

3453N

2.40

370

43.85



**Da fliegen dir die Ohren weg!**

**Boxen selbstbauen**

**Katalog kostenlos anfordern**

**HAMBURG**

Lautsprecher Spezial Versand  
Pl. 76 08 02 / M. 2000 Hamburg 76 040/29 17 49

**220 V aus 12 V AC book-size converter**

- 120 VA Dauerlast
- kompakt 190 x 110 x 55 mm
- 100 % Überlast für 10 min
- 360 % Startstrom f. 4 sec
- 90 % Wirkungsgrad

Ohne Sicherungen kurzschluß-, überlast- und verpolungsgeschützt. Schnelle PWM-Regelung +3/-5% (Rechteck) hat viele Vorteile des Trapez-Prinzips und versorgt auch induktive Lasten. Frequenzquartesteuert. Abschaltung b. Unter- u. Überspannung, u. Übertemp. Schutztrennung n. VDE (3,5 kV LKS > 5 mm). Ein PC m. Festplatte + SW-Monitor + Standard-Drucker laufen gleichzeitig.

**ideal f. Zigaretten-Anzünder-Steckdose und Solarenergie!**

Typ SW 120 (Leistung 120 VA)  
DM 419,- (+ 9,- Vers. Ind.) Nachnahme  
"Händler bitte Konditionen erfragen!"  
Tel. (082 82) 79 74 Fax (082 82) 79 76

**briechele elektronik**  
Schulstraße 1  
8909 Aletshausen

## TENNERT-ELEKTRONIK

Vertrieb elektronischer Bauelemente  
Ing. grad. Rudolf K. Tennert

**AB LAGER LIEFERBAR**

- AD-DA-WANDLER-ICs
- CENTRONICS-STECKERBINDER
- C-MOS-40xx-74HCxx-74HCTxx
- DC-DC-WANDLER-MODULE 160W
- DIODEN BRÜCKEN BIS 35 AMP
- DIP-KABELVERBINDER + KABEL
- EINGABETASTEN DIGITALEN
- EDV-ZUBEHÖR DATA-T-SWITCH
- IC-SOCKEL + TEXT TOOL-ZIP-DIP
- KABEL RUND-FLACH-KOAX
- KERAMIK-FILTER + DISKRIM.
- KONDENSATOREN
- KÜHLKÖRPER + ZUBEHÖR
- LABOR-EXP. -LEITERPLATTEN
- LABOR-SORTIMENT
- LCD-PUNKTMATRIX-MODULE
- LEITUNGSTREIBER-ICs V24
- LINEARE- + SONSTIGE-ICs
- LÖTLÖTLBEN-STATIONEN-ZINN
- LÜFTER-AXIAL
- MIKROPROZESSOREN UND PERIPHERIE-BAUSTEINE
- MINIATUR-LAUTSPRECHER
- OPTO-TEILE -KOPPLER TSEGM.
- QUARZE + -OSZILLATOREN
- RELAIS -REED-PRINT-KARTEN
- SENSOREN TEMP-FEUCHT-DRUCK
- SCHALTER KIPP+WIPP -DIP
- SICHERUNGEN 5x20 + KLEINST
- SMD-BAUTEILE AKTIV+PASSIV
- SOLID-STATE-RELAIS
- SPANNUNGS-REGLER FEST+VAR
- SPEICHER EPROM-RAM-PAL
- STECKERBINDER DIVERSE
- TASTEN + CODIERSCHEALTER
- TRANSFORMATOREN 1,6-150 VA
- TRANSISTOREN
- TRIAC-THYRISTOR-DIAC
- TTL-74LS-74S-74F-74ALSxx
- WIDERSTÄNDE + -NETZWERKE
- Z-DIODEN + REF.-DIODEN

KATALOG AUSG. 1989/90  
MIT STAFFELPREISEN  
ANFORDERN — 240 SEITEN  
SCHUTZGEB. 3,— (BRIEFMARKEN)

7056 Weinstadt 1 (Benzach)  
Postfach 2222 · Ziegeleistr. 16  
TEL.: (0 71 51) 66 02 33 + 6 89 50  
FAX.: (0 71 51) 6 82 32

## MIDI Bausätze

MIDI-Masterkeyboard LMH3 ab 998,-  
(88 Tasten, Tests: FACHBLATT 2/90, KEYBOARDS 11/90, Bauart. ELRAD 11/89)

MIDI-Keyboard LMH1V2 ab 448,-  
(Bauanleitung ELEKTOR 4/90)

MIDI-Doppelkeyboard H2B ab 598,-  
(2 x 5 Oktaven + Baßpedal)

Mischpultautomation MIAU ab 298,-  
(8 Kanäle für Insert-Einschleifung)

MIDI-Expander SX16 ab 398,-  
(16-stimmig, 8-facher Multimode, 16 Bit)

MIDI-Nachrüstung MONA ab 196,-  
(bis 128 Kontakte + Baßpedal)

MIDI-Merger MMG4/2 ab 158,-  
(4 Eingänge, 2 Ausgänge)

MIDI-CV-Interf. MCv1 ab 128,-  
(1 CV. 1 Gate, Pitch-Bend)

MIDI-CV-Interf. MCv8 ab 248,-  
(8 CV. 8 Gate, mono/poly, Dynamik)

MIDI-Baßpedal MBP2 ab 198,-  
(13 Tasten, PrgCh, Transpose, Start/Stop)

MIDI-Gate-Interf. MTG128 ab 198,-  
(64/128 TTL-Ausgänge MIDI-gesteuert)

MIDI-Filter/Converter MFC ab 78,-  
(Kanal/Event-Filter/Konverter)

MIDI-Prg-Changer MPC128 ab 98,-  
(bis 128 Taster anschließbar)

Zubehör: Fußpedale, Fußregler, Tastaturen, MIDI-Spezial-ICs, Steckernetzteile etc.

Gesamt-Info DM 2.- in Briefmarken  
Preise ohne Netzteile, zuzügl. Versandkosten, Versand per UPS-Nachnahme  
Kein Ladenverkauf, Vorfürhung und Abholung nur nach Vereinbarung

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

BITPARADE		RABATTE:		ab 16 St. - 2%		ab 32 St. - 4%		ab 72 St. - 6%	
		AUCH IN MIX							
4164-100	64K*1	2.98	6116-LP2	2K*8	2.48	80387-33	INT	478.00	
41256-70	256K*1	3.48	6264-LP07	8K*8	4.18	2C87-10	IIT	146.00	
41256-80	256K*1	3.18	43256-70	32K*8	9.48	2C87-12	IIT	156.00	
41464-80	64K*4	3.98	43256-100	32K*8	8.48	2C87-20	IIT	189.00	
511000-60	1M*1	9.78	43256-LFP10	32K*8	8.48	3C87-25	IIT	366.00	
511000-70	1M*1	8.98	628128-100	128K*8	35.95	3C87-33	IIT	387.00	
511000-80	1M*1	8.78	628128-LFP	128K*8	34.95	3C87-165XIT	IIT	224.00	
514256-70	256K*4	9.18	2764-250	8K*8	4.18	2587-20	CVR	169.00	
514256-80	256K*4	8.98	27C64-150	8K*8	4.18	3587-165XCVR	248.00		
514256-80	ZIP/SOJ	11.98	27C64-200	8K*8	3.78	3587-205XCVR	268.00		
514100-80ZIP	4M*1	42.95	27128-250	16K*8	4.98	3087-25	CVR	389.00	
514400-80ZIP	1M*4	42.95	27C128-150	16K*8	5.28	3087-33	CVR	408.00	
514400-80DIL	1M*4	44.95	27C128-250	16K*8	4.98	ANDERE RUf ANFRAGE!			
SDM-70	256K*9	29.95	27256-250	32K*8	5.18				
SDM-70	1M*9	84.95	27C256-100	32K*8	8.18				
SIPP-70	1M*9	86.95	27C256-120	32K*8	5.48				
SDM-70	1M*8	82.95	27C256-150	32K*8	4.98				
SDM-80	1M*9	82.95	27C512-120	64K*8	9.98				
SDM-70	4M*9	338.00	27C512-150	64K*8	7.98				
SDM-PS2	1M*36	449.00	27010-120	128K*8	12.95				

NEU IN PROGRAMM: ATARI-SPEEDUP FÜR 16MHZ-BETRIEB BAUSATZ: DM 79.50

**Die Erfüllung aller Ansprüche an eine unübertroffene**

## AUDIOPHILE QUALITÄT:

**Der Vorverstärker No. 89/1**

Ein Gerät der absoluten Spitzenklasse. 10 Jahre Erfahrung in der Entwicklung von Audiosystemen. Freuen Sie sich auf den 89/1.

Phonoeingänge: MC, MM (Impedanz und Kapazität einstellbar) • 1 Tape und 5 weitere Hochpegeleingänge wählbar • Sehr niedrige Ausgangsimpedanz • Echter DC-Betrieb. Auf AC umstellbar • Sehr schnelle rauscharme J-FET ICs • Einschaltverzögerung und Hochpegeleingänge durch vorgealtete DIL-Relais geschaltet • 18 hartvergoldete Chinch-Buchsen auf der Platine • Balance-Regler möglich • Lautstärkenregelung mit ALPS-POTI • Originalgetreue, neutrale Wiedergabe durch konsequente Verzicht auf Klangbeeinflussung im Signalweg • Nur selektierte Bauteile.

Vorverstärker Typ 89/1 DM 640,-  
Spielreifes Modul einschl. Stromversorgung Gehäuse separat.

**»Das deutsche Qualitätsprodukt mit 3-Jahres-Garantie.«**

**KLEIN ELEKTRONIK GMBH**  
7531 Neuhausen/Hamburg bei Pforz.  
Telefon (0 72 34) 77 83 · Fax (0 72 34) 52 05

**»ELFAK® PC« mit MLS**

— Angebotskalkulation  
— Abrechnung/Nachkalk.  
— Baustellenüberwachung  
— Materialverwaltung  
— Adressverwaltung  
— Textverarbeitung  
— DATANORM-Preispflege  
— ZVEH-Leistungspositionen

— Barcode-Ausdrucke  
— Barcode-Lesesystem  
— Laden-Kassensystem  
— Auftragsannahme  
— CAD-Software  
— Finanzbuchhaltung  
— Zahlungsverkehr  
— BEUTH-Standardbuch

**Das EDV-Programm**

**»Vom Elektromeister für den Elektromeister«**  
Elektro-Rosenberger GmbH · Lindenstraße 4 · 8752 Schöllkrippen  
Telefon (0 60 24) 29 02 oder (0 61 3) 3 60 78 96 · Telefax (0 60 24) 25 11

Vertriebspartner:

W-1000 Berlin 47, Zachler Datentechnik, Telefon (0 30) 6 25 79, Fax 6 26 83 25  
W-2300 Kiel 1, Elektro Sparrer, Telefon (0 4 31) 68 85 81, Fax 68 88 46  
W-5800 Hagen, SDS-Software, Telefon (0 23 31) 7 33 39, Fax 7 74 57  
W-6992 Weikersheim, Aldinger Reinhold, Telefon (0 79 34) 84 16, Fax 81 94  
W-7033 Herrenberg, Schmidt Michael, Telefon (0 70 32) 7 14 40, Fax 7 47 20  
W-8901 Aindling-Hausen, Balleis Hard + Software, Telefon (0 82 37) 4 90, Fax 72 16  
O-3011 Magdeburg, Ing. H. Schreiber, Telefon (0 0 37 91) 4 85 53  
O-4900 Zeitz, Pfau Erhard, Telefon 00 37 4 50/52 88  
O-7062 Leipzig, Klängenberger Ralf, Gärtnerstraße 95  
O-7705 Lautz, Hühnlein Dieter, Arndtstraße 30

Wir stellen aus: ELTEFA 91, Halle 6.0., Stand 6.0.008

## Eprom-Programmer/Emulatoren

**Eproms preiswert programmieren und emulieren**

Kompakte und robuste Aluminium-Gehäuse im Labordesign mit Spannungsversorgung! Eigener Microcontroller/Befehlssatz! Betrieb an jedem Rechner mit RS232- bzw. Centronics-Schnittstelle (EMU II). Alle Geräte mit Handbuch und Software. Unbedingt INFO anfordern!

Eprom-Emulatoren EMU I & EMU II  
EMU I (für 8 Bit Systeme)  
Eproms von 2 bis 32 KByte  
Resetter/Resetausgang, RS232-Schnittstelle  
Dateiformate: HexIntel, MotorolaS, Binär u. a.  
EMU II (für 8 und 16 Bit Systeme)  
Eproms von 2x2 KByte bis 2x128 KByte

Eprom-Programmiergeräte EPP I & EPP II  
EPP I  
Eproms bis 512 KBit/28pol. Sockel  
diverse Programmieralgorithmen/-spannungen  
im Gehäuse integrierte Spannungsversorgung  
EPP II  
wie EPP I Eproms bis 4(8) MBit/32pol. Sockel

**EMU I: 398,00 DM EMU II: 598,00 DM EPP I: 298,00 DM EPP II: 498,00 DM**

**Soft- und Hardwareentwicklung**  
**Jürgen Engemann & Ursula Schrader**  
Am Fuhrenghege 2, 3101 Eldingen, Tel. 0 51 48/2 86, Fax 0 51 48/8 53



**Vertrieb elektronischer Geräte und Bauelemente  
Audio- und Video-Produkte**

## Ringkerntransformatoren

120 VA	2 x 6/12/15/18/30 Volt	58,80 DM
160 VA	2 x 6/10/12/15/18/22/30 Volt	65,80 DM
220 VA	2 x 6/12/15/18/22/35/40 Volt	69,80 DM
330 VA	2 x 12/15/18/30 Volt	82,80 DM
450 VA	2 x 12/15/18/30 Volt	98,80 DM
500 VA	2 x 12/30/36/42/48/54 Volt	112,50 DM
560 VA	2 x 56 Volt	128,80 DM
700 VA	2 x 30/36/42/48/54/60 Volt	136,00 DM
1100 VA	2 x 50/60 Volt	189,50 DM

## Mos-Fet

**SONDERPREIS**

2 SJ	50	8,95	DM
2 SK	135	8,95	DM

ca. 4000 weitere Japan-Typen  
sind auf Anfrage lieferbar

**Sonderliste 1/91 für elektr. Bauteile  
kostenlos anfordern Tel. 06321/30088**

## 19"-Gehäuse

1HE 250 mm	49,90 DM
2HE 250 mm	59,90 DM
2HE 360 mm	69,90 DM
3HE 250 mm	69,90 DM
3HE 360 mm	82,50 DM

Lieferbar: 1-6HE Farbe: sw  
Front: ALU o. schwarz eloxiert

# Elkos

10000 $\mu$ F	70/ 80V	18,50 D
10000 $\mu$ F	80/ 90V	19,50 D
12500 $\mu$ F	70/ 80V	21,50 D
12500 $\mu$ F	80/ 90V	22,50 D
12500 $\mu$ F	100/110V	24,50 D

Becher-Elko mit M8 Zentral

## NKO

## Metallbrücken Gleichrichter

KBPC-Brücken		
B 50	C10	4,90
B 200	C10	5,40
B 400	C10	5,80
B 600	C10	6,85

B 600	C10	6,95
B 800	C10	7,95
B 1000	C10	8,95

in 10, 25 o. 35 A  
lieferbar

**BENKLER Elektronik-Versand · Winzingerstr. 31—33 · 6730 Neustadt/Wstr. · Inh. R. Benkler · Tel. 06321/30088 · Fax 06321/30089**

# Wickelmaschinen-Ramm

**für gebrauchte Maschinen**

**An- und Verkauf von gebrauchten Spulenwickelmaschinen aller Fabrikate sowie zentrale Ersatzteilbeschaffung und Reparaturen**

Ing. Karlheinz Ramm · Rumeypian 8 · D-1000 Berlin 42  
Tel. (0 30) 7 86 60 58 Fax.: (0 30) 7 86 71 75

## Österr. Elektroniker aufgepaßt !!

**Ständig aktuelle Angebote und  
Interessante Industrierezposter  
zu Toppreisen**

**DRAU** ELECTRONIC GmbH & Co KG A - 9503 Villach, Postfach 16  
Tel: 04242-63774 Fax: 04242-56777

## ● RÖHRENVERSTÄRKER DER SPITZENKLASSE ● ÜBERTRAGER



PPP-Hifi-Endstufe  
Modell 1991  
Stereo-Endstufe 2 x 100 W  
Komplettbausatz **DM 3000,-**  
Mono-Endstufe 1 x 100 W  
Komplettbausatz **DM 2000,-**  
(Bauanleitung in Elrad 12/68 und 1/69)

Siehe Test in Klang & Ton  
April/Mai 1991

electronics  
Gerhard Haas

### Übertrager für Röhrenverstärker

A-165 S Eintakt-HiFi-Übertrager für KT 88, EL 3  
A-484 US Gegentaktübertrager für 2 und 4 x EL  
A-234 S Gegentaktübertrager für 2 x EL 34 ...  
A-434 S Gegentaktübertrager für 4 x EL 34 ...  
A-465 SG Gegentaktübertrager für 4 x KT 88, 65  
AP.63/2 Originalübertrager für 100 W PPP End

Gegentaktübertrager mit Schirmgitteranzapfung und Ausgang 4, 8 und 16  $\Omega$   
AP-634/2 mit vernickelter Haube, Ausgänge 2, 4 und 8  $\Omega$ , Datenblatt wird mitgeliefert  
Weitere Röhrenspezialbauteile und Trafohauben ab Lager lieferbar.

Weststraße 1 7922 Herbrechtingen Tel. 073 24/53 11  
Fax 073 24/25 53

Röhrenvollverstärker mit KT 88 2 x 50 W

Komplettbausatz inkl. Chassis	DM 3600,-
Röhrenvollverstärker mit EL 34 2x35W	
Komplettbausatz inkl. Chassis	DM 3400,-
High-End-Verstärker B-234 S für 2x EL 34 oder KT88	DM 230,-
Netztrafo NTR-12	DM 170,-
Bauanleitung in Eirad 6/91	
weitere Angaben siehe Lagerliste	
Lagerliste mit weiteren Bausätzen, hochwertigen Bauteilen und selektierten Halbleitern, Prospekt MPaters ab das EXPERIENCE Instrumenten Verstärker System (Gitarrenverstärker) werden zusammengekauft DM 2.50 Rückporto. Datenblattmappe Ausgabe: 1990 Übertragung: Spezialtrats. Audiofilme: 1990	
DM 12,- und DM 2.50 (Ausland DM 4,-) Porto in Briefmarken oder Überweisung auf Postscheckkonto Stuttgart 2056 79-702. Bitte angeben ob Prospekt MPaters gewünscht wird.	

**EXPERIENCE** electronics  
Gerhard Haas

[illegible]





# 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 Veröffentlichung 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.	Projekt	Datenträger/Inhalt	Preis
S097-566S	µPegelschreiber	9/87	248,— DM
S117-599S	Schrittmotorsteuerung	11/87	98,— DM
S018-616A	EPROMmer	1/88	
S018-616M	EPROMmer	1/88	35,— DM
S126-684M	Maßnahme	11/88	29,— DM
S029-696A	ELISE	1/89	49,— DM
S039-704	Frequenzsynthese	3/89	98,— DM
S039-708M	Kurzer Prozeß	3/89	29,— DM
S099-746A	Display-Treiber	9/89	98,— DM
S109-754A	Data-Rekorder	10/89	98,— DM
S119-766M	UI-D/A Wandlerkarte	11/89	35,— DM
S129-767A	DCF-77-Echtzeituhr	12/89	29,— DM
S129-772C	UMA — C64	12/89	35,— DM
S010-782A	SESAM	1/90	25,— DM
S040-816M	EPROM-Simulator	4/90	98,— DM
		Diskette/MS-DOS (Brennroutine, Kopieroutine, Vergleichen, Editieren, String suchen, Gem-Oberfläche)	29,— DM
		Diskette/MS-DOS (Brennroutine, Kopieroutine, Vergleichen)	49,— DM
		Diskette/MS-DOS (Meßdatenerfassung)	98,— DM
		Diskette/Atari mit Update aus 1/90	29,— DM
		Diskette/Atari	98,— DM
		Diskette/MS-DOS DSP-Assembler; div. DSP-Dienstreue; (Source); Terminalprogr. (Source); DSP-Filterprogr. (Source)	98,— DM
		Diskette/Atari	98,— DM
		Diskette/Atari Erfassungs- und Auswertprogramm (Source GFA-Basic) SS	35,— DM
		Diskette/MS-DOS/Meßwertfassung (Source)	29,— DM
		Diskette/Atari	35,— DM
		Diskette/C64	25,— DM
		Diskette/Atari (Entwicklungssystem)	98,— DM
		Diskette/MS-DOS Betriebssystem (Source)	29,— DM

## ELRAD-Programmierte Bausteine

EPROM	Preis
5x7-Punkt-Matrix	25,— DM
Atomuhr	25,— DM
Digitaler Sinusgenerator	25,— DM
Digitales Schlagzeug	25,— DM

## Digitales Schlagzeug

36 Sounds in einzelnen EPROMS sind verfügbar.  
Eine Kurzbeschreibung der verschiedenen Klänge erhalten Sie gegen Zusendung eines rückadressierten Freiumschlages.

25,— DM  
je EPROM

Hygrometer	1/87	25,— DM
MIDI-TO-DRUM	5/87	25,— DM
D.A.M.E.	6/87	25,— DM
µPegelschreiber	9/87	25,— DM
E.M.M.A.	3/88	
E.M.M.A.	4/88	25,— DM
MIDI-Monitor	5/88	25,— DM
Frequenz-Shifter	5/88	25,— DM
Printerface	7-8/88	25,— DM
E.M.M.A.	9/88	25,— DM
ELISE	1/89	25,— DM
DSP	3/89	25,— DM
Grafisches Display	9/89	25,— DM
Grafisches Display	10/89	35,— DM
Midi Master/Controller	11/89	35,— DM
Leuchtaufschrift	12/89	25,— DM
SESAM	1/90	25,— DM
HALL O.	6/90	25,— DM
HALL O.	6/90	25,— DM
TV-TUNER	6/90	25,— DM

PAL			Preis
Autoalarmanlage	5/89		25,— DM
SESAM — System	11/89		35,— DM
SESAM — Interface	12/89	2 Stück	70,— DM
SESAM — AD	3/90		35,— DM
ST-Uhr	4/91	GAL	19,— DM

### So können Sie bestellen:

Um unnötige Kosten zu vermeiden, liefern wir nur gegen Vorkasse. Fügen Sie Ihrer Bestellung einen Verrechnungsscheck über die Bestellsumme 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.

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

Ihre Bestellung richten Sie bitte an:

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

# ELRAD

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

## Der direkte Draht

Tel.: (05 11) 5 47 47-0

Technische Anfragen:  
mittwochs 10.00 bis 12.30 Uhr  
und 13.00 bis 15.00 Uhr

Telefax: (05 11) 5 47 47-33

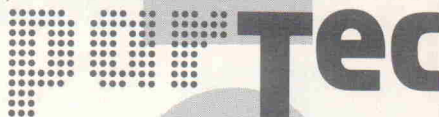
Telex: 923173 heise d

# Die Welt der Elektronik per Katalog!

## Das ist ParTec:

Halogen-Beleuchtung · Alarm-Technik · Reinigungssysteme · Wechselsprechanlagen · Mikrofone · Kopfhörer · Musiker-Ausstattung · Meßgeräte · Akkus & Halter · Netz- & Ladegeräte · Werkzeuge · Technische Sprays · Steckverbindungen & Kabel

## Ihr Partner in Sachen Technik



Versandhandels GmbH · Zürich · Oldenburg · Abteilung 128

Kurwickstraße 12 · 2900 Oldenburg

Bestellen Sie unseren neuen Katalog:

(Schutzgebühr DM 5,—/Stück per Nachnahme.)

Diese Gebühr wird bei der ersten Bestellung gutgeschrieben.

Diesen Abschnitt und Briefmarke auf Postkarte kleben

und mit Absender versehen an uns abschicken.

Oder rufen Sie uns einfach an: 0441/27981-83

## Industrie - Restposten

Für Industrie und Hobby, z.B.:

o Axial-Lüfter 120x120x38, 220V50Hz 15W, Fabr. "STYLE ELECTRIC" ..... 15.60

o Widerstände, Kondensatoren, Elkos, Potis, Kabel, Schütze etc. .... siehe Liste

o Ausschl.-Platine, Rs, Cs, LEDs, Potis, 25SubD, ICs etc., ca. 400 Bauteile .. 4.80

o Schaltnetzteile, div. Typen 50-150W, z.B. 5V20A oder 12V8.3A ..... 39.50

...und vieles mehr - in der aktuellen Liste.

(Versand per NN + Porto, bis 90,- + Verp.)

✓ Bestellung und Gratis-Liste unter:

Fax 09161-4086 Tel. 09161-61157

**NAHR Electronics**

Handel - Service - TechTexte

Nürnberger Str. 54-W-8530 Neustadt/A.

## ★ Sonderangebote ★

Basismaterial FR-4 1,5 mm fotobeschichtet mit Lichtschutzfolie

35 µm einseitig 35 µm zweiseitig

100 x 160 ..... 2.50 100 x 160 ..... 3.15

160 x 233 ..... 6.45 160 x 233 ..... 6.95

200 x 300 ..... 9.50 200 x 300 ..... 11.95

300 x 400 ..... 18.95 300 x 400 ..... 22.50

70 µm einseitig 70 µm zweiseitig

100 x 160 ..... 3.25 100 x 160 ..... 3.95

160 x 233 ..... 12.50 160 x 233 ..... 8.95

200 x 300 ..... 12.50 200 x 300 ..... 15.95

300 x 400 ..... 24.50 300 x 400 ..... 27.95

Basismaterial PTFE zweiseitig fotobeschichtet mit Lichtschutzfolie auf Anfrage

Standard-LED's

3 u. 5 mm rot, gelb, grün ..... 0.55 % 11.90

8 mm rot, gelb, grün ..... 0.55 % 49.00

Dioden

1N4148 ..... % 7.90 500 Stück: 35.00

1N4148 ..... % 2.90 1000 Stück: 22.50

1N4448 ..... % 3.95 500 Stück: 15.90

BA 159 ..... 0.25 BYW78-100 ..... 9.00

BYW80-200 ..... 0.75 FDH300 (DX400) ..... 1.00

Lötzin

Multicore 1,0 Ø 250 g ..... 9.95

Multicore 1,0 Ø 250 g ..... 9.00

Spezial-LED's

5 mm rot 700 mcd ..... 1.10

8 mm rot 1000 mcd ..... 2.90

10 mm rot 1500 mcd ..... 2.90

5 mm rot 1500 mcd ..... 2.90

NC-Akkus (Emmerich)

Mignon, 0,7 Ah ..... 3.80 ab 10 Stück: 3.30

Baby, 2,2 Ah ..... 9.75

Mono, 4,0 Ah ..... 14.95

9-V-Block, 0,11 Ah ..... 16.90

IC's

LM 1881 ..... 12.00 OP07C1 ..... 5.90

LT 1028 ..... 15.90 OP27GP ..... 5.50

MC 1330 ..... 6.95 OP27FP ..... 11.50

MC 1350 ..... 8.90 SL486 ..... 7.50

MV 500 ..... 6.90 ZN426 ..... 5.95

MV 601 ..... 7.90 ZN427 ..... 19.50

Anzeigen gem. A/gem. K

14-Segm. 2stellig ..... 6.90

7-Segm.-LED 13 mm ..... 1.50

7-Segm.-LED 25 mm ..... 4.90

7-Segm.-LED 57 mm ..... 14.95

EPROMs/RAms

27C 256-150 ..... 6.50 514400-80 ..... 53.00

27C 256-120 ..... 6.90 SIMM 1M x 9-70 ..... 109.00

27C 512-150 ..... 7.90 SIMM 1M x 9-60 ..... 115.00

511000-70 ..... 10.90 SIPP 1M x 9-70 ..... 112.00

514256-70 ..... 10.90 SIPP 1M x 9-60 ..... 118.00

514000-70 ..... 53.00

Weitere interessante Artikel finden Sie in unserer kostenlosen Sonderliste, SMD-Anwender erhalten unsere SMD-Liste.

**R. Rohleder**

Saarbrückener Str. 43 · 8500 Nürnberg 50

Tel.: 09 11/48 55 61 · Fax: 09 11/48 41 37



# WELÜ-ELECTRONIC — AUDIOPRODUKTE

Inh. Werner Lückemeier · 6730 Neustadt/Wstr. · Villenstr. 10 · Tel. 0 63 21/3 36 94 · Fax 0 63 21/8 63 73; 24 Std.

## RK-TRAFO

120 VA 2x30V	39,50 DM	10.000uf 70V	17,90 DM	2SK134/35	je 10,00 DM
160 VA 2x25V	44,50 DM	10.000uf 80V	19,90 DM	2SJ49/50	je 10,— DM
160 VA 2x35V	46,50 DM	10.000uf 100V	24,90 DM	2SK176	je 16,00 DM
225 VA 2x30V	55,50 DM	12.500uf 70V	19,90 DM	2SJ56	je 16,00 DM
300 VA 2x35V	65,50 DM	12.500uf 80V	21,50 DM	2SK344	je 12,00 DM
160 VA 2x22V	49,00 DM	12.500uf 100V	26,90 DM	2SJ100	je 12,00 DM
300 VA 2x44V	69,00 DM	10.000uf 40V	12,90 DM	BUZ 10	je 3,00 DM
500 VA 2x48V	99,50 DM	Befest. M 8 45x85 mm	BUZ 73A	je 4,00 DM	
630 VA 2x56V	110,00 DM	10.000uf 55V GS	12,80 DM	19" GEHÄUSE =	
1000 VA 2x67V	139,00 DM	10.000uf 40V GS	8,90 DM	290 mm Tief SW	
Montagekitt f. alle	3,00 DM	10.000uf 63V GS	15,50 DM	ALU-Frontplatte	
2x Isol. 1x Metallscheibe	6800uf 35V GS	6,90 DM	1 HE	nur 49,00 DM	
Printtrafo 3,5 VA 18V 5,00 DM	2200uf 80V GS	4,90 DM	2 HE	57,00 DM	
PHILIPS Fernbedienung AV 5624 als Ersatz		19,95 DM	3 HE	67,00 DM	
Programmierbare FB. für max. 5 Geräte!	nur 65,00 DM	4 HE		76,00 DM	

## B-ELKOS

## MOSFET

## DIV.



- Verstärkertechnik der Spitzenklasse für Musiker, Groß-Beschallung und Diskotheken
- Made in Germany bei McGee!
- MOSFET-POWER für härteste Betriebsbedingungen!
- Garantierte Leistungsangaben!

### Stage Audio 800-Prof-Endstufe „V 400“

High-Power in Reinkultur! Höchste Qualität, Robustheit und Betriebssicherheit! Schutzschaltungen gegen Übertemperatur, Kurzschluss und Gleichstrom. Zwangsgesteuerter Lüfter. Absolut linearer Frequenzgang. Stabli bei kapazitiver und induktiver Last. Integriertes Subsonic-(Rumpel-)Filter 20 Hz. Als

Trafos werden nur hochwertige Ringkern-Ausführungen eingebaut. 19"-Gehäuse mit schwerer Frontplatte. 2x Blau LED-Ausleistungs-Anzeige. Technische Daten: 2x400 Watt RMS/4 Ω, 2x320 Watt RMS/8 Ω, Klirrfaktor unter 0,01%, Dämpfungsfaktor 200, Frequenzgang bei 4 Ω: 5—100.000 Hz. Anstiegsgeschwindigkeit 65 V/μs, Eingangsempfindlichkeit 0,775 V = 0 dBm, Eingangsimpedanz 22 kΩ, Geräuschspannungsabstand über 105 dB. Eingänge XLR, Ausgänge XLR und Polklemmen. Massives Metallgehäuse, schwarz, B x H x T: 480 x 132 x 200 mm (3 HE 19"). Gewicht ca. 18 kg.

nur 1490,00 DM

### Stage Audio 360-Watt-Prof-Endstufe „V 250“

Ausführung und technische Daten wie „V 400“, jedoch ohne Lüfter, außenliegende Kühlkörper und geringere Leistung: 2 x 180 Watt RMS/4 Ω, 2 x 140 Watt RMS/8 Ω. B x H x T: 480 x 88 x 200 mm (2 HE 19").

nur 890,00 DM

### Stage Audio 240-Watt-Prof-Endstufe „V 150“

Die kleinste Endstufe dieses Trios mit der gleichen hochkarätigen Technik. Ausstattung wie „V 250“, jedoch 2 x 120 Watt RMS/4 Ω, 2 x 100 Watt RMS/8 Ω. B x H x T: 480 x 88 x 200 mm (2 HE 19").

nur 690,00 DM

**KOSTENLOSE SONDERLISTE ANFORDERN!** Lieferung per NN oder Vorkasse lt. unseren Liefer- und Zahlungsbedingungen!

## Kostenlos

Coupon

erhalten Sie gegen  
Einsendung dieses Coupons  
unseren neuesten

## Elektronik Hauptkatalog

mit 700 Seiten

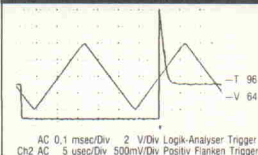
## SALHÖFER-Elektronik

Jean-Paul-Str. 19

w8650 Kulmbach

C0570

## PC-Oszilloskop-Platine



max. 8 Kanäle, 20 MHz Abtastrate  
und 10 mV/Div. Quellcode in Turbo  
Pascal (TM) gratis dazu. Program-  
mierservice für industrielle Anwender.  
499,— DM je Kanal inkl. MwSt. exkl. V & P

Ing. Rüdiger Guntter  
W 6561 Neustadt/Wstr. 10  
Telefon (0 63 21) 63 73

## Angebot 7/8 '91

RAM 41256-10	2,75	LT 1007-ACN	19,95	MAX 631,2,3 &	14,50	SL 486	7,95
AD 711-JN	4,50	LT 1010 CT	12,80	MAX 641,2,3 &	19,40	SLB 0586A	6,55
AD 712-JN	5,15	LT 1028-ACN	24,95	MAX 654,6,7 &	19,70	SSM 2014P	21,25
AD 744-JN	13,95	LT 1037-ACN	17,15	MV 500/601 &	7,90	SSM 2016P	21,70
GAL 16V8-20HB	3,10	LT 1115 CN	13,95	OP 27 GP	5,85	TDA 7370V	16,80
GAL 20V8-20HB	3,99	LT 1070 CKI	25,80	OP 37 GP	6,25	TDA 8440	11,95
GM 76-C28-10	5,35	MAT 02 FH	15,50	OP 227 GY	22,80	TDE 4061	11,15
LF 411-CN	2,70	MAT 03 FH	15,20	OP 270 FZ	16,90	UC 3843N	1,99
LF 412-CN	2,50					UC 3906N	13,50

Siehe H. 1-5/91 Preisl. gratis

Albert Mayer Electronic, D-8941 Heimertingen  
Nelkenweg 1, Tel. 0 83 35/12 14, Mo.-Fr von 9-19 Uhr

## Electronic-Katalog

200 Seiten

kostenlos

bitte anfordern bei

## SCHUBERTH

electronic

8660 Münchberg

Wiesenstraße 9 E

Tel.: 09251/6038

Fax: 09251/7431

Händlerliste mit Gewerbenachweis  
anfordern!

Kaufen Restposten

## Bauelemente IC-Applikationen Schaltungstechnik — komplett!

ELRAD  
BLÄTTER  
Band 2

AUDIO und  
NIEDERFREQUENZ

Ein Buch von ELRAD

Schaltungen und IC-Applikationen sind die Grundlage jeder elektronischen Entwicklung. Das Problem ist jedoch oft nicht ein technisches „Wie“, sondern ein suchendes „Wo“. Der vorliegende Band 2, Audio und Niederfrequenz, faßt die in den letzten Jahren in der Zeitschrift ELRAD veröffentlichten Grundsicherungen mit umfangreichem Suchwortregister thematisch zusammen.

Gebunden, 130 Seiten  
DM 34,80/öS 271,—/sfr 32,—  
ISBN 3-922705-81-2

Im Buch-, Fachhandel oder beim Verlag erhältlich. 81/1.4

HEISE

Verlag  
Heinz Heise  
GmbH & Co KG  
Postfach 61 04 07  
3000 Hannover 61



Unser neu erschienener Ergänzungskatalog zeigt viele Neuigkeiten wie z.B.:

- Metex-Multimeter mit serieller Schnittstelle und Software
- viele Meßgeräte-Neuheiten
- neue Telefone, u.a. sehr preiswerte Neon-Telefone
- programmierbare IR-Fernbedienung
- Sommerartikel wie Kühltasche mit Radio, Walkman etc.
- Halogen-Trafos u. a. Bauteile

POP

POP electronic GmbH  
Postfach 22 01 56, 4000 Düsseldorf 12  
Tel. 02 11/2 00 02 33-34  
Fax 02 11/2 00 02 54  
Telex 8 586 829 pope d

Xaruba®



**LEHMANN-ELECTRONIC**  
 Inh. Günter Lehmann  
 8800 Mannheim 81 Bruchsaler Str. 8  
 Tel.: 0621/89 67 80 Fax: 0621/81 94 10

**Kohleschichtwiderstände (farbcodiert)**  
 1/4 Watt; 5% Toleranz; Reihe E12; Typ 2027  
 Sortimente von 100—3,3 MΩ  
 K1—5% E12 (67 Werte à 10 Stück) DM 14,95  
 K2—5% E12 (67 Werte à 25 Stück) DM 32,80  
 K3—5% E12 (67 Werte à 100 Stück) DM 92,75

**Sortimente von 10—10 MΩ**  
 K4—5% E12 (65 Werte à 10 Stück) DM 20,75  
 K5—5% E12 (65 Werte à 25 Stück) DM 42,95

Lieferbare Werte: Reihe E12 von 10—10 MΩ  
 Packung à 100 Stück/Wert DM 1,60

**Metallschichtwiderstände (farbcodiert)**  
 1/4 Watt; 1% Toleranz; Reihe E24; Typ 2027  
 Sortimente von 100—1 MΩ  
 M1—1% E24 (121 Werte à 10 Stück) DM 44,95  
 M2—1% E24 (121 Werte à 25 Stück) DM 109,95  
 M3—1% E24 (121 Werte à 100 Stück) DM 324,00

Lieferbare Werte:  
 Reihe E24 von 4,7 Ω—4,7 MΩ; 5,6/6,8/8,2/10 MΩ  
 Packung à 100 Stück/Wert DM 3,05

Alle Sortimente à 10 und 25 Stück sind gegürtelt, sortiert und zusätzlich ohmwertbeschriftet.

**Dioden IN4148** ... 100 Stk DM 2,22 500 Stk DM 9,99  
 NN-Versand ab DM 15,—, Ausland DM 200,— (+ P/V)

**Katalog 90/91**  
 liegt jeder Bestellung gratis bei, oder für DM 5,— (Bfm.) anfordern.

**8052-ECB-Einplatinenrechner**  
 - Euro-Karte mit ECB-Bus  
 - Wahlweise: 8052AH-Basic, 80(C)31/32/51/52/87(C)51  
 - 32 KB RAM (akkugesperrt)  
 - 8 / 16 KB Basic-EPROM  
 - 32 KB Assembler-EPROM  
 - 2 RS232-C Schnittstellen  
 - Watchdog, Resetgenerator  
 - Echtzeituhr RTC-72421 (Akku)  
 - Basic-EPROMER on board

**Bausatz oder Fertigplatine**  
 Bausatz ab DM 120,—  
 ausf. Dok. (25 S. A4) inklusive  
 8051-Prospekt (Hard- und Soft)  
 gegen 5,- DM (Briefmarken)

**EHA-Elektronik, Hackländer**  
 Hittorfstr. 17, 5000 Köln 60  
 Tel. 0221 / 7602252

**Leuchtdioden**  
 LED's 3mm oder 5mm  
 in den Farben: rot, grün oder gelb

bei Einzelabnahme 0,12  
 ab 100 Stück je Typ 0,10  
 ab 1000 Stück auch gemischt 0,09  
 ab 5000 Stück auch gemischt 0,08

**Co-Prozessoren**

HT	Intel
2C87-10MHz 134,—	8087-5MHz 179,—
2C87-12MHz 139,—	8087-8MHz 179,—
2C87-20MHz 199,—	80C287-XL 179,—
3C87-165X 279,—	12MHz
3C87-18MHz 339,—	80387-165X 289,—
3C87-205X 319,—	80387-18MHz 459,—
3C87-20MHz 339,—	80387-205X 329,—
3C87-25MHz 339,—	80387-20MHz 459,—
3C87-33MHz 349,—	80387-25MHz 459,—
3C87-40MHz 479,—	80387-33MHz 469,—

**Waltak**  
 3167-25GC 999,—  
 3167-33GC 1399,—  
 4167-25GC 1399,—  
 4167-33GC 1999,—

CA 3130 E	2,26	OP 77	4,99
CA 3140 E	1,33	OP 80	7,99
DAC 08	4,96	OP 227	22,99
DAC 10	18,46	80 42	4,36
L 106	3,69	BSM 2016 P	13,96
LM 833	1,99	BSM 2018 P	21,99
MC 3479	12,94	TDA 1616 Q	7,89
NE 5532	1,49	TDA 1524 A	8,47
NE 5532 A	1,89	TDA 4446 B	4,89
NE 5534	1,47	TL 497 A	3,77
NE 5534 A	1,86	U 401 BR	12,96
OP 27	5,99	U 2400 B	4,99
OP 37	5,99	U 2400 B	4,99
OP 50	22,78	DN 427	16,99

**Weller-Lötstationen**

Magnet-Lötstation  
 - Schutztransistor  
 - Lötkeben TCP-S  
 - Lötkebenhalter KH-20  
 - Potentialausgleich  
 - Temperaturautomatik

**WTCP-S 165.90**

Lötstation mit elektron. Temperaturregung  
 - Sicherheitstransistor  
 - Lötkeben LR-20  
 - Lötkebenhalter KH-20  
 - potentialfrei  
 - stufenlose Temperaturwahl bis 450°C  
 - Regelkontrolle optisch mittels grüner LED

**WECP 20 229.00**

Diese Anzeige gibt nur einen kleinen Teil unseres Lieferprogrammes wieder, fordern Sie deshalb noch heute unseren Katalog kostenlos an!

**Widerstandssortimente**

Kohleschichtwiderstände:  
 1/4 Watt; 5% Toleranz  
 Reihe E12 von 10 Ohm bis 1 MΩ (67 Werte)  
 S1 (je 10 Stk. = 610 Stk.) 12,90  
 S2 (je 50 Stk. = 3050 Stk.) 54,90  
 S3 (je 100 Stk. = 6100 Stk.) 99,00

Metallschichtwiderstände:  
 1/4 Watt; 1% Toleranz E12  
 S4 (je 10 Stk. = 610 Stk.) 23,96  
 S5 (je 50 Stk. = 3050 Stk.) 84,96  
 S6 (je 100 Stk. = 6100 Stk.) 159,00

Reihe E24 (121 Werte)  
 S5 (je 10 Stk. = 1210 Stk.) 39,90  
 S7 (je 50 Stk. = 6050 Stk.) 164,90  
 S9 (je 100 Stk. = 12100 Stk.) 299,00

**Textool-Testsockel**

16-polig	21,39	28-polig	18,99
20-polig	22,29	28-polig schmal	59,90
24-polig	19,79	40-polig	39,99

**41256-80 2.99**  
**511000-70 8.69**  
**511000-80 8.59**  
**514256-70 8.69**  
**514256-80 8.59**  
**514258-AZ80 (z.B. für AMIGA3000) 10.99**  
**SIMM 256Kx9-70 28.49**  
**SIMM 1Mx9-70 83.90**  
**SIMM 1Mx9-80 81.90**  
**SIMM 4Mx9-80 329.90**  
**SIPP 1Mx9-70 85.90**  
**SIPP 1Mx9-80 83.90**  
**43256-100 7.79**  
**27C64-150 3.89**  
**27C256-120 4.89**  
**27C256-150 4.49**  
**27C512-150 7.49**  
**GAL 16V8-25 2.99**

**Versandkosten:**  
 - per Bankinzug DM 5,60  
 - per Bankinzug DM 4,—  
 ab DM 400,— Versandkostenfrei  
 Auf Wunsch Versand per UPS  
 Zuschlag: DM 6,—  
 (DM 13,— bei Nachnahme)

**Co-Prozessoren und RAM:**  
 Preise unterliegen zur Zeit starken Schwankungen. Um Mißverständnissen bei der Berechnung des aktuellen Tagespreises vorzubeugen, stehen wir Ihnen telefonisch zur Verfügung.

**elpro**  
 Harald-Wirag-Elektronik  
 Pragelatostraße 12; 6105 Ober-Ramstadt 4  
 Tel. 06154/3006  
 Fax 06154/5521

**Voll Hart Metall**  
 Bohrer zum Bohren von Leiterplatten

Schaft: 1/8" = 3,2 mm  
 Länge: 1 1/2" = 38 mm  
 Schneidgemetrie: 130 Grad  
 rechtsschneidend  
 Durchmesser: 0,6 bis 3,2 mm  
 1/10 mm steigend.

Nur deutsche Markenware

**4.40 10 St. 36.--**

Versand: NN, + 7,50 pauschal

Datenblätt & Lagerliste & Liste über Überbestände elektronischer Bauteile & Baugruppe & Sonderangebote monatlich neu gegen frankiertes Rückkuver.

Computerwerbung **Mac Gool**  
 D-8851 Holzheim  
 Werbung aus der besseren Computerwelt

**ELECTRONIC vom BAUERNHOF E. Späth**  
 Osterstraße 15 D - 8851 Holzheim  
 Telefon: 09276 - 1818 Fax: 09276 - 1508 Telex: 53 865

**ELRAD-MOPS**  
 68 HC 11 Einplatinencomputer

**MOPS Betriebssystem jetzt auch für Atari ST**

MOPS Leerpipeline, Europakarte mit großem Lochrasterfeld 64,00 DM

MOPS Bausatz mit 68HC11A1, 64k RAM, ohne 68HC24 und ohne Uhr 220,00 DM

MOPS Bausatz mit 68HC11A1, 64k RAM, 68HC24 und Uhr 300,00 DM

MOPS Fertigplatine mit 68HC11A1, ohne 68HC24, ohne Uhr 300,00 DM

MOPS Fertigplatine mit 68HC11A1, 68HC24 und Uhr 380,00 DM

MOPS Betriebssystem auf IBM-Diskette mit Handbuch, Editor, Assembler, Basic, Pascal, Runtimequelltext 100,00 DM

MOPS Betriebssystem für Atari ST mit mindestens 1 MB RAM 100,00 DM

Alle Bauteile sind auch einzeln erhältlich.

**ACHTUNG:** Das kostenlose Betriebssystem Update kann ab sofort abgerufen werden! Senden Sie die Originaldiskette und einen frankierten Rückumschlag ein.

**Elektronische Bauelemente Marie-Theres Himmeröder**  
 Rostocker Str. 12, 4353 Oer-Erkenschwick  
 Tel. 023 68/539 54, Fax 5 67 35

# ELRAD

ELRAD-Platinen sind aus Epoxid-Glashartgewebe, sie sind gebohrt und mit Lötstopplack versehen bzw. verzinkt. Alle in dieser Liste aufgeführten Leerpaltinen stehen im Zusammenhang mit Projekten der Zeitschrift ELRAD. eMedia liefert nur die nicht handelsüblichen Bestandteile. Zum Aufbau und Betrieb erforderliche Angaben sind der veröffentlichten Projektbeschreibung zu entnehmen. Die Bestellnummer enthält die hierzu erforderlichen Angaben. Sie setzt sich zusammen aus Jahrgang, Heft- und einer laufenden Nummer. Beispiel 119-766: Monat 11, Jahr 1989. Besondere Merkmale einer Platine können der Buchstabenkombination in der Bestellnummer entnommen werden: ds = doppelseitig, durchkontaktiert; oB = ohne Bestückungsdruck; M = Multilayer; E = elektronisch geprüft. Eine Gewähr für das fehlerfreie Funktionieren kann nicht übernommen werden. Technische Auskunft erteilt die Redaktion jeweils mittwochs von 10.00—12.30 und 13.00—15.00 Uhr unter der Telefonnummer 05 11/5 47 47-0.

Platine	Best.-Nr.	Preis DM	Platine	Best.-Nr.	Preis DM	Platine	Best.-Nr.	Preis DM	Platine	Best.-Nr.	Preis DM
MOSFET-PA			Digital-Sampler	047-557	32,00	MIDI-MONITOR			DATA-REKORDER		
— Aussteuerungskontrolle	045-413/1	2,35	— Midi-Logik	047-559	15,50	— Hauptplatine	058-649	17,50	— Hauptplatine	109-754/ds	
— Ansteuerung Analog	045-413/2	12,65	— Midi-Anzeige	047-560	3,40	— Tastaturplatine	058-650	9,00	— Anzeigeplatine	109-755/ds	64,50
Fahrrad-Computer	065-423	6,35	— Leistungsschaltwandler	067-570	5,00	— Passiv-IR-Detektor	058-651	9,00	— Schalterplatine	109-756/ds	
Camping-Kühlschrank	065-424	13,40	— Spannungsfrequenz	077-573	4,00	SCHALL-VERZÖGERUNG			— Rohrenklangsteller	109-757/ds	31,00
Lineare Ohmmeter	065-426	5,65	— Video-PLL	077-574	1,10	— Digitalteil	068-654	17,50	DISPLAY-ST-INTERFACE		
DCF-77-Empfänger I	075-431	4,40	— Video-FM	077-575	2,30	— Filterteil	068-655	17,50	— ST-Platine	109-760/ds	16,00
Schnellader	075-432	10,25	µ-PEGELSCHREIBER			Markensteuerung	068-656	9,00	— Display-Platine	109-761/ds	16,00
VIDEO EFFEKTERGERÄT			— AD-Wandler	107-593	19,25	x/f-Schreiber	078-658/ds	49,00	— RAM-Platine	109-762/ds	16,00
— Eingang	075-433/1	6,70	— Netzteil	107-597	12,90	Drum-to-MIDI-Schlagwandler	078-659	20,00	(Mengenrabatt für Display-Platinen auf Anfrage)		
— AD/DA-Wandler	075-433/2	5,95	— Interface	117-598	29,40	STEREO-IR-KOPFHÖRER			ELISE		
Perpetuum Pendulum	105-444	2,50	— Ausgangsverstärker	018-618	20,00	— Sender	078-661	11,00	— Erweiterungsplatine	010-774/ds	34,50
KEYBOARD-INTERFACE			Wechselschalter	097-589	2,50	UNIVERSAL-NETZGERÄT			— CPU-Adapter	010-775	3,00
— Steuerplatine	105-447/1	43,95	Mause-Klavir	097-590	31,50	— Netzteil	078-662	22,50	DC/DC-Wandler	040-817/ds	59,00
— Einbauplatine	105-447/2	6,00	Mini-Sampler	107-595	4,40	— DVM-Platine	078-663	15,00	AUTOSCOPE I		
Doppelnetzteil 50V	115-450	16,50	Impedanzwandler	117-601	0,85	Dig. Temperatur-Meßsystem	078-664/ds	17,50	— VA-Modul	020-787	16,00
elSat UHF-Verstärker (Satz)	056-486	21,55	Sinusspannungswandler	127-604	9,95	NDFL-MONO			— TZ-Modul	020-788	5,00
Schlagzeug — Mutter	106-511	40,00	MIDI-Interface für C 64	127-608/ds	13,20	— Netzteil	098-672	13,50	— HA-Modul	020-789	16,00
Impulsgenerator	116-520	18,70	Sprachausgabe für C 64	127-610	6,95	LCD-Panelmeter	098-670/ds	6,50	— B-Modul	020-790	16,00
Dimmerungsschalter	116-521	6,45	SCHRITTMOTORSTEUERUNG			Makrovision-Killer	098-671	7,50	AUTOSCOPE II		
Flurlichtautomat	116-522	3,90	— Verdrahtungsplatine	127-614	33,00	SMD-DC/CD	098-673/ds	8,00	— Hochspannungs-Modul	030-802	16,00
Multiband	126-527	14,95	— Handsteuer-Interface	018-619	7,80	DC/DC-Wandler	098-674	7,50	— C-Modul	030-803	16,00
Autopilot	037-548	3,75	— Mini-Paddle	018-620	3,75	MIDI-Balpedal	108-675	7,50	— Netzteil	030-804	8,00
SWEEP-GENERATOR			— Treibplatine	038-632/ds	9,50	VFO-Zusatz f. 2m-Empfänger			AUTOSCOPE III		
— Hauptplatine	037-551	14,50	— ST-Steuerkarte	128-686	32,50	(Satz/2 Platinen)	108-676	12,50	— Vortreiber	040-818	8,00
— Netzteil	037-552	8,30	— ST-Treiberkarte	128-687/oB	32,50	SMD-Balancemeter	108-677	2,50	— Relais-Zusatz (VT)	040-819	3,50
Widerstandsliste	047-556	0,80	Audio-Verstärker mit NT	127-615	4,85	Türöffner	118-680	10,00	AUTOCHECK I		
			SMD-Konstantstromquelle	018-621	2,00	Schweißplatine	019-694	17,50	— VT-Modul	050-820	16,00
			RMS-DC-Konverter	028-623	5,25	Autaragung Multimeter	049-711	32,00	— PKZ-Modul	050-821	3,00
			E.M.M.A.			Energiespeicher (2 Platten)	069-726	16,50	— N-Modul	050-822	11,50
			— Hauptplatine	028-627	29,50	AUDIO-COCKPIT			— W-Modul	050-823	11,50
			— V24-Interface	058-653	3,00	— 5 x LED-Anzeige	079-731	20,00	AUTOCHECK II		
			— IEC-Bus	098-669	8,00	— Noise-Gate-Frontplatine	079-732	10,00	— P-Modul	060-828	16,00
			— C 64-Brücke	108-678	15,00	— Noise-Gate-Basisplatine	079-733	12,50	— E-Modul	060-829	11,00
			Netzgerät 0—16 V/20 A	038-628	16,50	DISPLAY			— N-Modul	060-831	16,00
			Anpaßverstärker	048-640	18,25	— Spulentreiber	099-746/ds	11,50	AUTOCHECK III		
			STUDIO-MIXER			— Zellentreiber	099-747/ds	17,50	— DPZ-A-Modul	070-840	16,00
			— Ausgangsverstärker	REM-642	10,00	— Matrixplatine	099-753/ds	35,00	— DPZ-NBV-Modul	070-841	16,00
			— Summe mit Limiter	REM-648	4,50	Bierzelt-Stabilisator	099-751	16,00			

!!! Solange Vorrat reicht !!!

**So können Sie bestellen:** Um unnötige Kosten zu vermeiden, liefern wir nur gegen Vorauskasse. Fügen Sie Ihrer Bestellung einen Verrechnungsscheck über die Bestellsumme 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. Bankverbindung: Kreissparkasse Hannover, Konto.-Nr. 4408 (BLZ 250 502 99)

Ihre Bestellung richten Sie bitte an:  
**eMedia GmbH, Bissendorfer Straße 8, 3000 Hannover 61**





**8052-ECB** Basicrechner mit Businterface, Eurokarte, RTC, Pufferakku, 2 ser. Schnittst., Watchdog, Resetg., 32kB RAM, auch 8051/32/31, Nullkraftsockel für EPROM usw. 513,— DM incl.; Platine, GAL, Doku 100,— DM incl.; Buskarten, LCD-Display, Tast. auf Anfr. Tel.: 02 41/2 05 22, M. Schmidt, Aureliusstr. 22, D-5100 Aachen.

**Pay-TV-Decoder** als Bausatz oder Fertiggerät für Kabel oder Satellit, diverse Normen, auch neues System. Tel.: 0 91 92/17 77, Fax: 89 76.

**Traumhafte Osz-Preise**, Electronic-Shop, Karl-Marx-Str. 83, 5500 Trier. Tel.: 06 51/4 82 51.

**Neu** • Jetzt auch im Rhein-Siegkreis • **Neu** • Herstellung von Arbeitsplattentechnik für die Leiterplattentechnik nach Ihrem Layout (kurzfristig). Bestücken und Löten v. Elektronik-Bauteilen nach Bestückungsdruck o. Muster. Auch Großaufträge. Bruno Schmidt, Hauptstr. 172, 5210 Troisdorf 22, Tel.: 0 22 41/40 11 93, auch nach 17 Uhr.

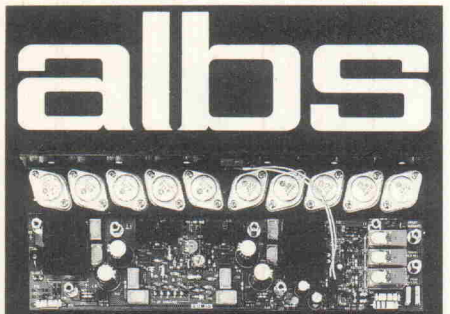
**HAMEG + + + HAMEG + + + HAMEG + + + HAMEG** Kamera für Ossi und Monitor + **Laborwagen** + Traumhafte Preise + D.Multimeter + + ab 108,— DM + + 3 Stck. + ab + + 98,— DM + D. Multimeter TRUE RMS ab 450,— DM + F.Generator + + ab 412,— DM + P.Generator + + Testbildgenerator + Elektron.Zähler + ab 399,— DM + Netzgeräte jede Preislage + Meßkabel + Tastköpfe + R.L.C.Dekaden + Adapter + Stecker + Buchsen + Video + Audio + Kabel u.v.m. + Prospekt kostenlos + Händleranfragen erwünscht + Bachmeier electronic, 2804 Lilienthal + + Göbelstr. 54 + + Telef. + + 0 42 98/49 80.

**Technisches Büro** übernimmt Entwicklungsarbeiten. Tel.: 0 40/56 47 51.

**drehen und fräsen**, Lautsprecherbausätze von Seas Vifa Peerless. 12 V Lichttrafos mit Gehäuse. Info von Stübinger, Sonderham 3, 8380 Landau/Isar, 0 99 51/67 97.

**Generalüberh. elektron. Meßgeräte**. Liste 0 95 45/75 23, Fax: 56 68.

**Jedem das Seine**: Mischpulte nach Kundenwunsch. Durch neuartiges Konzept für jede Anforderung DAS Pult. Weiterhin: Effekt-Einschübe und Aktivboxen für Bühne und Studio. Viele Neuheiten. Infos bei: MiK Elektroakustik, Schwarzwaldstr. 53, 6082 Walldorf, Tel.: 0 61 05/7 50 65.



**QUAD-MOS 600** — als „Edel-Endstufe“ entwickelt und aus engtolerierten, handverlesenen Bauteilen aufgebaut — vorzugsweise für impedanzkritische, niederohmige Wandlerysteme und Lautsprecher der Referenzklasse.

**QUAD-MOS 600** — Die Leistungsstufe für Perfektionisten

**Musik bleibt Musik**  
durch rein DC-gekoppelte Elektronik

**DAC-MOS II**, die Weiterentwicklung unserer DAC-MOS-Serie, vervollständigt unsere erfolgreiche Serie RAM-4/PAM-10 (Testbericht stereoplay 9/86 absolute Spitzenklasse). High-End-Module von albs für den Selbstbau Ihrer individuellen HiFi-Anlage:

- DC-gekoppelte, symmetrische MOS-Fet-Leistungsverstärker von 120 bis über 1200 W sinus
- DC-gekoppelte, symmetrische Vorverstärker
- DC-gekoppelter RIAA-Entzerrer-Vorverstärker
- Aktive Frequenzweichen — variabel, steckbar und speziell für Subbaßbetrieb
- Netzteil-Blöcke von 40000-440000 µF und Einzelkos von 4700-70000 µF
- Vergossene, magnetisch geschirmte Ringkerntrafos von 100-1200 VA
- Gehäuse aus Acryl, Alu und Stahl — auch für professionellen High-End-, Studio- und PA-Einsatz
- Verschiedenste vergoldete Audioverbindungen und Kabel vom Feinsten
- ALPS-High-Grade Potentiometer — auch mit Motorantrieb „u. v. a.“
- Ausführliche Infos DM 20,- (Briefmarken/Schein), Gutschrift mit unserer Bestellkarte. Änderungen vorbehalten. Warenlieferung nur gegen Nachnahme oder Vorauskasse.

**albs-Alltronic**

B. Schmidt · Max-Eyth-Straße 1 (Industriegebiet)  
7136 Ötisheim · Tel. 07041/2747 · Fax 07041/83850

**Wir konvertieren Ihre Logikdesigns in die Pal-Technologie.** Nutzen Sie die vielen Vorteile! Info: Ing.-Buero Muerle, Huchenfelder Hauptstr. 116, 7530 Pforzheim 13.

**Verzinnte Kupferhohlleitungen** zum Kontaktieren 2-seitiger Platinen. L 2 mm, Typ-Innen-Außen: A-0.6-0.8; B-0.8-1.0; C-1.1-1.5. 1000 St. 30,— DM, 7 x 1000 St. 170,— DM. Ossip Groth Elektronik, Möllers Park 3, 2000 Wedel, Tel.: 0 41 03/8 74 85.

**FLUKE 9010A MICRO-SYSTEM TROUBLESHOOTER** mit Z 80A Interface Pod., 8048/8041 Interface, 80 Z 86 H Interface Pod., Neupreis 51000,— DM f. VB 29500,— DM zu verkaufen (Gerät ist neuwertig). Tensor Instruments GmbH, Tel.: 0 89/75 00 27.

**Schrittmotorsteuerungen** (neu) abzugeben, bipolar 2 Amp. 85,— DM und Mikroschritt-Europakarte bis 1/128, 385,— DM. Tel.: 05 51/4 17 41.

**AD-Wandler für Atari** mit SMD-Puffer, Gehäuse, Netzteil, Software 345,— DM. Tel.: 05 51/4 17 41.

**Umsonst** können wir euch die neusten Programme nicht zusenden, aber ab 2,95,— DM/MB Unkostenbeteiligung MB-weise (Atari, PC Amiga). Wo es sonst so etwas gibt? Info SW Club 6209 Hohenstein 1, Jahnstr. 4, Tel.: 0 61 20/61 86.

**SP-1** das praktische Werkzeug z. Einrück. v. Lötstiften und z. Verpress. v. Hohlleitungen = Liste = Schmidt-Meßtechnik, Wohltbergstr. 18, 3180 Wolfsburg 1, Tel.: 0 53 61/3 51 68.

**Ing.-Büro übernimmt Entwicklungsaufgaben** alles aus einer Hand; Produktion Bestückung Layout; technische Dokumentation Platinenbasismaterial günstig z.B. Epoxyd 1-seitig fotobesch. 100X/60 DM 2,50,—; Gesamtliste gratis! Dipl.-Ing. I. Beckmann, Aldruper Weg 28, W-4402 Greven 1.

**Toshiba Lap-Top 1600/40** 40 MB Festplatte, 1 J. alt, NP 10400,— DM, FP 4500,— DM. Tel.: 0 91 88-6 11.

**8051 Simulator** auf PC: Fenster für SFR, Code, Debugger (mit Break), Help, 46,— DM. Tel.: 07 11/37 67 18.

**Netzregeltrenntrafo** 0-250 V/10A 900,— DM. Tel.: 0 89/46 18 22 51, Howanessian Mo-Fr. 8-16 Uhr.

**8031-Microcomputer NCOM-31**, Europakarte mit Wrap-Feld, 32kByte-Eprom, 32kByte-RAM, 38 I/O, RS232, Download, Dokumentation, Listing 248,— DM, EDV-Beratung, Tel.: 0 52 21/7 00 07.

**Cross-Assembler für Atari ST**, Z80/8048/8051/6502/68xx u.a. 80,— DM + Porto, Demo 10,— DM. Joachim Klein Software, Süsterfeldstraße 30, 5100 Aachen, Tel.: 02 41/87 16 10.

**SP-1** das praktische Werkzeug z. Eindrück. v. Lötstiften und z. Verpress. v. Hohlleitungen = Liste = Schmidt-Meßtechnik, Wohltbergstr. 18, 3180 Wolfsburg 1, Tel.: 0 53 61/3 51 68.

**Umsonst** können wir Euch die neusten Programme nicht zusenden, aber ab 2,95,— DM/MB Unkostenbeteiligung MB-weise (Atari, PC Amiga). Wo es so etwas gibt? Info SW Club, 6209 Hohenstein 1, Jahnstr. 4, Tel.: 0 61 20/61 86.

**Dynamische RAMs**: 4164-100 64K x 1 DRAM 100ns 4,50,— DM; 4164-120 64K x 1 DRAM 120ns 4,50,— DM; 41256-100 256K x 1 DRAM 100ns 5,— DM; 41464-100 64K x 4 DRAM = 4464 6,50,— DM; 511000-70 1MB x 1 DRAM CMOS 70ns 13,— DM; 511000-80 1MB x 1 DRAM CMOS 80ns 13,— DM; 51465-70 256K x 4 DRAM CMOS 70ns 13,50,— DM; 51456-ZIP08 256K x 4 DRAM ZIP 19,80,— DM; 51458-ZIP80 256K x 4 DRAM ZIP 80ns 25,— DM; 524256-10 1MB V RAM ZIP 100µs 58,— DM Versand gegen Nachnahme + Versandkosten. HK-Elektronik, Elektronische Bauelemente, Birkenstr. 52, 6945 Hirschberg 1, Tel.: 0 62 01/5 47 52.

**SMD-Automatenbestückung**, REL-Elektronik R. Edelhauser, Im Farchet 4, 8170 Bad Tölz, Tel.: 0 80 41/45 23, Fax 0 80 41/88 24.

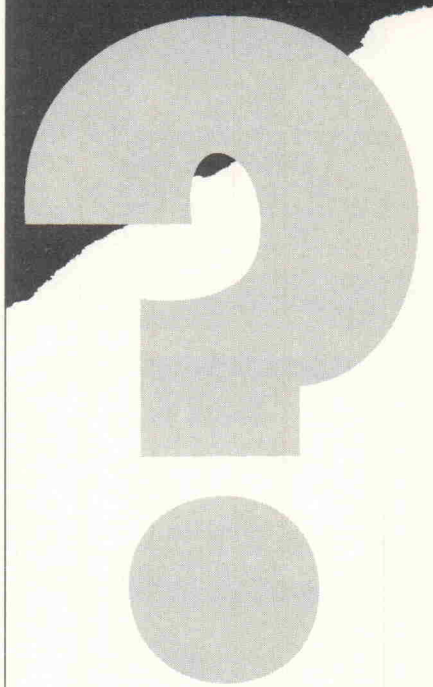
**CAD-Layouterstellung und Bestückungsservice!** Infos bei: 0 69/49 73 17 oder 5 96 35 01.

**Meßgeräte** für PC und Atari ST (auch als Bausatz): Logikanalysator 10MHz ab 250,— DM, 50MHz ab 490,— DM. Mit Speicheroszi. & Spektralanalyse ab 450,— DM. Ausführl. Info 2,40,— DM (Porto). Dieter Bitterle, Lindenspurstr. 34, 7000 Stuttgart 1.

**Verkaufe** 2 x Aktiveinschub mit 3 ALBS-Modulen Netzteil, Trafo, Einschaltautomatik und 3 x D28AF und 3 Seas WD 255. Tel.: 0 72 40/57 52.

**Energiesparteufel** (Platine) blinkt mit LED-Augen bei zu hoher Raumtemperatur, einstellbar, 15,— DM; R. Ufermann, 413 Moers 1, Scherpenberger Str. 111.

# Kennen Sie ParTec?



## blättern Sie weiter...

**Discrambler Autotelefon** C-Netz, Zigarettenschachtelgröße, Superfunktion, 160,— DM. Tel.: 04 21/1 28 22.

**+++ Profi Oszilloskope +++** HC5604 40MHz 2 Kanal Read-Out 1798,— DM, 2. Zeitbasis, stufenloses Delay + + HC5504 40MHz 2 Kanal + + 1298,— DM, 2. Zeitbasis, stufenloses Delay + + HC5506 60MHz 3 Kanal: 1986,— DM + + 2. Zeitbasis, stufenloses Delay, Sweep Time, 5ns; Frequenzzähler HC8100A 1,3 GHz: 398,— DM + Funktionsgenerator HC8200A 2MHz: 379,— DM + Info anfordern bei NATEK, Dipl. Ing. W. Brack, Magirusstr. 36, 7900 Ulm, Tel.: 07 31/38 76 69, Fax /6 02 03 23. Händleranfragen erwünscht!!

**Student übernimmt Entwicklungsarbeiten**, Schwerpunkt: Regelungstechnik - Leistungselektronik o.ä. Hardware - Software - Dokumentation - Layout. L. Schlachtermann, Bienroderweg 54/1811, 3300 Braunschweig, Tel.: 05 31/35 26 46.

**Monacor-Katalog 91/92**. Das Katalog-Paket! 660 Seiten von A wie Audio H wie Halogen und Z wie Zange. Gegen 40,— DM (Schein; 35,— S-Geb./5.— Gutschr.) Oder erstmalig Gratisinfo anfr.! Gratis gibt's die El.-Liste m. IC's, Trans. etc. bei REKON, PF. 15 33, 7880 Bad Säckingen.

**Mainboards ab 99,— DM** • Laptops ab 1899,— DM • Grafikkarten ab 39,— DM • Mäuse ab 49,— DM • Harddisks ab 598,— DM • Tastaturen ab 79,— DM • Telefone — Anrufbeantworter — Zentralen. Kostenlose Katalog anfordern unter Tel.: 0 80 51/15 32, Fax 15 83. Ossmann & Linke, Seestr. 56, 8210 Prien.

**Spezialelektronik Spezial IC Bauteile** Alphanumerische LCD Module Dot Matrix 5x7 v. 2x16 bis 4x40 in TN oder STN Technologie mit LED oder EL Beleuchtung, mit Unterlagern Magnetkartenleser motorisch oder manuell Barcodeleser mit/ohne MF-Tastatur, Unterlagern Einplatinencomputer: 8052AH Basic, 8049/32 68HC11 ab 150,— DM, 68000 ab 184 DM, 68070, Mengen a.A., Anwendersoftware 68HC11 150,— DM # # Hoffmann Elektronik Spinnereiweg 9 # # 8940 Memmingen Tel.: 0 83 31/8 29 44/8 63 71.

**Verzinnte Kupferhohlleitungen** zum Kontaktieren 2-seitiger Platinen. L 2 mm, Typ-Innen-Außen: Typ A-0.6-0.8; B-0.8-1.0; C-1.1-1.5. 1000 St. 30,— DM. Ossip Groth, Möllerspark 3, 2000 Wedel, Tel.: 0 41 03/8 74 85.



## ELEKTRONIK - FACHGESCHÄFTE

## Postleitbereich 1

**6917024**  **CONRAD**  
**Center**  
 Elektronische Bauelemente · HiFi ·  
 Computer · Modellbau · Werkzeug  
 Meßtechnik · Funk · Fachliteratur  
 Hosenheide 14-15  
 1000 Berlin 61  
 030/6917024

**GEMEINHARDT**  
 Lautsprecher + Elektronik  
 Kurfürstenstraße 48A · 1000 Berlin 42  
 Telefon: 030/7 05 20 73

## Postleitbereich 2

**balü**  
 electronic  
**2000 Hamburg 1**  
 Burchardstraße 6 — Sprinkenhof —  
 ☎ 040/33 03 96  
**2300 Kiel 1**  
 Schülperbaum 23 — Kontorhaus —  
 ☎ 0431/67 78 20

**291721**  **CONRAD**  
**Center**  
 Elektronische Bauelemente · HiFi  
 Computer · Modellbau · Werkzeug  
 Meßtechnik · Funk · Fachliteratur  
 Hamburger Str. 127  
 2000 Hamburg 76  
 040/29 17 21

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

**V-E-T Elektronik**  
 Elektronikfachgroßhandel  
 Mühlenstr. 134, 2870 Delmenhorst  
 Tel. 042 21/1 77 68  
 Fax 042 21/1 76 69

\*\*\*\*\*  
**Elektronik-Fachgeschäft**  
**REICHELT**  
**ELEKTRONIK**  
 Kaiserstraße 14  
**2900 OLDENBURG 1**  
 Telefon (04 41) 1 30 68  
 Telefax (04 41) 1 36 88  
 MARKTSTRASSE 101 — 103  
**2940 WILHELMSHAVEN 1**  
 Telefon (0 44 21) 2 63 81  
 Telefax (0 44 21) 2 78 88  
 \*\*\*\*\*

## Postleitbereich 3

**327841**  **CONRAD**  
**Center**  
 Elektronische Bauelemente · HiFi ·  
 Computer · Modellbau · Werkzeug  
 Meßtechnik · Funk · Fachliteratur  
 Goswiede 10-12  
 3000 Hannover 1  
 0511/327841

**RADIO MENZEL**  
 Elektronik-Bauteile u. Geräte  
 3000 Hannover 91 · Limmerstr. 3-5  
 Tel. 0511/44 26 07 · Fax 0511/44 36 29

## Postleitbereich 4

**Brunenberg Elektronik KG**

Lürriper Str. 170 · 4050 Mönchengladbach 1  
 Telefon 021 61/4 44 21  
 Limitenstr. 19 · 4050 Mönchengladbach 2  
 Telefon 021 66/42 04 06

**K KUNITZKI**  
**ELEKTRONIK**  
 Asterlager Str. 94a  
 4100 Duisburg-Rheinhausen  
 Telefon 021 35/6 33 33  
 Telefax 02 42/4 26 84  
 Elektronische Bauelemente, Computerzubehör, Bausätze,  
 Lautsprecher, Funkgeräte, Antennen, Fernsehersatzteile

**Preuß-Elektronik**

Schelmeweg 4 (verlängerte Krefelder Str.)  
 4100 Duisburg-Rheinhausen  
 Ladenlokal + Versand · Tel. 02135-22064



Uerdinger Straße 121 · 4130 Moers 1  
 Telefon 028 41/3 22 21

**238073**  **CONRAD**  
**Center**  
 Elektronische Bauelemente · HiFi  
 Computer · Modellbau · Werkzeug  
 Meßtechnik · Funk · Fachliteratur  
 Viehofer Str. 38-52  
 4300 Essen 1  
 0201/23 80 73

Qualitäts-Bauteile für den  
 anspruchsvollen Elektroniker  
**Electronic am Wall**  
 4600 Dortmund 1, Hoher Wall 22  
 Tel. (02 31) 1 68 63

**ELSA - ELEKTRONIK**

Elektronische Bauteile und Geräte,  
 Entwicklung, Wartung, Groß- und  
 Einzelhandel, Kunststoffgehäuse  
 für die Elektronik, Lernsysteme

N. Graesmeier, Borchener Str. 16, 4790 Paderborn  
 FON: 05251-76488 FAX: 05251-76681

ELEKTRONIK · BAUELEMENTE · MESSGERÄTE · COMPUTER



**Berger GmbH**  
 Heeper Str. 184+186  
**4800 Bielefeld 1**  
 Tel.: (05 21) 32 44 90 (Computer)  
 Tel.: (05 21) 32 43 33 (Bauteile)  
 Telex: 9 38 056 alpha d  
 FAX: (05 21) 32 04 35

## Postleitbereich 5

**Leinweber & Bock**

Röhren/spez. Bauteile/Lautsprecher/PC's  
 Roonstr. 43 · 5000 Köln 1 · Tel.: 02 21/24 50 41

## Postleitbereich 6

**Armin elektronische**  
**Hartel Bauteile**  
 und Zubehör

Frankfurter Str. 302 ☎ 06 41/25177  
 6300 Giessen

## Postleitbereich 7

**2232873**  **CONRAD**  
**Center**  
 Elektronische Bauelemente · HiFi ·  
 Computer · Modellbau · Werkzeug  
 Meßtechnik · Funk · Fachliteratur  
 Eichstraße 9  
 7000 Stuttgart 1  
 0711/2369821

**Worch**  
**Elektronik GmbH**

Heiner Worch Ing. grad.  
 Groß- und Einzelhandel elektronischer Bauelemente  
 Neckarstraße 86, 7000 Stuttgart 1  
 Telefon (0711) 28 15 46 · Telex 7 21429 penny


**KRAUSS elektronik**

Turmstr. 20, Tel. 07131/68191  
 7100 Heilbronn

**PHM-Electronic**

Vertr. Electronischer Bauelemente  
 Tel. 075 75/24 48 · Fax 075 75/29 27  
 Postfach 11 42 · 7790 Meßkirch

## Postleitbereich 8

**2904466**  **CONRAD**  
**Center**  
 Elektronische Bauelemente · HiFi ·  
 Computer · Modellbau · Werkzeug  
 Meßtechnik · Funk · Fachliteratur  
 Tal 29  
 8000 München 2  
 089/2 90 44 66

☎ (09 41) 40 05 68

**Jodlbauer Elektronik**

Regensburg, Innstr. 23  
 ... immer ein guter Kontakt!

**30-111**  **CONRAD**  
**Center**  
 Elektronische Bauelemente · HiFi ·  
 Computer · Modellbau · Werkzeug  
 Meßtechnik · Funk · Fachliteratur  
 Klaus-Conrad-Str. 1  
 8452 Hirschau  
 09622/30-111

**Radio-TAUBMANN**

Vordere Sternengasse 11 · 8500 Nürnberg  
 Ruf (09 11) 22 41 87  
 Elektronik-Bauteile, Modellbau,  
 Transformatorenbau, Fachbücher

**Rauch Elektronik**

Elektronische Bauteile, Wire-Wrap-Center  
 OPPERMANN-Bausätze, Trafos, Meßgeräte  
 Ehemannstr. 7 — Telefon 09 11/46 92 24  
 8500 Nürnberg

**263280**  **CONRAD**  
**Center**  
 Elektronische Bauelemente · HiFi ·  
 Computer · Modellbau · Werkzeug  
 Meßtechnik · Funk · Fachliteratur  
 Leonhardstr. 3  
 8500 Nürnberg 70  
 0911/263280

**JANTSCH-Electronic**  
 8950 Kaufbeuren (Industriegebiet)  
 Porschestraße 26, Tel.: 083 41/1 42 67  
 Electronic-Bauteile zu  
 günstigen Preisen



## RH ELECTRONIC

Eva Späth Tf: 0821 - 37 431, Fax 51 8727  
Bauteile, Bausätze, Messgeräte,  
Sonderposten, Beratung & Service.

## CORNET AUDIO

Eva Späth & Wolfgang Hänzel  
Telefon 0821 - 39 830 Fax : 51 8727  
Lautsprecher & Audio Zubehör,  
Ingenieur Büro für Beschallungstechnik  
Sat. Antennen Visaton Vertragshändler  
Karlsr. 2 Am Obstmarkt 8900 AUGSBURG



VERTRIEB ELEKTRONISCHER  
BAUELEMENTE UND GERÄTE  
COMPUTER UND ZUBEHÖR  
HIFI-LAUTSPRECHER  
Cart-electronic®

Markt platz 2 6  
A-4680 Haag/Hausruck  
Tel. 0 77 32/33 66-0  
Fax 0 77 32/33 66-6

Bitte Katalog anfordern

## Empfangsprobleme im Langwellenbereich?

- Navigationssignale
- Pressefax
- RTTY
- SSTV
- Zeitzeichen

können mit unserer breitbandigen  
Antenne und 2m Draht hervor-  
ragend empfangen werden.  
Frequenzbereich: 10 kHz — 3 MHz

Fertigergerät  
mit Speiseweiche 99,—

Eisch electronic  
7900 Ulm 16 · Abt Ulrich Str. 16  
Telefon (0 73 05) 2 32 08

## Universal- Programmiergeräte ab 1195.-DM

- ☛ original SPRINT™
- ☛ für Speicher- und Logikbausteine
- ☛ herstellergelassene Algorithmen
- ☛ Bibliothek über 2500 Bausteine



LOGIC DESIGN

Riepackerstraße 76  
3068 Helpsen  
Tel. 0 57 21 / 69 62  
Fax 0 57 21 / 7 37 69

## Die Inserenten

albs-Alltronic, Ötisheim ..... 99  
asix Technology, Ettingen ..... 29

Bauer-Elektronik, St. Wendel ..... 91  
Beckman, München ..... 11  
BEG Bürkle, Schönaich ..... 37  
Benkler Elektronik, Neustadt/Weinstr. .... 95  
Bitzer, Schorndorf ..... 6  
Boldt Electronic, Wassenberg ..... 34  
Briehle, Aletshausen ..... 94  
BTV Technischer Vertrieb, Hannover ..... 8  
Bungard-Elektronik, Windeck ..... 37  
Burmeister, Rödinghausen ..... 91  
Bühler Elektronik Versand, Baden-Baden ..... 45

CAD PCB Layout J. Dunkel, Waiblingen ..... 34  
CadSoft Computer, Pleiskirchen ..... 14  
CE Design, Karlsruhe ..... 34

Doepfer, Gräfelfing ..... 94  
Drau Electronic, A-Villach ..... 95

EBV Elektr. Bauelemente, A-Haag/H. .... 101  
EHA Elektronik, Köln ..... 98  
Eisch electronic, Ulm Gögglingen ..... 101  
Elcoprint, Vilshofen ..... 19  
Elektra Verlag, Neubiberg ..... 76  
Elektronik Laden, Detmold ..... 6, 8  
Elektro Rosenberger, Schöllkrippen ..... 94  
elpro, Ober-Ramstadt ..... 98  
eMedia, Hannover 18, 32, 83, 84, 90, 96, 98

Engelmann & Schrader, Eldingen ..... 94  
es Lasersysteme, Mössingen ..... 91  
Experience Electronics, Herbrechtingen ..... 95

FG-Elektronik, Rückersdorf/Nbg. .... 64  
Friedrich, Eichenzell ..... 53

Gerth, Berlin ..... 19  
gn electronics, Rutesheim ..... 8  
gsh-Systemtechnik, München ..... 8

Heiden, München ..... 8  
Himmeröder, Oer-Erkenschwick ..... 98  
Hofmann, Lappersdorf ..... 48  
Hoschar, Karlsruhe ..... 6  
hps System Technik, Essen ..... 66

icomatic, Hövelhof ..... 6  
Isert Electronic, Eiterfeld ..... 44

Kenwood Electronics, Heusenstamm ..... 13  
Klein Elektronik, Neuhausen b. Pforzheim ..... 94

Layout-Service-Kiel, Kiel ..... 53  
Lehmann Elektronik, Mannheim ..... 98  
Lippmann, Taufkirchen ..... 34  
Logic Design, Helpsen ..... 101  
LSV Lautsprecher, Hamburg ..... 94

Matthies, Rauenberg ..... 97  
Mayer, A. J., Heimertingen ..... 97  
Merz, Lienen ..... 91

Messe Stuttgart, Stuttgart ..... 76  
Metec, Müden/Ortze ..... 6  
MOVTEC, Schömburg ..... 6  
Müter, Oer-Erkenschwick ..... 91  
Mutronic, Rieden ..... 48

Nahr, Neustadt/Aisch ..... 96  
National Instruments, München ..... 15

ParTec, Oldenburg ..... 96, 99  
POP electronic, Erkrath ..... 97

Ramm, Berlin ..... 95  
RATHO Electronic, Hamburg ..... 89  
Reichelt elektronik, Wilhelmshaven ..... 92, 93  
Roderbeck, Hövelhof ..... 48  
Rohleder, Nürnberg ..... 96

Salhöfer Elektronik, Kulmbach ..... 97  
Simons electronic, Bedburg ..... 94, 95  
Späth Elektronik, Holzheim ..... 98

Schröder, Waldshut-Tiengen ..... 91  
Schuberth, Münchenberg ..... 97  
Schuro Elektronik, Kassel ..... 91

Tennert, Weinstadt-Endersbach ..... 94

WELÜ Electronic, Neustadt/Weinstr. .... 97

Zeck Music, Waldkirch ..... 89

## Impressum

ELRAD

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen  
Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG  
Helfstorfer Str. 7, Postfach 61 04 07, 3000 Hannover 61  
Telefon: 05 11/53 52-0, Telefax: 05 11/53 52-1 29  
Postgiroamt Hannover, Konto-Nr. 93 05-308  
Kreissparkasse Hannover, Konto-Nr. 000-019968  
(BLZ 250 502 99)  
Herausgeber: Christian Heise

Technische Anfragen nur mittwochs 10.00–12.30  
und 13.00–15.00 Uhr unter der Tel.-Nr. 05 11/5 47 47-0  
oder Fax 05 11/5 47 47-33

### Redaktion:

Chefredakteur: Manfred H. Kalsbach (verantwortlich)  
Stellv. Chefredakteur: Hartmut Rogge  
Johannes Knoff-Beyer, Dipl.-Phys. Peter Nonhoff; Peter Röbbke-  
Doerr; Dipl.-Ing. (FH) Detlef Stahl  
Ständige Mitarbeiter: Dipl.-Ing. Eckart Steffens  
Redaktionssekretariat: Heidemarie Finke, Lothar Segner,  
Carmen Steinisch  
Korrektur und Satz: Wolfgang Otto (verantw.), Angelika Ballath,  
Hella Franke, Martina Fredrich, Edith Tötsches, Dieter Wahner  
Technische Zeichnungen: Marga Kellner  
Labor: Hans-Jürgen Berndt  
Grafische Gestaltung: Wolfgang Ulber (verantw.),  
Ben Dietrich Berlin, Christoph Neuhöfner, Dirk Wollschläger  
Fotografie: Fotodesign Lutz Reinecke, Hannover  
Verlag und Anzeigenverwaltung:  
Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG  
Helfstorfer Str. 7, Postfach 61 04 07, 3000 Hannover 61  
Telefon: 05 11/53 52-0, Telefax: 05 11/53 52-1 29  
Telex: 9 23 173 heise d

Geschäftsführer: Christian Heise

Objektleitung: Wolfgang Penseler

Anzeigenleitung: Irmgard Ditzens (verantwortlich)

Anzeigenverkauf: Werner Wedekind

Disposition: Elke Oesten, Kirsten Rohrberg

Verlagsbüro: Olm-Schmidt GmbH, Obere Straße 39, 6781 Hilst,  
Telefon: 0 63 35/50 51-54, Telefax: 0 63 35/50 61

Anzeigen-Auslandsvertretungen:

Südostasien: Heise Publishing Supervising Office, S. E. Asia, Fried-  
richstr. 66/70, W-5102 Wurselen, Germany, Tel.: xx49 (0) 24 05/  
9 56 04, Fax: xx49 (0) 24 05/9 54 59

Hongkong: Heise Publishing Rep. Office, Suite 811, Tsim Sha Tsui  
Centr. East Wing, 66 Mody Road, T.S.T. East, Kowloon, Hong Kong,  
Tel.: (852) 721 5151, Fax: (852) 721 38 81

Singapur: Heise Publishing Rep. Office, #41-01A, Hong Leong Build-  
ing, 16 Raffles Quay, Singapore 0104, Tel.: 0 65-2 26 11 17, Fax:  
0 65-2 21 31 04

Taiwan: Heise Publishing Taiwan Rep. Office, 1F/7-1, Lane 149, Lung-  
Chiang Road, Taipei, Taiwan, Tel.: 0 08 86-2-7 18 72 46 und 0 08 86-2-  
7 18 72 47, Fax: 0 08 86-2-7 18 72 48

Anzeigenpreise:  
Es gilt die Anzeigenpreisliste Nr. 13 vom 1. Januar 1991

Vertrieb: Wolfgang Borscheim

Produktion:  
Herstellung: Heiner Nien (Leitung), Rüdiger Schwerin  
Satztechnik (DTP): Thomas Nielsen

Druck: C.V. Niemeyer GmbH & Co. KG, Osterstr. 19  
3250 Hameln 1, Telefon: 0 51 51/2 00-0

ELRAD erscheint monatlich.

Einzelpreis DM 6,80 (sS 58,—/sfr 6,80)

Das Jahresabonnement kostet: Inland DM 71,40 (Bezugspreis DM 54,— +  
Versandkosten DM 17,40), Ausland DM 78,60 (Bezugspreis DM 50,40 +  
Versandkosten DM 28,20); Studentenabonnement/Inland DM 61,20  
(Bezugspreis DM 43,80 + Versandkosten DM 17,40), Studentenabonne-  
ment/Ausland DM 69,— (Bezugspreis DM 40,80 + Versandkosten DM  
28,20). (Nur gegen Vorlage der Studienbescheinigung.) Luftpost auf An-  
frage. (Konto für Abo-Zahlungen: Verlag Heinz Heise GmbH & Co. KG,

Postgiro Hannover, Kto.-Nr. 401 655-304 (BLZ 250 100 30)) Kündigung  
jederzeit mit Wirkung zur jeweils übernächsten Ausgabe möglich.

Kundenkonto in Österreich:

Österreichische Länderbank AG, Wien, BLZ 12000,  
Kto.-Nr. 130-129-627/01

Kundenkonto in der Schweiz:

Schweizerischer Bankverein, Zürich, Kto.-Nr. PO-465 060.0

Versand und Abonnementverwaltung:

SAZ marketing services

Gutenbergstraße 1-5, 3008 Garbsen, Telefon: 0 51 37/13 01 26

In den Niederlanden Bestellung über:

de muiderkring bv PB 313, 1382 j1 Weesp

(Jahresabonnement: hfl. 91,—; Studentenabonnement: hfl. 81,—)

In Österreich Bestellung über:

EBV - Friederike Strappeler, Marktplatz 26, 4680 Haag

(Jahresabonnement: sS 600,—; Studentenabonnement: sS 540,—)

Lieferung an Handel (auch für Österreich und die Schweiz):

Verlagsunion Pabel Moewig KG

Postfach 57 07, D-6200 Wiesbaden, Telefon: 0 61 21/2 66-0

Eine Haftung für die Richtigkeit der Veröffentlichungen kann trotz  
sorgfältiger Prüfung durch die Redaktion vom Herausgeber nicht über-  
nommen werden. Die geltenden gesetzlichen und postalischen Bestim-  
mungen bei Erwerb, Errichtung und Inbetriebnahme von Sende-  
und Empfangseinrichtungen sind zu beachten.

Die gewerbliche Nutzung, insbesondere der Schaltpläne und gedruck-  
ten Schaltungen, ist nur mit schriftlicher Genehmigung des Herausge-  
bers zulässig. Die Zustimmung kann an Bedingungen geknüpft sein.

Honorierte Arbeiten gehen in das Verfügungsrecht des Verlages über.  
Nachdruck nur mit Genehmigung des Verlages. Mit Übergabe der Ma-  
nuskrifte und Bilder an die Redaktion erteilt der Verfasser dem Verlag  
das Exklusivrecht zur Veröffentlichung.

Sämtliche Veröffentlichungen in ELRAD erfolgen ohne Berücksichti-  
gung eines eventuellen Patentschutzes. Warennamen werden ohne Ge-  
währleistung einer freien Verwendung benutzt.

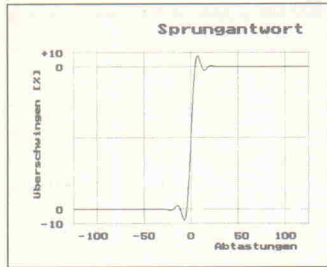
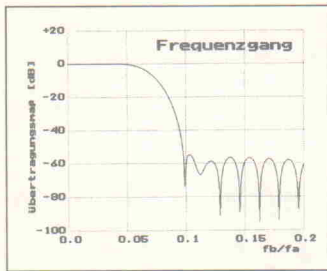
Printed in Germany

© Copyright 1991 by  
Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG

ISSN 0170-1827







## Digitale Filterung

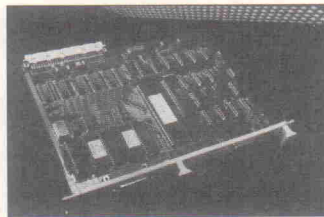
Die Anwendung der digitalen Filterung in der Meßtechnik wirft bei der praktischen Realisierung eine ganze Menge Fragen auf. Wie erhält man eigentlich geeignete Koeffizienten? Gibt es dafür käufliche Programme? Wo steht geschrieben, wie man die Koeffizienten selbst erzeugen kann? Wie generiert man mit vorhandenen Koeffizienten den Frequenzgang und die Sprungantwort? Welche Filterlänge ist für welche Anwendung notwendig? Wie beeinflusst sie die Sprungantwort? Welche Geschwindigkeiten sind bei der Filterung mit einem Coprozessor erreichbar? Antworten auf diese Fragen sowie eine komplette Meßtechnikanwendung findet man in der Titelstory der nächsten Ausgabe.

## Test: Programmierbare Signalgeneratoren

Immer dann, wenn man im Meßlabor mit den herkömmlichen Funktionsgeneratoren nicht weiterkommt, da diese eben nur Standardsignale (Sinus, Rechteck, Dreieck) abgeben, können die komfortablen Arbit-Generatoren weiterhelfen. Dank ihres programmierbaren Signalverlaufs kann man die Geräte flexibel und anwendungsgerecht einsetzen, beispielsweise für Servoantriebe in der Automatisierungstechnik, als Videosignalquelle, zur Simulation



von Herz- oder Gehirnströmen in der Medizintechnik sowie für die Stoßprüfung mechanischer Konstruktionen. Je nach Anwendungsschwerpunkt warten die einzelnen Geräte mit unterschiedlichen technischen Daten auf.



## Der VME-Bus

... feiert dieses Jahr seinen zehnten Geburtstag. Dennoch setzt er sich erst in jüngster Zeit als Systembus bei Personalcomputern, wie zum Beispiel dem Atari STE durch. Der grundlegende Artikel in der nächsten Ausgabe wird anhand praktischer Schaltungstechnik die Funktionsweise von einfachen Slave-Anschaltungen am VME-Bus zeigen. Damit werden Grundlagen zum Experimentieren mit diesem Bussystem geschaffen.

## Projekt: UniCount

Viele Signale in der Meßtechnik präsentieren sich nicht als Strom- oder Spannungspegel, sondern als Impulse. Als Beispiele seien nur die Ausgangswerte eines U/f-Wandlers oder die Lageinformationen eines Inkrementalgebers genannt. Um derartige Größen mit dem PC erfassen zu können, kann eine Zählerkarte nützliche Dienste leisten, zumal wenn sie wie die UniCount zwölf unabhängige 16-Bit-Zähler bietet.

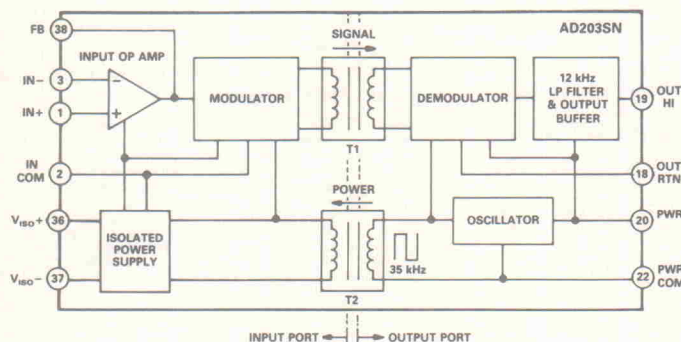
## Dies & Das

### Windig

Die Meldung des Jahres erreichte die Elrad-Redaktion im Sommerloch: 'Wind wehte schwach', die Halbjahres-Bilanz der Düsseldorfer Windkraftanlage auf dem Gelände der Kläranlage Süd. Was sich als schlichte Presseinformation präsentierte, könnte sich, liest man zwischen den Zeilen, als sensationelle Nachricht entpuppen: Die Energieausbeute eines Windrades ist wohl doch von der Windgeschwindigkeit abhängig. So jedenfalls Stadtwerke-Vorstandsmitglied Karl Otto Abt, wobei er diese Einschätzung vorsichtig relativierte: Genaue Aufschlüsse über die mögliche Windausbeute könne nur ein mehrjähriger Betrieb geben.

Dessen ungeachtet stellen die Stadtwerke allerdings eindeutige Zusammenhänge her, wie Auszüge aus dem Windrad-Tagebuch bezeugen: 'Während im Dezember 1990 und im Januar 1991 bei mittleren Windgeschwindigkeiten von mehr als 5 m/s 5400 kWh und 6700 kWh erzeugt wurden, kam es im Februar dieses Jahres zu einem regelrechten Einbruch: Bei einer mittleren Windgeschwindigkeit von 3,8 m/s konnte die Anlage nur knapp 2700 kWh ins Netz der Stadtwerke einspeisen. Im März und April kam es zu einer geringfügig besseren Ausbeute. Der äußerst windarme Mai führte zu einem erneuten Einbruch bis auf das Februar-Niveau.'

Die pessimistische Prognose Karl Otto Abts 'Wunschergebnis von 75 000 kWh pro Annum ist nicht mehr erreichbar' bleibt angesichts dieser eindeutigen Worte unverstündlich – die Herbststürme kommen doch erst noch.

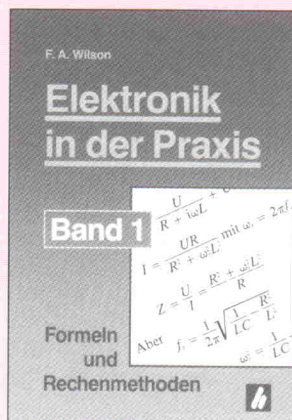


## Markt: Isolationsverstärker

Eines haben alle Isolationsverstärker gemeinsam: keine galvanische Kopplung zwischen Ein- und Ausgang. Ansonsten ist die 'Bandbreite' der technischen Daten – ähnlich wie bei Operationsverstärkern – gewaltig. Der Marktüberblick in der nächsten Ausgabe bringt die Daten, nennt die Hersteller.



# ... aus dem aktuellen Programm



Dieses speziell für den Arbeitsplatz eines Elektrikers zugeschnittene Handbuch beschäftigt sich primär mit der praxisgerechten Anwendung mathematischer Formeln, mit deren Hilfe wichtige elektrotechnische Zusammenhänge beschrieben werden. Zudem enthält es zahlreiche nützliche Tabellen und grafische Darstellungen. Hervorragend als Nachschlagewerk geeignet.

Broschur, 224 Seiten  
DM 32,-/öS 250,-/sfr 29,50  
ISBN 3-922705-40-5

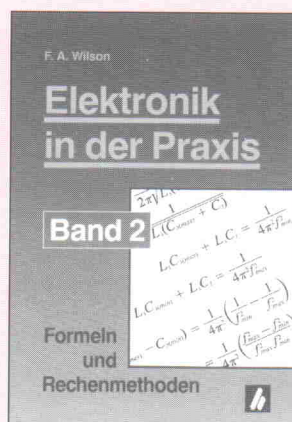
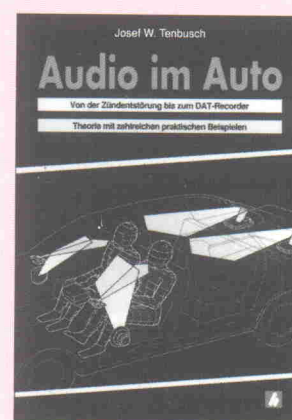
Schaltungssammlungen sind die Arbeitsgrundlage jedes Elektroniklabors. Bei der Realisierung einer Schaltung ist jedoch oft nicht ein technisches „Wie“, sondern ein suchendes „Wo“ entscheidend. Der vorliegende Band faßt die in den letzten Jahren in der Zeitschrift *ELRAD* veröffentlichten Grundsaltungen thematisch zusammen und stellt ein umfangreiches Suchwortregister zur Verfügung.

Gebunden, 110 Seiten  
DM 34,80/öS 271,-/sfr 32,-  
ISBN 3-922705-80-4



Was ist eigentlich ein DAT-Rekorder, und wie funktioniert er? Wo ist der optimale Platz für meine Antenne und an welche Klemme gehört das Autoradio? Wie kann ich mein Auto wirksam entstören? Welche Lautsprecher sind die besten, und wo bringe ich sie am günstigsten an? Diese und viele Fragen mehr beantwortet dieses Buch. Alles was Laien und Profis wissen wollen.

Broschur, 174 Seiten  
DM 34,-/öS 265,-/sfr 31,30  
ISBN 3-922705-32-4



Als Ergänzung zu Band 1 werden in diesem Buch weitere nützliche Formeln aus dem Gebiet der Elektronik vorgestellt. Auch hier gilt der Grundsatz, nur praxisbezogene Beispiele auszuwählen, in denen jeder Rechenschritt ausführlich erklärt wird. Eine Vielzahl einprägsamer Grafiken und hilfreicher Tabellen unterstützen die Textaussagen. Ein unbedingtes Muß für jeden Elektriker.

Broschur, 358 Seiten  
DM 39,80/öS 310,-/sfr 36,60  
ISBN 3-922705-41-3



Schaltungen und IC-Applikationen sind die Grundlage jeder elektronischen Entwicklung. Das Problem ist jedoch oft nicht ein technisches „Wie“, sondern ein suchendes „Wo“. Der vorliegende Band 2, *Audio und Niederfrequenz*, faßt die in den letzten Jahren in der Zeitschrift *ELRAD* veröffentlichten Grundsaltungen mit umfangreichem Suchwortregister thematisch zusammen.

Gebunden, 130 Seiten  
DM 34,80/öS 271,-/sfr 32,-  
ISBN 3-922705-81-2



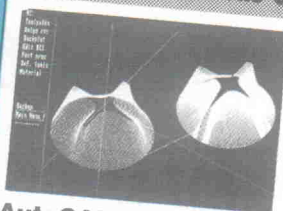
Dieses Handbuch läßt sich dazu verwenden, bestimmte Leistungshalbleiterbauelemente aufgrund ihrer technischen Daten auszusuchen. Es bietet die einzigartige Kombination einer alphabetischen Liste von allgemein verwendeten Bauteilen mit mehreren nach verschiedenen Kriterien zusammengestellten herstellerunabhängigen Auswahltabellen.

Broschur, 208 Seiten  
DM 38,80/öS 303,-/sfr 35,70  
ISBN 3-922705-45-6

Im Buch-, Fachhandel oder beim Verlag erhältlich.



## Für Sie ein Auszug aus unserem Prozeßautomations-Spektrum

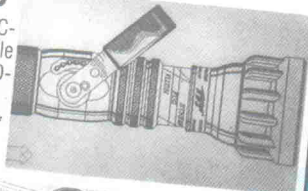


### MasterCAM

3dim. CAD-CAM-System zur Bearbeitung von Freiformoberflächen

### AutoCAD

2½-dim. CNC-Treiber für alle gängigen CAD-Systeme  
ab DM 625,-\*

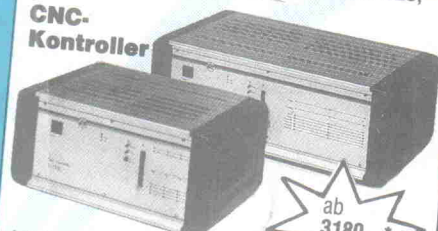


### PAL-PC

Prozeßautomations-sprache mit Teach-In, auch in DIN-66025-Version  
ab DM 625,-\*



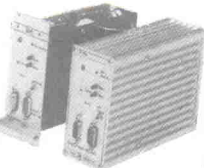
### CNC-Kontroller



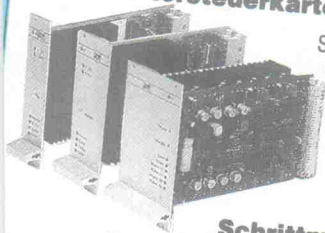
Leistung von 80 VA–1000 VA für bis zu 3 Achsen

### Integrierte Technologien

Schrittmotorsteuerung 36V, 2A mit integrierter Prozessorkarte u. RS 232



### Schrittmotorsteuerkarten



Schrittmotorsteuerkarten für Antriebe bis 3 Nm

ab 283,-\*

### Schrittmotoren Getriebschrittmotoren



Elektronisch kommutierte Motoren von 0,2 bis 3 Nm Abgabeleistung

ab DM 68,-\*

### Hauptspindelantrieb ISA

Industr. Hauptspindelantrieb 300 VA.  
DM 2228,-\*



### isel-Präzisionsstahlwellen

Ø 12 + 16 mm, bis 3 m Länge mit und ohne Bohrungen  
z.B. Präzisionsstahlwelle, Ø 12 mm, h6, L 1 m, DM 17,-\*



### isel-Kugelgewindetriebe

Ø 16 mm, Steigung 5 u. 10 mm mit spielfreier einstellbarer Kugelgewindemutter  
z.B. Kugelgewindemutter 16x5 mm, spielfrei einstellbar



DM 89,-\*

### isel-Doppelspurvorschübe

verdrehssicher, bis 3 m L mit spielfrei einstellbarem Doppelspur-Set 1 u. 2



z.B. Doppelspurführung, L 1 m mit Doppelspurset 1 DM 148,-\*

### isel-Doppelspureinheit

mit Schrittmotor und Kugelgewindetrieb



Verfahrweg max. 1,3 m Wiederholgenauigkeit ± 0,01 mm, z.B. Doppelspureinheit, L 1 m Hub 0,8 m DM 998,-\*

### Doppelspur-Zahnriemenvorschub



mit Schrittmotor-Zahnriemenantrieb, Verfahrweg 100–3000 mm z.B. Zahnriemenvorschub L 1 m, Hub 0,85 m, DM 1024,-\*

### isel-Doppelspur-Vorschubeinheit

mit Schrittmotor-Kugelgewindetrieb



mit Verfahrwegen von 50–1250 mm, spielfrei einstellbar, z.B. Doppelspur-Vorschubeinheit, Verfahrweg 370 mm, DM 1254,-\*

### isel-Doppelspur-Kreuztisch

mit Schrittmotor-Kugelgewindetrieb



Hub 50–1250 mm spielfrei einstellbar, z.B. Doppelspur-Kreuztisch, Hub 270x370 mm, DM 2394,-\*

### isel-x/y/z-Portalanlage

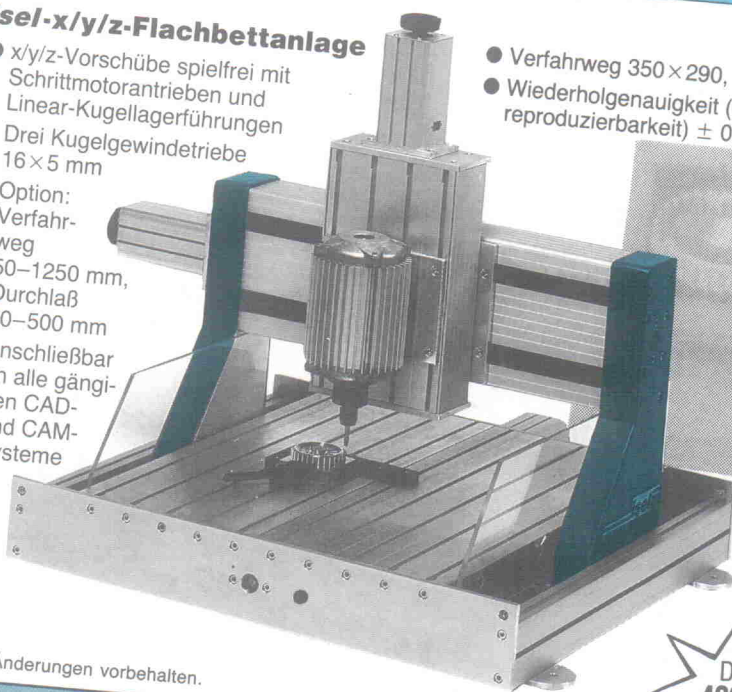
mit Schrittmotor-Kugelgewindetrieb, Verfahrwege 50–1250 mm, z.B. x/y/z-Anlage



Verfahrweg 250x290 mm, Hub 75 mm, DM 3705,-\*

### isel-x/y/z-Flachbettanlage

- x/y/z-Vorschübe spielfrei mit Schrittmotorantrieben und Linear-Kugellagerführungen
- Drei Kugelgewindetriebe 16x5 mm
- Option: Verfahrweg 50–1250 mm, Durchlaß 50–500 mm
- Anschließbar an alle gängigen CAD- und CAM-Systeme



- Verfahrweg 350x290, Hub 75 mm
- Wiederholgenauigkeit (Positionsreproduzierbarkeit) ± 0,01 mm

Techn. Änderungen vorbehalten.

Preis ohne Motor

DM 4330,-\*

**isel**  
automation

Hugo Isert · Im Leibolzgraben 16 · D-6419 Eiterfeld 1  
Telefon (06672) 898-0 · Telex iseld 493150 · Telefax (06672) 7575

