

# ELRAD

H 5345 E

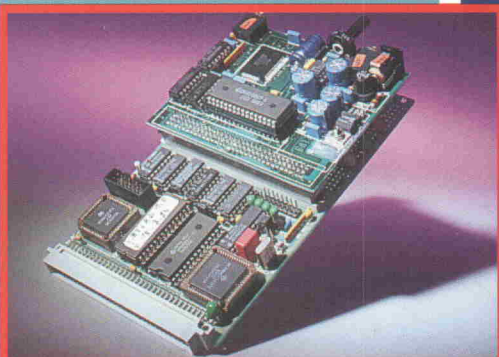
DM 7,50

öS 60,- · sfr 7,50

hfl 10,- · FF 25,-

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

7/94



**68HC11-Projekt:  
Silicon-Disk-Recording**

Beratungs-Projekt

**PLDs und FPGAs  
richtig auswählen**

GPS-Projekt

**NavCore-V-Trägermodul**

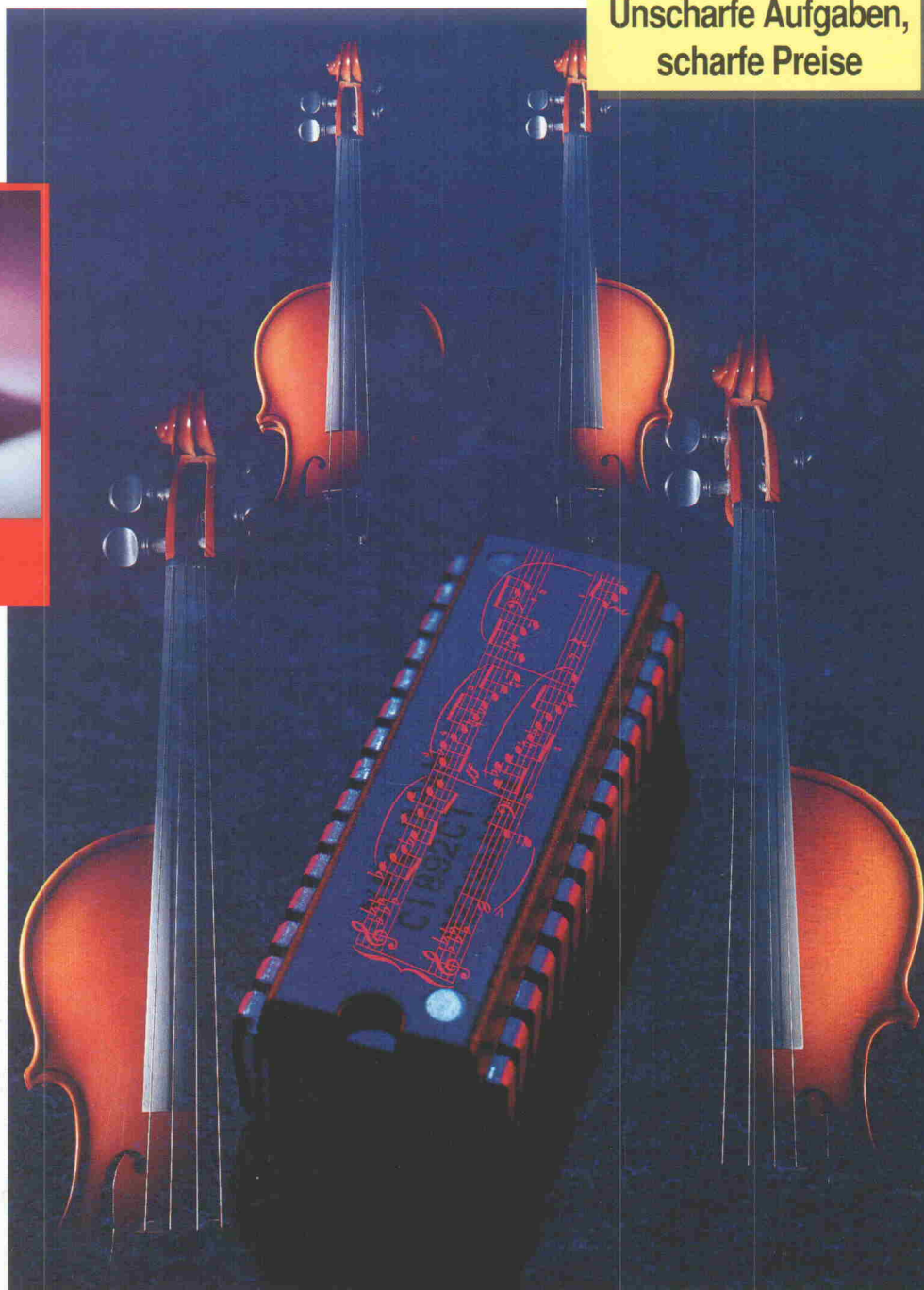
Spar-Projekt

**IEEE-488-Karte für PCs**

Beschleuniger im Test

**Was leisten  
DSP-Karten im PC?**

**Fit for Fuzzy?  
Unscharfe Aufgaben,  
scharfe Preise**

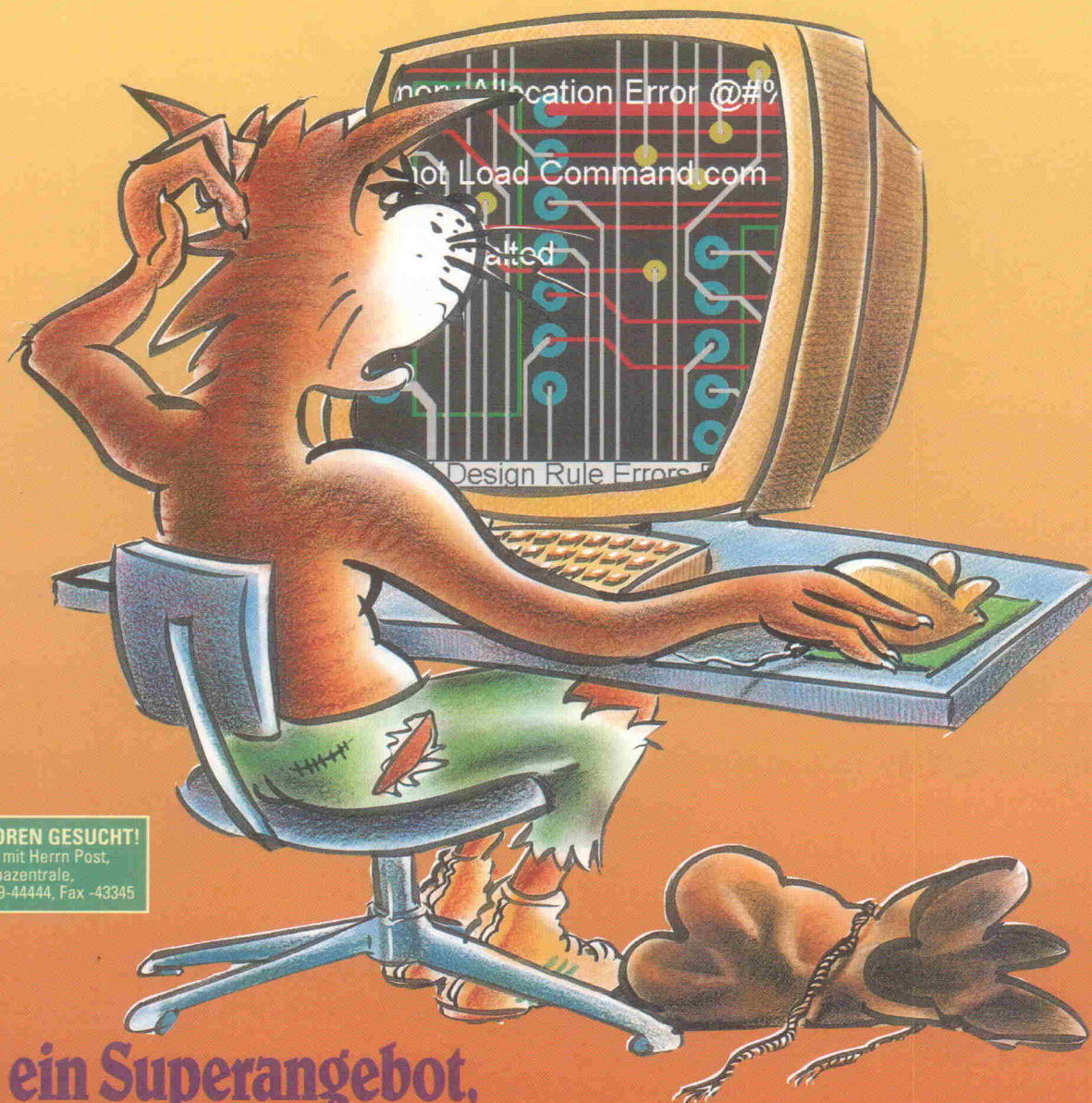


**Hör-Projekt: Audioprocessing in  
Grundlagen und Schaltungen**

**Praxistest:  
Monitore und  
Grafikkarten für  
CAD-Anwendungen**



# Hören CAD-Lieferanten Ihren Anwendern zu?



## DISTRIBUTOREN GESUCHT!

Reden Sie mit Herrn Post,  
Europazentrale,  
Tel. 00-31-2159-44444, Fax -43345

## Jetzt ein Superangebot, um Ihren altes CAD-System vorzeitig abzuschreiben

Sie erhalten stattdessen ein perfektes, integriertes Spitzenprodukt von Ultimate Technology, dem bewährten, zuverlässigen europäischen Lieferanten, der sich tatsächlich an seinen Anwendern orientiert (regelmässige Kundenumfragen und Benutzermeetings kostenfrei für jeden Anwender). Ultiboard zeichnet sich vor allem durch seine garantierte Designintegrität aus: dank der Echtzeit-Tests können keine Fehler vorkommen. Die Projektbearbeitung wird somit erheblich verkürzt, im Vergleich mit Systemen, bei denen die Fehler erst nachträglich beseitigt werden müssen.

## Angebot

\* gilt unabhängig von Hersteller und Typ des alten CAD-Systems, aber nicht für Demo-Systeme. Obwohl dieses Angebot nicht für Ultiboard-Challenger-Anwender zutrifft, können diese zu gleichen Konditionen bestellen.

Sie bestellen bis zum 31-8-94 das Ultiboard Advanced Designer System unter Angabe des Herstellers, Typs und der Versionsnummer Ihres alten CAD-Systems\*. Sie zahlen nur 3.585 DM (4.155 DM incl. MwSt. und Versand) statt 5.975 DM (zuzügl. MwSt. und Versand) für dieses hochwertige 32-bit Schaltplan- und Leiterplattenentwurfssystem inklusive des Ripup & Retry Autorouters mit garantierten 2800 Pin Designkapazität.

Als  
TEST-  
SIEGER  
ELRAD  
5/94

Von Designern  
**ULTIBOARD**  
für Designer

Mehr als  
**10.000**  
Anwender

**ULTIMATE**  
TECHNOLOGY

Europazentrale:  
Ultimate Technology BV., Energiestraat 36  
1411 AT Naarden, the Netherlands  
tel. 0031-2159-44444, fax 0031-2159-43345

Distributoren:  
Taube Electronic  
tel. 030 - 6959250, fax 030 - 6942338  
PDE CAD Systeme  
tel. 08024 - 91226, fax 08024 - 91236  
Infocomp  
tel. 09721 - 18474, fax 09721 - 185588  
Kmega GmbH  
tel. 07721 - 91880, fax 07721 - 28561



Mit ULTiBoard kaufen Sie keine "CADze im Sack" dank des voll funktionsfähigen Test-Systems (200 Pin Designkapazität einschliesslich deutschsprachiger Einführungs- und Lernbücher) für nur 94 DM (incl. MwSt. und Versand).



# Zu neuen Ufern

Wir schreiben das Jahr 2084. Die 120 Jahre sieht man ihm kaum an. Selbst der Flugzeugabsturz gestern ist spurlos an ihm vorübergegangen. Zum Glück hatte er nach dem Aufstehen seine Nanomedizin genommen. Noch vor neunzig Jahren hätte er das Unglück nicht überlebt oder wäre zumindest für den Rest seines Lebens an den Rollstuhl gefesselt gewesen. Seinerzeit wußte man auch noch nichts von Nanomaschinen und ähnlichem. Da reichte die Vorstellungskraft gerade bis zum Mikrometer. Es gab die Mikromechanik, die Mikroelektronik und die Mikrowelle.

Allerdings wußten schon einige Elektroniker mit Nanogrößen umzugehen. Lagen doch in dieser Größenordnung die berühmten Wunder-Cs, die das Schwingen ihrer mikroelektronischen Schaltungen wirkungsvoll unterdrückten. Auch wußte man, daß die Wellenlänge des sichtbaren Lichts im Nanometer-Bereich liegt.

Und es dauerte nicht lange, da wagten sich auch andere an erste Überlegungen von einer neuen Wunderwelt, die man Nanotechnologie nannte. Zaghafte Träume von Computern und Maschinen so groß wie Mikroben. Maschinen, die sich in kürzester Zeit selbst programmierten und vermehrten, um beispielsweise im Körper des Menschen als künstliches Abwehrsystem überall dort einzugreifen, wo es Probleme gab.

Ein Nerv im Rückenmark war durchtrennt, kein Problem, eine Sache von Sekundenbruchteilen.

In den Geburtsstunden begnügte man sich jedoch mit viel kleineren Schritten. Man kannte die paar Nerven des Taschenkrebesses und machte Versuche, durchtrennte Bahnen mittels kleinster Siliziumplättchen zu flicken. In der Materialforschung gewannen Wissenschaftler Nanopartikel aus Metallen oder nichtmetallisch-anorganischen Stoffen, um daraus sogenannte Nanokomposite zu kreieren. Materialien, bei denen die Grenzen zwischen den seinerzeit klassischen Werkstoffen wie Glas, Keramik, Kunststoff und Metall verschwammen. Metalle ließen sich zu Halbleitern oder polykristalline Keramiken zu optischen Werkstoffen umformen.

Man konnte feinste Filter programmieren, die ihre Poren in der Umgebung bestimmter Gase automatisch schließen. Realisiert wurde auch schon künstliches Zahnmaterial. In seiner Zusammensetzung entsprach es dem natürlichen, und auch die Mineralisierungsprozesse funktionierten wie beim Naturzahn. Erste Schritte also zur Entwicklung neuer Werkstoffe, die sich in ihren Eigenschaften beliebig einstellen ließen.

Deutsche und englische Forscher kamen einem Silizium in nanokristalliner Form auf die Spur, das sich zum Leuchten bringen ließ. Das poröse Material bestand aus feinen Fäden mit einem Durchmesser von 2...10 nm, sogenannten Quantendrähten. Das war der erste Schritt zur optoelektrischen Integration von Silizium, dem Lieblingsmaterial der Mikroelektroniker. Zum ersten Mal realisierte man in Nanostruktur auf demselben Substrat eines III-V-Halbleiters gleichzeitig Lichtquellen, optische Detektoren und Verstärker.

So entwickelte man erste Nanoschaltungen, beispielsweise ein Mach-Zehnder-Interferometer, das als Grundlage für integrierte chemische oder biologische Sensoren diente.

Der große Durchbruch kam jedoch erst sehr viel später. Nämlich als es gelang, die erste Nanomaschine zu bauen. Eine Maschine, die sich selber programmieren, weiterentwickeln und vermehren konnte. Eine Maschine, die in der Lage war, sämtliche Probleme, ob Umweltverschmutzung, Krankheiten oder Seuchen, in Eigenregie zu bewältigen. Produkte entstanden quasi aus sich selbst heraus, wie aus einem kleinen Samenkorn ein ganzer Baum heranwächst.

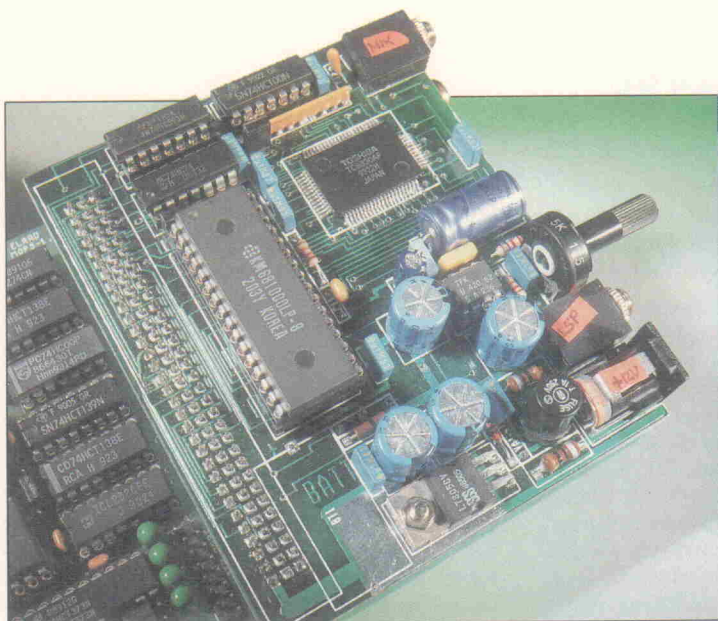
Heute ist der Traum von damals Wirklichkeit geworden. Unser Mann lehnt sich zurück, und bevor er einschläft, denkt er noch, unsere Nanomaschinen haben die Welt im Griff. Alle Probleme sind gelöst. Alle?

Peter Nonhoff-Arps

*Peter Nonhoff-Arps*







## Projekt

### MOPS-Talk

In sprechenden Handmultimetern, Anrufbeantwortern oder Spielzeugen sind sie bereits alltäglich, als Erweiterung für Mikrocontroller jedoch eher einzigartig. Gemeint sind sogenannte Sprach-Chips. Auf der Basis eines TC8830AF von Toshiba stellt MOPS-Talk eine Redezeit von bis zu vier Minuten zur Verfügung, die er in Form eines 'Wörterbuches' mit nahezu beliebig vielen Phrasen abspeichert. Der 68HC11-MOPS plappert ab

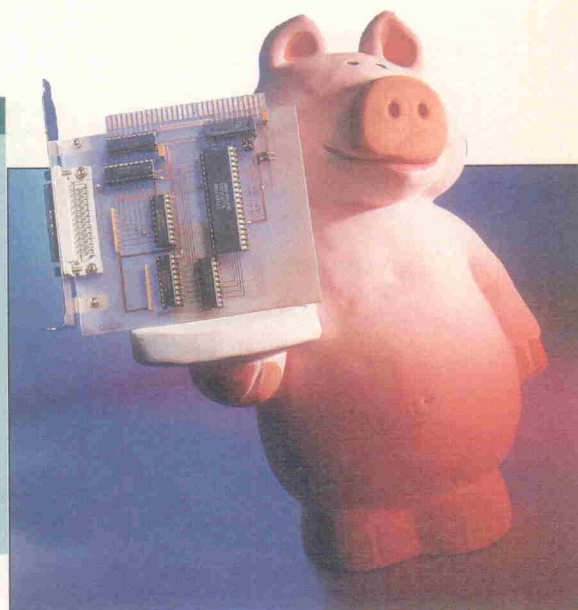
**Seite 61**

## Projekt

### Sparschwein

Wollten Sie schon immer den 'alten' IEC-Bus-Plotter an den PC hängen? Oder wartet ein Commodore-Floppylaufwerk seit Jahren auf den PC-Anschluß? Oder haben Sie ein Systemmultimeter preiswert erstanden und wollen Messungen vom PC aus steuern und auswerten? Und alles, ohne hunderte von Mark für eine Adapterkarte auszugeben? Dann dürfte das Sparschwein die Lösung für Sie sein. An Hardware kostet es rund 70 Mark, auf der soften Seite versteht es sich mit Quick-BASIC, Turbo Pascal und Visual-BASIC für Windows. Das Sparschwein tragt los auf

**Seite 56**



## Test

### Auge um Auge ...

Daß CAD-Entwicklung auch auf dem PC möglich ist, hat sich inzwischen herumgesprochen. Nur, welche Anforderungen kann man bei solchen PC-Applikationen an die Hardware stellen? Wer etwas 'erkennen' und sich nicht gleichzeitig die Augen verderben möchte, sollte nicht unterhalb der 21-Zoll-Bildschirmgrenze mit entsprechender Auflösung beginnen. Ohne die passende Grafikkarte ist allerdings auch der schönste Bildschirm nichts wert. Deshalb untersuchte ELRAD im Anwendertest neben sechs Monitoren auch sieben Grafikkarten und ihre 'Teamfähigkeit' bei verschiedenen CAD-Programmen. Infos zum Test gibt es ab

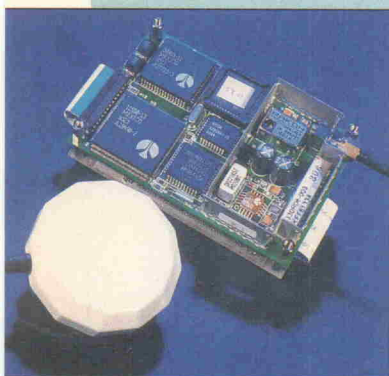
**Seite 32**





## Projekt

### 24 fixe Sterne



Eigentlich hat Rockwell seinem Empfängermodul NavCore V alles mitgegeben, was man für die GPS-Navigation benötigt – außer einer symmetrischen Spannungsversorgung und einer standardisierten Schnittstelle. Beides spendiert ELRAD in dieser Ausgabe. Für die softwaremäßige Kontaktaufnahme sorgen in der nächsten Ausgabe 'Timings, Prozeduren und Formate'.

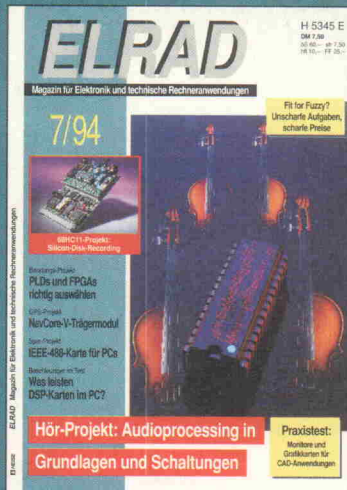
**Seite 26**

## PreView

### Ziemlich kompatibel

Seitdem Atari in die Welt der Spielkonsolen abgetaucht ist, wird es um neue Software – oder auch die Pflege vorhandener alter – zunehmend ruhiger. Auch die Hardware-Ersatzbeschaffung ist mittlerweile ein Problem. Das Gespenst des Systemwechsels in die PC-Welt wird daher für viele Anwender immer bedrohlicher. Um so mehr dürfte es Atari-User freuen, wenn in der 'Post-Atari-Prä-PC'-Zeit mit einem Einsteck-Board für den PC die alte Atari-Software auf dem neuen DOS-Rechner weiterbenutzt werden kann. Wie es um die Kompatibilität dieses Atari-Emulators bestellt ist, zeigt der Beitrag ab

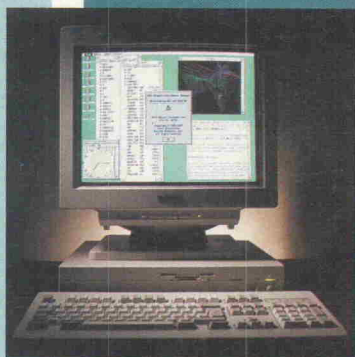
**Seite 20**



## Effekthascherei

Begriffe wie Pseudostereo, Spatialklang oder angelsächsisch Bassexter, Panextender und Surroundsound sind in aller Munde. Was für die einen Klangverbesserer sind, ist für andere Effekthascherei. Um Psychoakustik handelt es sich allemal. Aber kaum jemand weiß diese Begriffe technisch zu füllen. Die Artikel-Trilogie lüftet nicht nur Schaltungsgeheimnisse, sondern zeigt anhand zweier Projekte, wie sich auch ohne Dolby-Lizenz kino- und studiotaugliche Raumklangeffekte erzielen lassen.

**Seite 76**



# Inhalt 7/94

	Seite
<b>aktuell</b>	
Programmierbare Logik	8
CAD	9
Firmenschriften und Kataloge	10
Mikrocontroller	12
3 x 51 = 320, $\mu$ C 80C320	14
Fit for Fuzzy?	22
<b>Test</b>	
PreView: Ziemlich kompatibel	
Atari im PC-Slot	20
Auge um Auge ...	
PC-Grafikkarten und 21-Zoll-Monitore im Anwendertest	32
Renner	
Acht DSP-Karten im Vergleich	46
<b>Projekt</b>	
24 fixe Sterne	
Global Positioning System (4): Stromversorgung für NavCore V	26
Sparschwein	
Low-Cost-IEEE-488-Controller für den PC (1): Hardware, Testprogramm und Quick-BASIC-Routinen	56
MOPS-Talk	
Toshiba Sprachmodul TC8830AF am 68HC11-Controller	61
<b>Entwicklung</b>	
Wahlhelfer	
Entscheidungskriterien für die PLD-Auswahl	71
<b>Grundlagen</b>	
Infra-Test	
Untersuchung der IR-Empfindlichkeit von CCD-Chips	43
Effekthascherei	
Audioprocessing (1): Von der Stereobasisverbreiterung zur Surround-Matrix	76
Trotz Blitz	
Schutz elektrischer und elektronischer Geräte vor transienten Überspannungen	82
Die ELRAD-Laborblätter	
Operationsverstärker (2)	90
<b>Rubriken</b>	
Editorial	3
Nachträge und Berichtigungen	7
Radio und TV: Programmtips	18
Bücher	88
Die Inserenten	101
Impressum	101
Dies & Das	102
Vorschau	102







## OP mit Schliff

Zum Artikel 'OP mit Schliff, Grundlagen zum Current-Feedback-Verstärker' in ELRAD 6/94, Seite 48, erreichte uns folgende Leserzuschrift:

Antworten auf technische Aufgabenstellungen erfordern oft geradezu eine Diskussion, vor allem wenn es um Artikel und deren 'Gebrauchswert' geht. Ein herausforderndes Beispiel dazu ist der in Heft 6 veröffentlichte Beitrag 'OP mit Schliff'.

Der Nutzen des Artikels geht gegen Null, da nur Informationen zum 'Innenleben' der Diamond-Struktur gegeben werden, die bereits vor Jahren veröffentlicht wurden. Zudem erscheinen einige dabei getätigte Vereinfachungen nicht ganz gerechtfertigt beziehungsweise sind widersprüchlich.

Als Hauptnachteil ist jedoch der fehlende Anwendungsbezug zu nennen. Mit keinem Wort werden beispielsweise die aus dem Funktionsprinzip resultierenden Einschränkungen bei der Wahl des Rückkopplungswiderstandes  $R_1$  erwähnt. Die unübliche Methode, den Widerstand  $R_2$  als Bestandteil des unbeschalteten Verstärkers anzusehen, führt dann auf die 'variable Leerlaufverstärkung', ohne daß gesagt wird, ob oder gar wieso dieses vorteilhaft wäre. Der Artikel provoziert mehr Fragen, als er Antworten gibt (ist – und wenn ja, wie – Einsverstärkung oder Inverter-Betrieb möglich?).

Die Tabelle 1 mit 'typischen Vertretern' enthält zwei Bausteine (OPA 660 und OPA 622), die gerade keine typischen Vertreter sind; die am Schluß genannte Offsetspannung von 50 mV ist mindestens um den Faktor zehn zu groß.

Außerdem verursacht der Autor mit seiner 'Definition' des Wortes 'Transimpedanzverstärker' (letzter Abschnitt) eher eine Begriffsverwirrung, wenn er einem hochohmigen Eingang einen Strom als Eingangsgröße zuordnen will.

Lutz v. Wangenheim  
Bremen

Der Beitrag verfolgt das Ziel, dem Leser das Prinzip der Current-Feedback-Verstärker nahezubringen, ohne den Gedankenfluß durch übermäßigen mathematischen Ballast zu hemmen. Er vermittelt das notwendige, grundlegende Rüstzeug, um eine selbständige Vertiefung zu ermöglichen. Weitergehende theoretische Erkenntnisse sind problemlos aus anderen Quellen zu erhalten. Bei der Betrachtung von Gleichung 15 beispielsweise stellt man fest, daß die Current-Feedback-Topologie so ganz ideal nicht sein kann (leichte Abhängigkeit der Bandbreite von der Verstärkung). Die im Artikel an dieser Stelle getroffenen Vernachlässigungen sind zwar grob. Aber jedem, der sich mit der Materie beschäftigt, wird an dieser Stelle auffallen, daß Gleichung 15 die korrekte Bandbreite enthält und nicht Gleichung 24 – Erkenntnisse, die sich auch in der Praxis bestätigen.

Aus der Gleichung 15 resultiert ebenfalls, daß für eine konstante Grenzfrequenz eine etwas abweichende Bedingung anstatt  $R_1 = \text{konst.}$  gilt: sie führt darauf, daß man in der Wahl von  $R_1$  nicht völlig frei ist.

Es mag im ersten Moment widersprüchlich erscheinen, den Strom  $S(U_e - U_{R2})$  am Knotenpunkt Emitter  $T_1$ ,  $T_2$  und Widerstände  $R_1$ ,  $R_2$  zu vernachlässigen, ihn dann aber am Kondensator  $C$  (über die Stromspiegel) als den einzig fließenden zu betrachten, der über den erzeugten Spannungsabfall dann ja die Ausgabespannung bestimmt. Aber sowohl bei strenger Rechnung als auch nach der vorgenommenen Abschätzung ergibt sich ein wesentlicher Punkt:  $U_{R2} = U_e = U_d/V$ . Und genau das ist die Aussage, auf die es ankommt.

Invertierender Betrieb ist natürlich auch mit einem Current-Feedback-Verstärker möglich. Für die Verstärkung gilt dabei  $V = R_1/R_2$ , die Verhältnisse gleichen ansonsten denen des nicht invertierenden Betriebs. Einzige Ausnahme ist natürlich der relativ niederohmige Eingang. Prädestiniert ist eine solche Anordnung für Summationsverstärker mit Leitungsabschluß. Einsverstärkung ist im invertierenden Betrieb ebenfalls möglich.

Im nicht-invertierenden Betrieb ist eine Einsverstärkung nur schwer zu realisieren, da ein sehr kleiner oder gegen Null gehender Wert von  $R_1$  den CF-Verstärker zum Schwingen bringt. Allerdings ist dies auch sicher nicht die Methode der Wahl, denn die mittlerweile auch getrennt zur Verfügung stehenden Buffer erreichen eine viel höhere Grenzfrequenz.

Beschäftigt man sich mit dem nichtlinearen Verhalten gegengekoppelter Strukturen, so ist die Schleifenverstärkung 'g' ein direktes Maß für die linearisierende Wirkung der Gegenkopplung. Je größer 'g', desto geringer die nichtlinearen Verzerrungen. Bei einem normalen OP steigen die Verzerrungen mit zunehmender Verstärkung. Dies ist bei einem CF-Verstärker nicht der Fall. Insofern ist die 'variable' Leerlaufverstärkung von Vorteil, auch wenn ihr schaltungs-technisch Grenzen gesetzt sind.

Bei der im Artikel angegebenen Offsetspannung hat sich ein Fehler eingeschlichen: Der korrekte Bereich liegt zwischen einem und mehreren mV, und nicht bei 50 mV.

Der modellartig definierte Transimpedanzverstärker sollte seine Ausgangsspannung aus dem Spannungsabfall ermitteln, den der Eingangsstrom an der Parallelschaltung aus  $R$  und  $C$  erzeugt.

Die ICs OPA 660 und OPA 622 sind tatsächlich keine typischen Vertreter der CF-Technik. Sie bieten dem Entwicklungsingenieur nämlich mehr Möglichkeiten als ein normaler CF-OpAmp. Diese beiden Bausteine und ihre Evaluation-Boards animieren zum Testen. Die idealen Bausteine, um nach einem Grundlagenartikel in die Praxis einzusteigen.

Wolfgang Kessler  
52074 Aachen

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

## PRO GRAMMieren

von Entwicklung bis  
Massenanfertigung

PROMs, E/EEPROMs,  
PLDs, MACHs u.  $\mu$ Cs

kundenspezifische  
Erweiterung der  
Bibliotheken

Modelle vom PC-  
based Universal-  
bis zum 32-fach  
Gang-/Set-Pro-  
grammer



MINATO  
ELECTRONICS INC.

für unterschied-  
lichste Gehäuse-  
typen

RS232C u. Centro-  
nics- od. LAN-  
Schnittstellen  
f. PC-Software  
in Fenster-  
technik

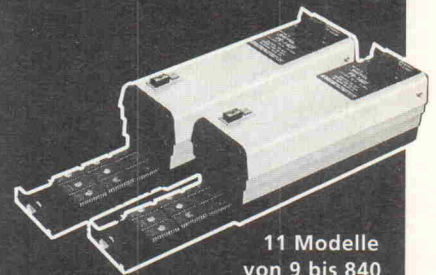


LOGICAL  
DEVICES, INC.

Autorisierter  
Distributor für  
**FLUKE**

## LÖSCHEN

UV- Löschgeräte für  
EPROMs u. -Boards  
für Entwicklung,  
Fertigung u. Service



SPECTRONICS  
CORPORATION

11 Modelle  
von 9 bis 840  
EPROMs, sowie kun-  
denspezifische Geräte  
schnell u. zuverlässig  
durch hohe Intensität  
und gleichmäßige  
Lichtverteilung

**MACROTRON**   
S Y S T E M S

MACROTRON SYSTEMS Frau L. Schmieder  
Wamslerstraße 9 Telefon 089 / 4 5111-142  
81829 München Telefax 089 / 4 5111-106



## Programmierbare Logik

### Grüne Grenze

Mit dem Design Center 6.0 kann man nicht nur Analog-Digital-Simulation betreiben. Die Firma Microsim hat sich nun auch der 'PLD-Bewegung' zugewandt und das Logiksynthese-Werkzeug PLSyn integriert. Damit läßt sich die Grenze zwischen programmierbarer Logik und der restlichen Umgebung leicht überwinden und ein aus analogen und digitalen Bau-

elementen bestehendes System komplett simulieren.

PLSyn basiert auf der PLD-Entwicklungstechnologie der Firma Minc und beinhaltet eine Bibliothek von mehr als 4000 Bausteinen von 22 Herstellern. Die Design-Eingabe erfolgt bausteinunabhängig wahlweise in einer Logikbeschreibungssprache, mit booleschen Gleichungen, Wahr-

heitstabellen und Zustandsdiagrammen oder dem integrierten schematischen Eingabewerkzeug 'Advanced Schematic'. Mögliche Eingabeformen können innerhalb des gleichen Entwurfs auch nebeneinander benutzt werden. Der Schaltplaneditor läßt sich um die Bibliothek DIN/IEEE 2000+ erweitern, die über 2900 Elemente umfaßt und sowohl analoge Grundbausteine als auch CMOS- und TTL-ICs enthält. Die in der Entwurfsphase durchgeführte funktionale Simulation wird nach Wahl eines Bausteins und Fitting um die Timing-Simulation erweitert, wobei eine Backannotation natürlich unabdingbar ist. Unter Windows ist das komplette PLSyn bereits für knapp 10 000,- DM erhältlich; eine abgespeckte Version ohne Backannotation und Timing-Simulator gibt's bereits ab 6500,- DM, beides zzgl. Mehrwertsteuer.

Eine Partnerschaft der Firmen MicroSim und AMD hat zu einer besonderen Version 'De-

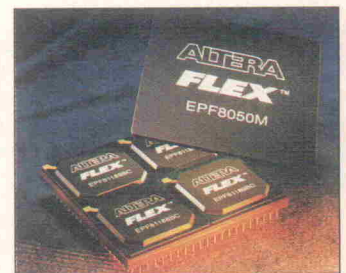
sign Center/AMD' geführt. Mit diesem Tool lassen sich alle AMD-PLDs und die komplexeren MACH-Bauteile von der Schaltungseingabe bis zur Digitalsimulation entwickeln. Bei Bedarf läßt sich diese eingeschränkte Variante auch jederzeit zum kompletten Design Center erweitern. Weiteres Ergebnis der Partnerschaft ist eine Testversion des Design Center/AMD. Diese umfaßt alle für einen kompletten Entwurf notwendigen Komponenten, nämlich Advanced Schematic, PLSyn Logiksynthese, PLogic Simulation, den Probe Waveform-Viewer und den Stimulus Editor, ist allerdings beschränkt auf einen Baustein, den MACH210. Dazu gibt's einen kompletten Satz Handbücher – das ganze ab Ende Juni für nur 495,- DM zuzüglich Mehrwertsteuer bei

Hoschar Systemelektronik GmbH  
Postfach 2928  
76016 Karlsruhe  
☎ 07 21/37 70 44  
☎ 07 21/37 72 41

### Vier in einem

Die Firma Altera beschreitet mit dem EPF8050M einen neuen Weg, um die Komplexität programmierbarer Logikbausteine zu erhöhen. Auf Basis eines Multi-Chip-Moduls (MCM) erreicht das Multi-FPGA 8050M eine Integrationsdichte von 50 000 nutzbaren Gattern. Zusammengesetzt ist der Baustein aus vier EPF-81188-Chips, die intern über ein FPIC (Field Programmable Interconnect Chip) AX1024A der Firma Aptix verschaltet werden. Da alle fünf Chips, sowohl die FLEX als auch der FPIC, auf SRAM-Technik basieren, ist das MCM beliebig wiederprogrammierbar. Damit eignet es sich insbesondere für die Prototypenentwicklung von ASICs.

Entworfen wird der 8050M mit der Altera-eigenen Software MAX+PLUS II. Im Anschluß an die Eingabe führt das Paket eine Logiksynthese durch, teilt den Schaltungsentwurf automatisch auf die vier internen FLEX-Chips auf und erzeugt eine Anschlußliste für die FPIC-Verdrahtung. Das alles geschieht mit nur einer Konfigurationsdatei und ohne daß der Entwickler eingreifen muß. MAX+PLUS II erlaubt eine Eingabe mit VHDL oder einem Schaltplaneditor und verfügt über Schnittstellen zu bekannten CAE-Werkzeugen



wie die von Cadence, Mentor Graphics, Viewlogic und anderen. Bei der schematischen Eingabe kann die Software 'fremde' Bibliothekselemente über EDIF-Netzlisten oder Transformationslisten in das bausteineigene Format umsetzen. Mit der neuen Version 4.02 der Software MAX+PLUS II verspricht Altera kürzere Kompilierungszeiten und eine neue Lizenzregelung: Innerhalb einer Firma dürfen jetzt beliebig viele Kopien des Tools gezogen werden. Zugleich wurden die Preise für die MAX+PLUS II Pakete um 60 Prozent im Preis gesenkt. Ein Einstiegerspaket für sämtliche FLEX 8000-ICs, die Max-5000er-Serie sowie die Classic-Familie, das von einer schematischen Eingabe bis zur statischen Simulation reicht, ist beispielsweise bereits für 2700,- DM plus Mehrwertsteuer erhältlich.

Altera GmbH  
Bahnhofstr. 9  
85386 Eching  
☎ 0 89/3 19 60 14  
☎ 0 89/3 19 21 93

## dacom Nord

### hyperstone Powermodul

#### RISC-POWER ZUM LOW-COST PREIS



#### Software-Support:

- C-Compiler
- Pascal-Compiler
- Assembler
- Debugger

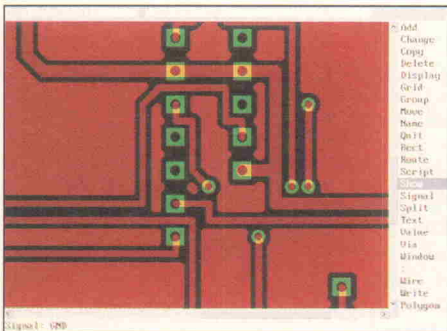
- ☐ 40MHz Taktrate ermöglicht bis zu 40 MIPS
- ☐ 512kB nichtflüchtiges SRAM, bis 1 MB optional
- ☐ High Speed UART für schnellen Download
- ☐ external I/O & Memory-Bereiche
- ☐ durch Einsatz von FPGA-Technologie einfache Implementierung von zusätzlicher User-Logik

**Nutzen Sie die Leistungsfähigkeit des hyperstone EI und beschleunigen Sie Ihre Application durch dieses High-Performance Modul.**

DACOM Nord GmbH Im Sacke 4 D-31157 Sarstedt  
Tel: 05066-5519 Fax: 05066-5160



## CAD



### Lang ersehnt

Bereits im Test 'ECAD-Welt unter 3000 Mark' (ELRAD 5/94, S. 30) kündigt die Firma CadSoft für Juli die Freigabe der 32-Bit-Version des Layoutentflechtungsprogramms Eagle an. Und wirklich, es ist soweit. Der neue 'Adler' läuft zwar wie bisher nur unter DOS – man wollte hier offensichtlich keine Geschwindigkeitseinbußen in Kauf nehmen –, ist jedoch komplett neu in C geschrieben. Die Version setzt mindestens einen 386er-PC mit 2 MByte RAM voraus und nutzt den Protected Mode. Auch wenn die Bedienung in ihren Grundzügen gleich geblieben ist, gibt es hier einige Änderungen, wie beispielsweise transparente Funktionen, eine History-Funktion für Befehle sowie zusätzliche frei definierbare Funktionstasten. Hinzu kommt die deutlich sichtbare Anlehnung der Menüs und variablen Fenster an Windows. Das Programm bietet nun eine Auflösung von 100 nm, womit die Darstellung von Millimeter- und Zoll-Raster ohne Umrechnungsfehler möglich wird. Eine wesentliche Neuerung stellt auch die sogenannte Copper-Pouring-Funktion zur Generierung beliebiger Kupferflächen dar. Dabei wird zu Objekten mit anderem Potential ein definierter Abstand eingehalten. Geblieben ist aber der Preis: Eagle kostet weiterhin 3022,20 D-Mark inklusive Mehrwertsteuer. Eine Demoversion gibt es voraussichtlich ab Anfang Juli entweder für 25,30 D-Mark einschließlich Handbuch per Post oder kostenlos aus der CadSoft-Mailbox (Tel.: 0 86 35/9 94).

CadSoft Computer GmbH  
Hofmark 2  
84568 Pleiskirchen  
☎ 0 86 35/8 10  
☎ 0 86 35/9 20

### Newcomer

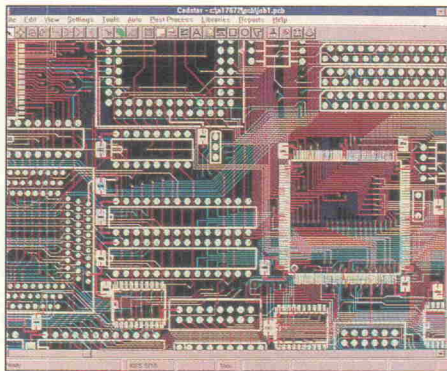
Das gerade gegründete Design-Center Ritter vertreibt ab sofort exklusiv die neueste 32-Bit-Version der Leiterplattensoftware MaxEDA 6.0. Das DOS-Programm – lauffähig auch unter Windows 3.1/NT – präsentiert sich mit einer vollkommen überarbeiteten Bedienoberfläche, die entsprechend heutigen Anforderungen mit Pull-Down-Menüs und üppigen Hilfsfunktionen ausgestattet ist. Besondere Merkmale von MaxEDA sind die integrierte Schaltplaneingabe mit automatischer Testpunkt-Generierung, Forward/

Backward-Annotation, die automatische Erstellung von Kupferflächen mit Wärmefallen sowie der auto/interaktive 16-Lagen-Auto-Router MaxRoute, der durch seine Einbindung in das OrCAD-PCB verbreitet ist. Ein besonderes Leistungsmerkmal von MaxEDA ist der Online-Design-Rule-Check, der den Entwurf der Baugruppe ständig überwacht und auf Einhaltung der Design-Rules achtet. Per Mausklick kann der Entwickler jederzeit den Status seines Layouts abfragen und eventuelle Fehler sofort korrigieren. Die Preise liegen je nach Ausbaustufe zwischen 4995,- und 14 995,- D-Mark zzgl MwSt.

Design-Center Ritter  
Erfurterstr. 23  
85386 Eching  
☎ 0 89/3 19 10 95  
☎ 0 89/3 19 32 44

### PCB-Tuning

Der britische Spezialist für rechnergestützte Leiterplattenentflechtung Rascal Redac bietet ab sofort seinen rasterlosen auto/interaktiven Route-Editor unter dem Beinamen 'Unplugged' als Zusatzpaket für die Layoutsysteme Mentor BoardStation, Cadence Allegro, PADS Perform und P-CAD Master Designer an. Mit identischem Funktionsumfang läuft die übrigens in direkter Linie vom 'schnüffelnden' Bloodhound Autorouter abstammende Version sowohl unter Windows 3.1/NT als auch unter Unix. Sie bietet die Möglichkeit, komplette Layoutdatensätze der aufgeführten Systeme einzulesen, unter Zuhilfenahme leistungsfähiger Algorithmen zu entflechten und wieder zurückzugeben. Im Gegensatz zu vergleichbaren



Lösungen, die größtenteils 'batch-orientiert' arbeiten, weist der 'Route Editor Unplugged' eine höhere Interaktivität bei gleicher bis überlegener Leistungsfähigkeit auf. Zu den besonderen Vorzügen des 'PCB Tuning Kits' zählen die Fähigkeit, Signalverzögerungen während des Routens zu berücksichtigen und automatisch immer dann auf Entflechtung in freien Winkeln umzuschalten, wenn Bauformen moderner Komponenten wie Pin-Grid-Arrays dies erforderlich machen. Je nach Funktionsumfang und Hardwareplattform gibt es das Entflechtungssystem ab circa 25 000 D-Mark.

Rascal-Redac Design-System GmbH  
Muthmannstr. 4  
80939 München  
☎ 0 89/3 23 92-162  
☎ 0 89/3 22 70 45

## Lesen Sie bitte hier

über 3 Neuheiten in Sache Prototyping



DIADRIVE 2000 ist ein Bohr-, Fräs- und Graversystem für die rationelle Herstellung von Leiterplatten-Prototypen durch Umriß- bzw. Trennkant-Fräsen inkl. Bohrbearbeitung.

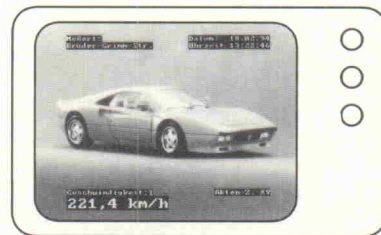
Das System ist bekannt. Neu ist die gesteuerte Z-Achse, die bei unserer Maschine zusätzlich eingebaut ist - deshalb:

- Neuheit Nr. 1 auch Fräsen und Gravieren von Alu- und Kunststoffplatten mit ein und derselben Maschine.
- Neuheit Nr. 2 ist die große Bearbeitungsfläche von 350 x 550 mm. Da paßt sogar noch eine 19" Frontplatte mit 8 HE drauf!
- Neuheit Nr. 3 ist der Preis von unter DM 9.500,- für die komplette Maschine inkl. Schnell-Spindel, 3-Achsen-Steuerung und Basis-Software!

Mutronic®

Präzisionsgerätebau GmbH & Co. KG  
St. Urban Str. 20 Telefon: 08362/7062  
D-87969 RIEDEN Telefax: 08362/7065

## TEXTEINBLENDE-SYSTEM FÜR VIDEOSIGNALE VTW-100



- ★ Tastaturanschluß für PC-kompatible Tastaturen
- ★ serielle Schnittstelle
  - Download der Fonts vom PC
  - Meßwertübertragung
- ★ eingebaute Echtzeituhr mit Kalender
- ★ Online Hilfefunktion
- ★ Farbauswahl: versch. Fonts
- ★ Seiten- und Zeilenspeicher
- ★ Logo-Editor
- ★ S/W-, FBAS-, S-VHS- und RGB-Versionen
- ★ diverse Erweiterungen für Meßwerterfassung (Drehgeber, AD-Wandler etc.)

Gerne übersenden wir Ihnen kostenlos Informationsmaterial.

Thomas

VÖLKER

VIDEO- UND  
DATENTECHNIK

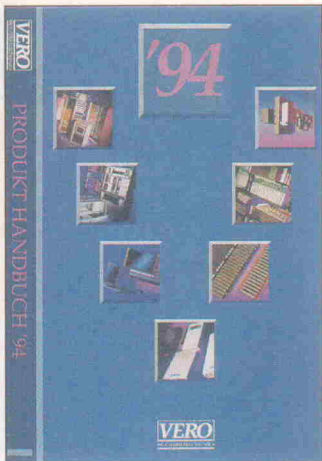
Beratung · Entwicklung · Produktion

Brüder-Grimm-Straße 17 · 63477 Maintal  
Telefon 0 61 81 / 43 20 55 · Fax 0 61 81 / 43 17 84



## Firmenschriften und Kataloge

### Produkt-Handbuch

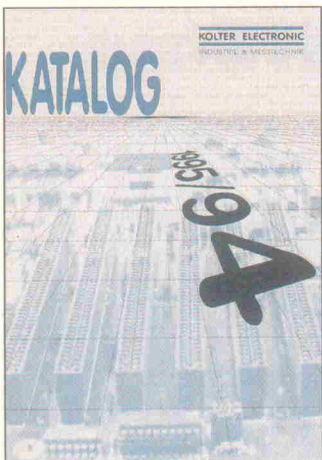


Soeben erschien im Hause Bicc-Vero das Produkt-Hand-

buch 1994, das auf nahezu 500 reichhaltig illustrierten Farbseiten alles Wissenswerte zu den Erzeugnissen dieses Anbieters darstellt. Neben den bewährten Standardprodukten findet man jede Menge Neuigkeiten in den Bereichen Netzwerktechnik, Gehäuse- und Schranktechnik, PC-Mechanik, Mutterplatten, Micro-Racks sowie Stromversorgungen. Der Teilkatalog 'IMRAK und Netzwerktechnik' des gleichen Anbieters liegt ebenfalls druckfrisch vor.

Bicc-Vero Electronics GmbH  
Carsten-Dressler-Straße 10  
28279 Bremen  
☎ 04 21/84 07-0  
☎ 04 21/84 07-2 22

### PC-Meßkarten



Kolter Electronic faßt das Angebot seiner neuen PC-Meß-

technikprodukte übersichtlich in einer Broschüre zusammen, die insgesamt über 60 verschiedene Meß- und I/O-Karten aus der PC-Technik vorstellt. Alle Systeme sind offen und werden laut Anbieter mit entsprechenden Software-Treibern (inklusive Source in BASIC, Turbo Pascal und C) ausgeliefert. Zu den diversen Meßkarten ist bei Bedarf auch speziell angepaßte Kundensoftware erhältlich. Interessenten können den Katalog kostenlos abrufen.

Kolter Electronic  
Steinstraße 22  
50374 Erftstadt  
☎ 0 22 35/7 67 07  
☎ 0 22 35/7 20 48

### Lieferprogramm '94

In einer zwölfseitigen Übersicht stellt Glyn sein aktuelles Lieferprogramm an elektronischen Bauelementen vor. Gegliedert nach den Produktgruppen analoge ICs, Leistungselektronik, Mikroprozessoren und -controller, Optoelektronik, Speicherbauelemente sowie Mechanik/Komponenten werden die Produkte der Vertragspartner NEC, Toshiba, Sony, Mitsubishi, Fujitsu und Yamaichi kurz mit ihren wesentlichen Kenndaten beschrieben. Über einen Kennzifferservice kann man auf Wunsch detaillierte Unterlagen zu den einzelnen Produkten anfordern. Die Broschüre ist kostenlos erhältlich.



Glyn GmbH  
Am Wörtgarten 8  
65510 Idstein/Taunus  
☎ 0 61 26/5 90-2 22  
☎ 0 61 26/5 90-1 11

## Neuaufgabe der gelben Seiten

Der traditionell mit einem gelben Umschlag ausgestattete Katalog 'Von EMUFs und EPACs' vom Elektronikladen Detmold liegt nunmehr in der 24. Auflage vor und bietet auf über 110 Seiten Produkte rund um 'embedded controlling' an. Zum Lieferprogramm gehören Einplatinenrechner mit über 20 verschiedenen CPUs/Controllern, unter ihnen Altstars wie der EMUF-6502/232 und Neuentwicklungen wie der MEGA 340 mit 68340-CPU oder der PCMCIA/11, eine HC-11-Karte mit PCMCIA-Anschluß. Eine große Anzahl von Softwarepaketen für den MSR-Bereich rundet das Kartenprogramm ab, so zum Beispiel IDE 11, eine neuartige integrierte Entwicklungsumgebung im HC-11-Bereich mit einem

6502  
Z80  
84C015  
Z280  
80C31  
8052  
80C552  
80C535  
80C537  
80C166  
68008  
68000  
68070  
68301  
68332  
68340  
TLC900  
V25  
V50  
68HC11  
PIC

**Von EMUFs und EPACs®**

kleine Rechner mit großer Leistung  
Produkt vom 1. Juni '94

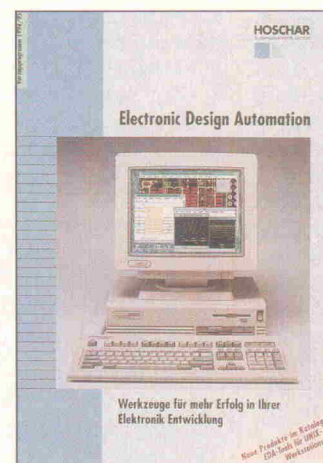
**ELEKTRONIK LADEN**

Microcomputer GmbH  
W. Althaus-Str. 38  
D-32758 Detmold  
Telefon: 05232 / 8171  
Fax: 05232 / 85197  
BBS: 05232 / 85112

Preis von etwa 200 D-Mark. Der neue Katalog ist nicht nur in Papierform erhältlich, sondern auch zusammen mit etlichen Demo-Softwares zum Downloaden aus der Mailbox (BBS-Nummer 0 52 31/8 51 12).

Elektronikladen Mikrocomputer GmbH  
Wilhelm-Mellies-Straße 88  
32758 Detmold  
☎ 0 52 31/81 71  
☎ 0 52 31/8 61 97

### EDA-Katalog



Von Hoschar Systemelektronik stammt der neue EDA-Katalog, der auf über 40 Seiten das Angebot über Design Tools für Elek-

tronikentwickler präsentiert. Die Druckschrift beschreibt Software für Schaltungsentwurf, PLD-Synthese, Analog-Digital-Simulation, Leiterplatten-Entflechtung, Autorouting, Fertigungsvorbereitung sowie Mikroprozessor-Design. Die meisten Produkte sind wahlweise für Windows oder Workstations verfügbar. Zu den Programmbietern gehören namhafte Hersteller wie beispielsweise MicroSim, Protel, Cooper & Chyan und Sophia. Interessierten Elektronik-Designern steht der Katalog kostenlos zur Verfügung.

Hoschar Systemelektronik GmbH  
Rüppurrer Straße 33  
76137 Karlsruhe  
☎ 07 21/37 70 44  
☎ 07 21/37 72 41

### Test- und Meßgeräte

Toellner präsentiert seinen neuen Gesamtkatalog 1994/95, der auf 53 Seiten das aktuelle Programm von Funktionsgeneratoren, Breitbandverstärkern, Frequenzzählern und Labornetzgeräten darstellt und ausführlich beschreibt. Neu im Programm sind die arbiträren High-Speed-Netzgeräte in den Leistungsklassen 160 W und 320 W.

Toellner Electronic Instrumente GmbH  
Gahlenfeldstraße 31  
58313 Herdecke  
☎ 0 23 30/7 30 23  
☎ 0 23 30/7 14 95

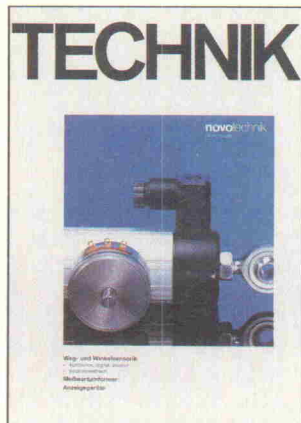




## Weg- und Winkelmessungen

Novotechnik hat zum Thema Weg- und Winkelsensorik eine Druckschrift zusammengestellt, die Informationen insbesondere über potentiometrische und induktive Weg- und Winkelsensoren liefert. Auf 16 Druckseiten vermittelt die Broschüre die technischen Grundlagen, erläutert Anwendungsbeispiele und stellt neue Geräte vor. Einen der Schwerpunkte bildet dabei die elektromagnetische Verträglichkeit der Sensoren. Ein Bericht über einen neuartigen magnetisch-induktiven Drehgeber, der in vielen Bereichen herkömmliche Absolutwertgeber ablösen kann, rundet die Druckschrift ab. An Interessenten wird sie kostenlos abgegeben.

Novotechnik Meßwertaufnehmer  
Horbstraße 12  
73760 Ostfildern (Ruit)  
☎ 07 11/44 89-0  
☎ 07 11/44 89-1 18



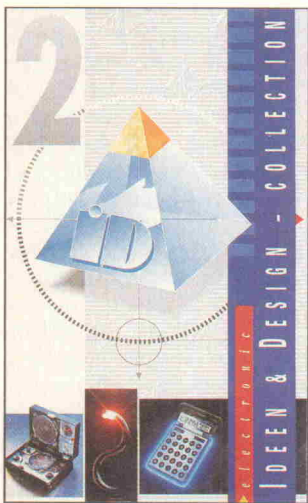
## Komplettprogramm

Der neue Schuricht-Katalog K 94 bietet auf über 1400 Seiten alles, was man im Labor oder im Service, bei der Entwicklung oder für die Kleinserie benötigt. Dazu gehören Elektronikbauteile, Meßtechnik, Lötgeräte, Computertechnik und Werkzeuge. Laut Anbieter sind alle Produkte auch in Kleinststückzahlen zu festen Preisen ab Lager lieferbar. Ein schnelles Auffinden von Artikeln verspricht dabei die ebenfalls neue Preis- und Bestelldisette 'PreBes 94'.



Dietrich Schuricht GmbH & Co. KG  
Richtweg 32  
28195 Bremen  
☎ 04 21/36 54-54  
☎ 04 21/36 54-2 36

## Ideen mit Design



Die zweite Ausgabe der Electronic Ideen & Design-Collection aus dem Hause Conrad Electronic ist soeben erschienen. Im Mittelpunkt der Collection stehen designorientierte Elektronik- und Technik-Highlights, die durch funktionale Ästhetik, benutzerfreundliches Handling und außergewöhnliche Formen überzeugen. Die Produktpalette – angefangen bei A wie Anrufbeantworter bis hin zu Z wie Zippo-Feuerzeug – wurde um nahezu 50 neue Artikel erweitert. Der 30seitige Katalog ist kostenlos erhältlich.

Ideen & Design-Collection  
Schönbrunner Straße 54  
92242 Hirschau  
☎ 0 96 22/30-8 88  
☎ 0 96 22/30-5 45

Neue Version!

## EAGLE 3.0

Schaltplan - Layout - Autorouter

Jetzt mit  
32-Bit-Power.

Zu  
Low-cost-Preisen  
wie bisher.

Neu:  
- Polygone füllen  
- Copper Pouring  
und mehr!

Dempaket mit Original-Handbuch	25,30
Layout-Editor	851,00
mit Bibliotheken, Ausgabebetreibern und Konvertierprogrammen	
Schaltplan-Modul	1085,60
Autorouter-Modul	1085,60
Versand DM 9,20 (Ausland DM 25,-)	
Hotline kostenlos	
Holen Sie sich die Demo per Modem (08635/994, Param.: 8, N, 1, 14400 Bd)	



EAGLE hat schon in der Vergangenheit bewiesen, daß erstklassige CAD-Software für Schaltplanerstellung und Platinen-Layout weder umständlich zu bedienen noch teuer sein muß. Deshalb ist EAGLE mit Abstand das beliebteste Elektronik-CAD-Paket in Deutschland.

Aber hinter diesem Erfolg steckt mehr als ein gutes Programm. Zum Beispiel eine vorbildliche Kundenunterstützung, die jedem zur Verfügung steht – ohne Hotline-Gebühren. Anerkennung fand der außergewöhnlich gute Service in einer Umfrage der Zeitschrift IMPULSE unter deutschen Software-Anwendern, aus der CadSoft mit EAGLE als Gesamtsieger hervorging. Hinter diesem Erfolg steckt aber auch die Tatsache, daß EAGLE ständig an den aktuellen Stand der Technik angepaßt wird. – Unsere neueste Version nutzt die volle Leistung des PC vom 386er aufwärts. Sie kommt mit moderner Bedieneroberfläche und zahlreichen neuen Features.

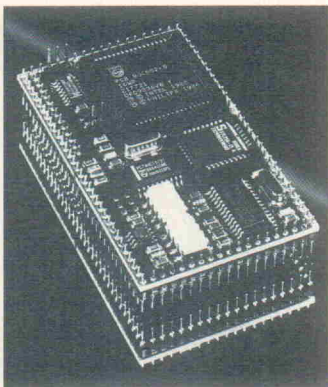
Lassen Sie sich von unserer voll funktionsfähigen Demo überzeugen.



CadSoft Computer GmbH, Hofmark 2  
84568 Pleiskirchen, Tel. 08635/810, Fax 920



## Mikrocontroller



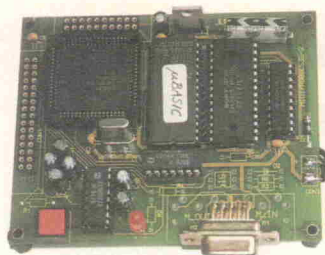
## Minimodulator

Eine Reihe von Miniatur-Steuerungsmodulen, die man als komplette Lösung – natürlich noch zuzüglich Software – einsetzen kann, hat das Haus Ultratronik entwickelt. Zur Zeit gibt es folgende Module: UMC592 mit P80C592 (integrierter CAN-Controller), UMC552 mit P80C552, UMC552+CAN mit P80C552 und CAN-Controller 82C200, UMC166 mit SAB80C166 sowie UMC154 mit 80C154H (alternativ 80C31). Alle Module, die übrigens auch kundenspezifisch angepaßt werden können, stellen ein komplettes Controller-System mit nach außen geführten Signalen und Schnittstellen dar. Die Abmessungen liegen zwischen 45 x 35 mm und 55 x 85 mm. Zur schnellen Software-Entwicklung steht optional ein C-Compiler sowie Hochsprachen-Debugging zur Verfügung. Detaillierte Spezifikationen erhält man auf Anfrage von:

Ultratronik GmbH  
Gewerbestr. 52  
82211 Herrsching  
☎ 0 81 52/3 70 90  
☎ 0 81 52/51 83

## Kompaktklasse

Nicht nur von der räumlichen Ausdehnung, sondern auch vom Preis her (ab DM 228) gehören die Mikrocontroller-Entwicklungssysteme der Firma Wickenhäuser zur Kompaktklasse. Neben  $\mu$ C und 32 KB RAM sowie 32 KB EPROM weist die Platine im halben Europaformat eine serielle Schnittstelle auf, die je nach Entwicklungssystem (PC oder Atari-ST) entweder als RS-232 oder MIDI ausgeführt ist. Eine unregelmäßige Gleichspannung von 7...25 V kann die nötigen 30 mA liefern, Verpolungsschutz und Stabilisierung erfolgen on board. Die auf dem Controller 80C535 basierenden Systeme verstehen neben 8051-Assembler den Dialekt  $\mu$ -BASIC, das laut Hersteller ein universelles BASIC für Prozeß-



datenverarbeitung, Steuer- und Regeltechnik auf der Mikrocontrollerebene ist. Der Compiler erzeugt derzeit Code für die 51er-Prozessoren, Varianten für 68HC11 und 80C166 befinden sich in der Entwicklung. Die Systeme werden als Komplettbausatz für DM 228 ohne und DM 357 mit BASIC ausgeliefert.

Wickenhäuser Elektrotechnik  
Rastatter Str. 144  
76199 Karlsruhe  
☎ 07 21/9 88 49-0  
☎ 07 21/88 68 07

## Minimulatur

Der RAM/EPROM-Simulator PEPS III von Conitec spart Platz auf dem Labortisch. In Entwicklungs- und Debuggingphasen simuliert das handliche Gerät EPROMs vom Typ 2716 bis 27040 – je nach Speicherausbau – sowie SRAMs bis 128 KByte Größe. Die Daten empfängt PEPS III von der Druckerschnittstelle eines PC. Der PC kann den RAM-Inhalt bei Bedarf auch zurücklesen. Eine Lithiumbatterie puffert den Speicherinhalt bis zu zehn Jahre lang. In 16- und 32-Bit-Systemen lassen sich zwei oder vier Simulatoren parallel schalten. Der PC kann das Zielsystem über eine zusätzliche Leitung



mit Klemmspitze ferngesteuert zurücksetzen. Das Transferprogramm schluckt Daten binär sowie im Intel-Hex- oder Motorola-S-Format. Der PEPS III ist in der 128-KByte-Version für 398 DM zuzüglich Mehrwertsteuer erhältlich.

Conitec Datensysteme GmbH  
Dieselstr. 11c  
64807 Dieburg  
☎ 0 60 71/92 52-0  
☎ 0 60 71/92 52-33

## PowerPC-Kern als RISC-Mikrocontroller

Im Bereich der Bürodatenverarbeitung – dem 'Stammsitz' der PC-Prozessoren – machen gegenwärtig die gemeinsam von IBM und Motorola entwickelten PowerPC-CPU's, beispielsweise im Power Mac Furore. Deren Kern – den PowerPC-Core – setzt Motorola jetzt auch für eine neue Reihe von 32-Bit-Mikrocontrollern ein, deren erstes Mitglied der RMCU505 sein wird. Die RISC- $\mu$ C eignen sich laut Hersteller ideal für Embedded-Control-Applikationen wie Kfz-Motorsteuerung, in der Konsum-

elektronik oder in Computer-Peripheriegeräten. Dank ihrer RISC-Architektur und den integrierten Befehls- und Daten-caches von 4 KByte schaffen die CPU's einen Durchsatz von 25 MIPS. Die RMCU505 laufen mit 3,3 V über einen Temperaturbereich von 0...70 °C, der Adreßbereich umfaßt 4 GByte. Zur Ansteuerung externer Erweiterungen, sei es Speicher oder intelligente Peripherie, bietet die On-Chip-SIU (System Integration Unit) zwölf programmierbare Chip-Select-Signale, einen Inter-

rupt-Controller mit 32 Quellen und dynamische Anpassung an 16- oder 32-Bit-Busse. Eine eingebaute 64-Bit-Fließkomma-Einheit übernimmt komplexe Arithmetikaufgaben. Im vierten Quartal 1995 will Motorola eine 40-MHz-Version herausbringen. Muster der RMCU505 im QFP-144-Gehäuse sollen im Herbst '94 erhältlich sein.

Motorola GmbH  
Schatzbogen 7  
81829 München  
☎ 0 89/9 21 03-0  
☎ 0 89/9 21 03-1 01

## H8-Ableger

Neue Schößlinge im Bereich 8- und 16-Bit-Mikrocontroller keimen bei Hitachi. Auf der 8-Bit-Schiene sind dies zwei H8-Abkömmlinge mit höherer ROM-Kapazität: Der H8/3836 bietet 48 KByte, sein Zwilling H8/3837 (im Bild) weist 60 KByte auf. In beiden ist ein LCD-Controller für maximal 160 Segmente integriert. Weiter enthalten sie 2 KByte RAM, fünf Timer, einen 12kanaligen 8-Bit-A/D-Wandler, eine 14-Bit-PWM-Einheit und drei serielle Schnittstellen, eine davon asynchron. Zwei Oszillatoren für Normalbetrieb mit 10 MHz und Power-down bei 32 kHz übernehmen die Takterzeugung. Bei voller Geschwindigkeit liegt die Stromaufnahme bei 4 mA an 2,7 V. Beim Intermediate-Speed-Modus (10-MHz-Takt durch Vorteiler) reduziert sie sich auf 0,5 mA, im Sub-Aktiv-Betrieb (32-kHz-Takt) erreicht der Strom die Minimalmarke von 50  $\mu$ A.

Im 16-Bit-Zweig sprießt der H8/3048. Als Angehöriger der H8/300H-Familie weist er neben den üblichen Leistungsmerkmalen (1,9 Dhrystone-MIPS bei 16 MHz, linearer Adreßbereich von 16 MByte) als Besonderheiten flexible Power-down-Modi und einen seriellen Port auf, der sich als Schnittstelle zum GSM Subscriber Interface Module (SIM) eignet. Dies prädestiniert ihn für den Einsatz als Steuerprozessor in GSM-Handgeräten. Neben der Standardperipherie der H8/300H-Serie enthält der H8/3048 als Makrokomponente einen Timing-Pattern-Controller (TPC), der im Zusammenspiel mit DMA, ITU und I/O-Ports ohne Mitwirken des CPU-Kerns Signalmuster zur Ansteuerung mehrerer Schrittmotoren generieren kann.

Hitachi Europe GmbH  
Electronic Components Group  
Hans-Pinsel-Straße 10a  
85540 Haar  
☎ 0 89/46 14-0  
☎ 0 89/46 31 51

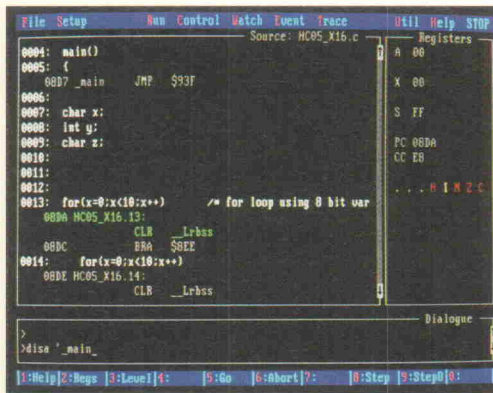




## '05 geMIMET

Die Firma Pentica Systems GmbH führt neue Personality-Module für ihren Echtzeit-Emulator MIME-600 ein. Diese unterstützen jetzt neue Derivate (P6, P9, in Vorbereitung X4, E6) der 68HC05er-Mikrocontrollerfamilie von Motorola mit einem Adreßbereich von bis zu 32 KByte on Chip. Der MIME-600 leistet nach Angaben des Herstellers die Emulation des Zielprozessors in allen Modi und Konfigurationen und bietet eine nahezu unbegrenzte Anzahl von Breakpoints. Der Echtzeit-Trace-Speicher verfügt über einen 48-

Bit-Zeitmarkenzähler und erlaubt selektive Aufzeichnung. Dank des Comparator/Event-Systems sind auch komplexe Triggerbedingungen problemlos realisierbar. Die Bedienung des Emulators erfolgt über das Programm MIMEView von Pentica. Verschiedene Fenster zeigen Programm, Variablen, Register und Ports übersichtlich an. Ein Source-Code-Debugger für Compiler von ByteCraft und Hitech ist integriert. Nähere Auskünfte zum MIME-600 und den neuen Personality-Modulen erhält man bei:





# 51 × 3 = 320

Die obige Rechnung macht arithmetisch keinen Sinn, erst wenn man den Operanden ein '80C' voranstellt, wird's klarer. Der neue von Dallas Semiconductor getunte 80C51 mit Namen 80C320 liefert bei gleicher Taktfrequenz eine knapp dreifache Rechenleistung.

Bei voller Pin-Kompatibilität in der Gehäuseform DIL-40 kann der C320 dank kürzerer Befehlszyklen bestehende Schaltungen ohne Änderung wesentlich beschleunigen. Mindestens ebenso interessant sind die neuen oder erweiterten Funktionen, die dieses 51er-Derivat zu bieten hat.

Der 320 ist für eine Taktfrequenz von 25 MHz spezifiziert und benötigt für einen Maschinenzklus nur vier statt zwölf Taktzyklen. Somit kann er in bestehenden Designs auch ohne Quarzwechsel die Systemleistung im Schnitt um den Faktor 2,5 verbessern. Um für langsamere Zugriffe ausgelegte Peripherie wie beispielsweise LC-Displays hiermit nicht zu über-

fordern, läßt sich die Zykluslänge des MOVX-Befehls um bis zu neun Instruktionszyklen verlangsamen.

So beeindruckend die reine Rechenleistung des C320 auch erscheinen mag – viel interessanter für Hard- und Softwareentwickler sind die zusätzlich verfügbaren Funktionen. Bei der 51er Familie steuert man alle integrierten Peripheriefunktionen wie Timer, Ports oder serielle Schnittstellen über sogenannte Special-Function-Register (SFR). Da beim Urvater der Reihe von den 128 möglichen SFRs nur 20 benutzt sind, stehen für neue Funktionseinheiten genügend Steuerregister bereit (siehe Tabelle).

Wie bereits der 80C32 verfügt der Dallas-Chip über einen dritten Timer (T2 liegt an P1.0, T2EX an P1.1) und 256 Bytes internes RAM. Da das Vorbild ausschließlich über ein veränderbares 16-Bit-Register – den Datenpointer DPTR – verfügt, waren auf diesem Controller Tabellenverschiebungen und -kalkulationen schlichtweg eine Qual. Abhilfe schafft beim C320 ein zweites Zeigerregister namens DPTR1, es befindet sich unmittelbar hinter dem DPTR0 in den SFRs 84H und 85H. Welcher der beiden Pointer aktiv ist, bestimmt das LSB des Registers DPS (86H), damit gestattet bereits ein einfaches 'INC DPS' den Wechsel.

Eine oft vermißte zweite serielle Schnittstelle, die man bisher

## Neue Register beim C320

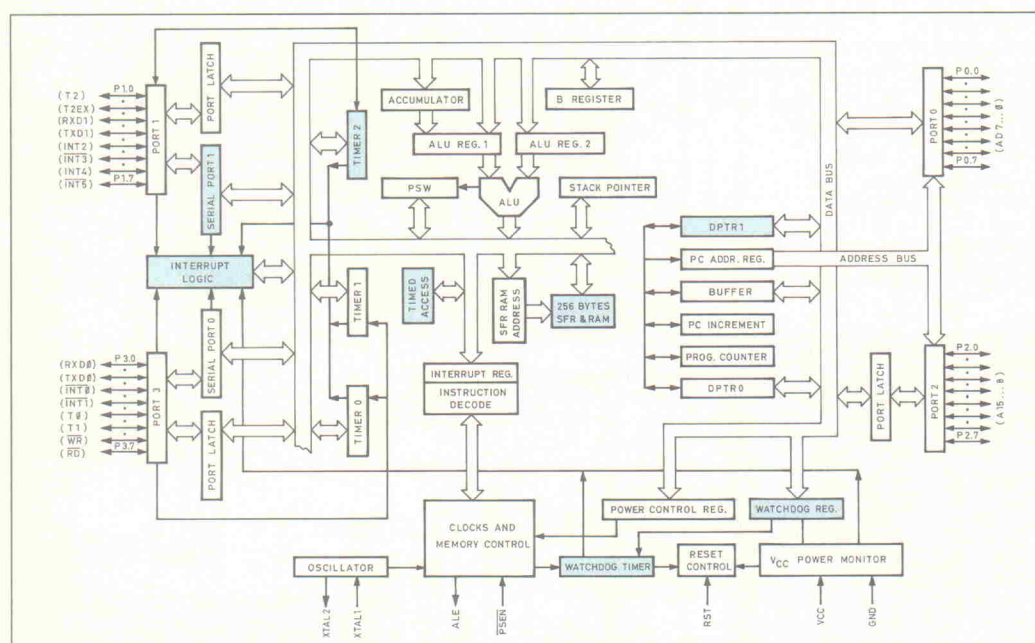
Adresse	Name	Funktion
84H	DPL1	Data Pointer 1 Low
85H	DPH1	Data Pointer 1 High
86H	DPS	Data Pointer Select (Bit 0)
87H	PCON	Power Control Bit 6 = SMOD0
8EH	CKCON	Clock-Control
91H	EXIF	External Interrupt Flag
A9H	SADDR0	Slave Address 0
AAH	SADDR1	Slave Address 1
B9H	SADEN0	Slave Address Mask Enable 0
BAH	SADEN1	Slave Address Mask Enable 1
C0H	SCON1	Serial Port Control 1
C1H	SBUF1	Serial Data Buffer 1
C7H	TA	Timed Access
C8H	T2CON	Timer 2 Control
C9H	T2MOD	Timer 2 Mode Control
CAH	RCAP2L	LSB Capture of Timer 2
CBH	RRCAP2H	MSB Capture of Timer 2
CCH	TL2	Timer 2 LSB
CDH	TH2	Timer 2 MSB
D8H	WDCON	Watchdog Control
E8H	EIE	Extended Interrupt Enable
F8H	EIP	Extended Interrupt Priority

extern aufbauen mußte, hat der 320er jetzt an Bord. Der zweite COM-Port ist an den Anschlüssen P1.2 (RXD1) und P1.3 (TXD1) verfügbar. Bei Designs, die mehr als zwei externe Komponenten überwachen, mußte der 51er bisher wegen mangelnder Interrupteingänge passen. Hardwarelösungen wie externe, dabei Geld und Platz kostende Interrupt-Controller oder zeitaufwendige Softwarelösungen wie Polling gehören für viele dieser Anwendungen der Vergangenheit an. Um die physikalischen Anschlüsse in ein kompatibles Gehäuse zu bekommen, legte Dallas die neuen Zweitfunktionen auf den Port 1. Hier bietet der C320 an P1.4 bis P1.7

die flankengesteuerten IRQ-Eingänge INT2, /INT3, INT4 und /INT5.

Schließlich ist im C320 noch eine bei den 51ern unbekannte Baugruppe namens Watchdog integriert. Diese setzt ihren Interrupt immer in einer zusätzlich definierten oberen Prioritätsebene ab – die insgesamt 13 Interruptquellen lassen sich auf drei Prioritäten verteilen. Die Watchdog-Ablaufzeit läßt sich in vier Stufen programmieren: Bei einem 25-MHz-Takt sind das 5,24, 41,94, 335,54 und 2684,35 ms. Da die Zugriffe auf die für den Watchdog relevanten SFRs ein Sicherheitsrisiko darstellen, hat Dallas hier eine 'Timed-Access-Protection' genannte Verriegelung eingebaut. In das SFR 'TA' an der Adresse 0C7h sind in den beiden den Zugriffen unmittelbar vorangehenden Befehlszyklen die Byte-Werte 0AAH und 55H zu schreiben, worauf sich ein Ein-Befehl-Zeitfenster öffnet. Mit dieser Mimik dürfte der Watchdog vor transienten Störungen wohl sicher geschützt sein.

Wer gelegentlich mit einem 51er an dessen Grenzen stieß, kann jetzt aufatmen. Mit dem DS80C320 bietet der deutsche Dallas-Distributor Atlantik-Elektronik einen rundum verbesserten Controller an. Freilich hat diese Leistung auch ihren Preis: Erhält man einen 80C31 für 12-MHz-Takt bisweilen schon um 1,50 Mark, muß man für die rasante Version als DIL-40 in 10er Stückzahlen knapp 27 DM bezahlen.



Das Innenleben des DS80C320. Die gegenüber dem 51er neuen oder erweiterten Funktionsgruppen sind farbig hinterlegt.

Eckart Steffens/ea



## Nr. 37

Ein kompaktes Development-Kit für die Mikrocontroller der M37700-Familie von Mitsubishi stellt die Firma Altmann vor. Auf 89 × 78 mm finden ein Single-Chipper M377xx, Programm- und Datenspeicher in Form eines maximal 32 KB großen EPROMs und eines gleich großen SRAM-Chips nebst etwas Supportlogik Platz. Die CPU läuft mit 8, 16 oder 25 MHz und wird über einen 5-V-Spannungsregler versorgt. Der Anschluß des PC als Entwicklungssystem erfolgt wahlweise über eine RS-232-Schnittstelle mit maximal 38 kBit/s oder alternativ – auch nachträg-

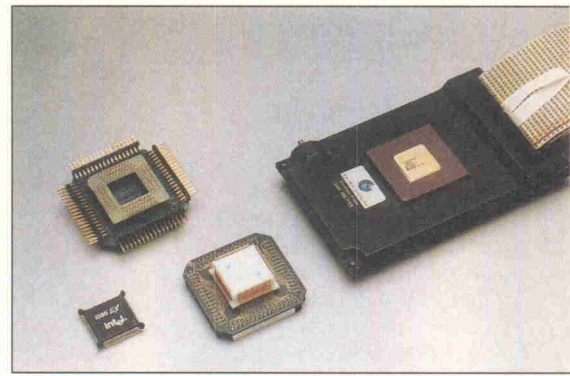
lich umrüstbar – über ein RS-485-Interface mit bis zu 100 kBit/s. Zum Lieferumfang gehört neben dem CPU-Board ein Download-Kabel für den PC-Anschluß, ein Monitor-ROM und die integrierte Entwicklungsumgebung 'Lucille' (Editor, unterlagertes PD-Cross-assembler, Download-Programm und Terminal-Funktion zum Board-Monitor). Das Development-Kit ist direkt vom Hersteller oder bei den Distributoren Rein und Glyn erhältlich.

Altmann Micro Machines  
Am Mühlenbusch 57  
42781 Haan  
☎ 0 21 29/5 83 48

## Doppelter Wurf

Mit zwei neuen Emulatoren wartet Kontron auf: Der KSC-Entry kommt schon für unter 7000 DM (plus Steuer) ins Haus und stellt laut Kontron einen leistungsfähigen Emulator zum Debuggen von 51er-Anwendungen dar. Er ist mit einer V.24-Schnittstelle und Speicher für die Geräteeinstellungen ausgerüstet. Dazu kommt ein Emulationsprozessor für den meistverwendeten 51-Ableger 8032. Eine Erweiterung auf andere Derivate ist jederzeit möglich. Der KSC-Entry beherrscht eine maximale Taktfrequenz von 16 MHz, sein Simulationsspeicher für Programm und externe Daten umfaßt 2 × 64 KByte. Zur Bedienung kommt die Windows-ähnliche Software KSC-Vision für Fehlersuche und Behebung in Assembler oder Hochsprache zum Einsatz. Optional kann man den KSC-Entry mit einem Trace-Speicher zur Echtzeitaufzeichnung des Programmlaufs ausstatten. Dann stehen 40 × 16 KBit für Adreß-, Daten- und Steuerbus sowie acht externe Eingänge zur Verfügung, wie auch die Möglichkeit, Aufzeichnungen als Hochsprachen-Quelltext darzustellen.

Den KSE5 (im Bild) führt Kontron zeitgerecht zur Verfügbarkeit der Intel-Prozessoren i386CX und i386EX für Embedded-Anwendungen ein. Die Debug-Probes des KSE5 unterstützen uneingeschränkt alle Eigenschaften dieser i386-Deszendanten wie beispielsweise

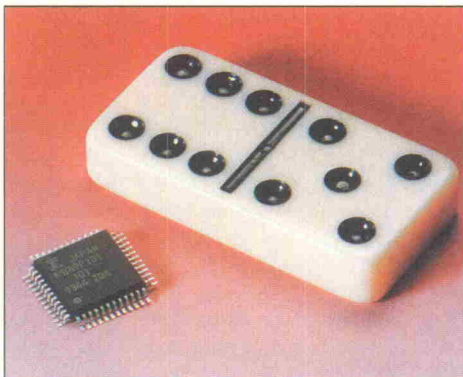


se Power- und System-Management-Features sowie die für die Automatisierungstechnik nötigen Peripheriefunktionen. Darunter finden sich programmierbare Chip-Selects, DRAM- und Pseudo-RAM-Return oder DMA-Kanäle. Die Probes laufen mit einer Betriebsspannung von drei oder fünf Volt und einem Takt von 12 bis 25 MHz. Breakpoints lassen sich dabei auch im System-Management-Mode setzen, wie auch der Protected Mode emuliert werden kann, so werden beispielsweise Segment-Description-Register zugänglich. Sämtliche Emulator-Einstellungen geschehen per Software; Jumper- oder Schalter-Bedienung entfällt. Der KSE5 beherrscht an Event- und Triggermöglichkeiten vier Execution-Events (Real-, Protected-, Virtual-8086- und System-Management-Mode), vier Bus-Events per Adresse, Adreßbereich, Daten oder Prozessorstatus. Diese kann man darüber hinaus zu komplexen Events mit bis zu 16 Sequenzniveaus kombinieren und damit die Trace-Aufzeichnung starten oder stoppen oder selbstdefinierte Makros ausführen.

Kontron Elektronik GmbH  
Oskar-von-Miller-Str. 1  
85386 Eching  
☎ 0 81 65/77-4 44  
☎ 0 81 65/77-3 85

## Acht Punkte

Mit einem Kern der FPMC-8L-Produktlinie sind die neuen 8-Bit-Mikrocontroller der Reihen MB89120 und MB89130 von Fujitsu ausgestattet. Ihr typischer Stromverbrauch liegt bei 1,8 mA an 3 V und einem 4-MHz-Takt. Die



Versorgungsspannung darf zwischen 2,2 V und 6 V liegen, der Temperaturbereich im Einsatz reicht von -40 °C bis +85 °C. Die Ausrüstung der MB89120 umfaßt: 4,8 oder 16 KByte ROM, 128 oder 256 Byte RAM, einen Watchdog-Timer, eine synchrone serielle Schnittstelle, zwei Taktgeber für 4,2 MHz und 32 kHz, zwei kaskadierbare 8-Bit-Timer/Counter und insgesamt 36 E/A-Leitungen. Beim MB89130 kommt noch ein 4-Kanal-A/D-Wandler

mit 8 Bit Auflösung hinzu. Der CPU-Kern selbst beinhaltet eine 8-Bit-ALU, deren interne Register auch 16 Bit breit arbeiten können. Zusätzlich zu den On-CPU-Registern können bis zu 32 im RAM liegende Registerbanken mit acht 8-Bit-Registern angesprochen werden.

Fujitsu Mikroelektronik GmbH  
Components Division  
Am Siebenstein 6-10  
63303 Dreieich-Buchschlag  
☎ 0 61 03/6 90-0  
☎ 0 61 03/6 90-1 22

# EMULATOR 80166/67 ★ BONDOUT ★

**ECONOMY, STANDARD, UNIVERSAL:**  
Drei neue Emulatoren mit überragenden Eigenschaften:

Dual-ported Emulationsspeicher, Banking, 128 k-Tracespeicher, Analog-Trace, V24-Analysator, Frequenz- und Pulsgeneratoren, Voltmeter, Eventcounter, Operationsverstärker, Multiprozessor-Synchronisation und vieles mehr.

Und ganz einfach auf viele andere Prozessoren umzurüsten.

Unterlagen und Vorführung:  
Telefon (0 89) 61 00 00 - 12

**DR. KROHN & STILLER**

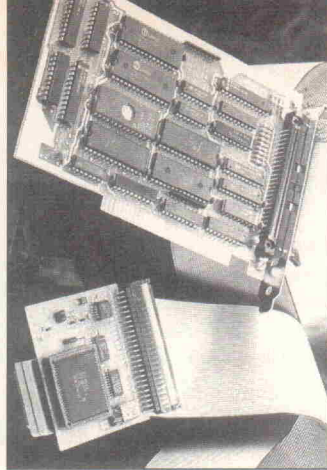
Ottobrunner Str. 28, D-82008 Unterhaching/München  
Telefon (0 89) 61 00 00-11, Fax (0 89) 61 00 00-99



## Mikrocontroller

### Entwanzer-51

Eine Entwicklungsumgebung für die 51er-Controller bietet die Firma AppliWare mit dem Paket 'AiCE/AiDE51' an. Es enthält eine Borland-ähnliche Multi-Window-Umgebung für alle Entwicklungstätigkeiten wie Editieren, Kompilieren, Debuggen und Dokumentieren. Der 'Advanced In-circuit-Emulator' AiCE51 verfügt über 64 KByte Programmspeicher und bis zu 8 K × 18 Bit Trace-Memory. Er ermöglicht ein komfortables 'Entwanzen' per Einzelschritt, automatischem Single-Step, Go-to-Cursor, Run-from-Cursor und komplexen Hardware-Breakpoints. Dabei läuft die Fehlersuche in symbolischer oder Hochsprachen-Ebene ab. Eine Programm-Analyzer-Funktion ermittelt, wie lange die CPU sich in bestimmten Speicherbereichen 'aufhält' und stellt das Ergebnis grafisch dar. Zur Soft-



ware-Entwicklung unterstützt das Set den Keil-C-Compiler, PL/M von Intel sowie die Assembler von Ashling, Keil und Intel. Ein Komplettpaket mit Keil-C, Emulator, MC-Tools 7 und 2 (inkl. Assembler) gibt es für DM 4998. Wer den Compiler schon hat, braucht nur den Emulator und die integrierte Oberfläche und ist mit circa DM 3000 dabei (beide Preise plus Steuer).

AppliWare Elektronik GmbH  
Westendstraße 4  
83043 Bad Aibling  
☎ 0 80 61/3 71 90  
☎ 0 80 61/3 72 98

### Weiche Ware ...

... für die Embedded-386er kündigt Intel an. Das Software-Entwicklungskit iRMX-EMB – ab Juni lieferbar – erleichtert die Entwicklung von Applikationen für die Prozessoren 386CX und 386EX unter dem Echtzeit-Betriebssystem iRMX. Zusätzlich erhält der Käufer des Kits das Recht, sein auf dem iRMX-EMB basierenden Programme ohne weitere Lizenzgebühren mit den Prozessoren zu integrieren. Im Kit ist ein Simulator für den 386EX enthalten, der unter Windows läuft und die in der CPU enthaltene Peripherie emuliert. Damit können Entwickler fast alle Applikationen auf dem PC entwickeln und benötigen keine zusätzliche Hardware. Weiterhin beinhaltet das Kit auch das iRMX-EMB-Betriebssystem (32-Bit-Multitasking-Kern), den Source-Level-Debugger Softscope für Windows, C-Bibliotheken für 16-Bit-C/C++-Compiler von Microsoft und Borland respektive die 32-Bit-C/C++-Compiler von Watcom sowie 90 Tage Support.

Intel GmbH  
Dornacher Straße 1  
85622 Feldkirchen  
☎ 0 89/9 91 43-0  
☎ 0 89/9 29 10 30

### MODULAR

Für Controllersysteme, die auf den Prozessorkernen 8051, Z80, TLCS-90/900 oder H8/300 und 500 basieren, bietet das Elektronik Labor Nord modCross an. modCross stellt eine Entwicklungsumgebung für die Sprache Modula-2 – ein Pascal-Abkömmling von Prof. Wirth der ETH Zürich – dar. Modula-2-Programme erstellt und übersetzt man damit auf einem PC und kann den erzeugten Code direkt auf das Zielsystem herunterladen. Besonderes Augenmerk legt modCross auf die Erzeugung eines kompakten, ROM-fähigen Kompilats. Dem 4-Pass-Compiler sind Assembler und Linker nachgeschaltet. Als Übersetzungszeit für ein 1000-Zeilen-Programm gibt der Vertreiber eine Zeit von 12 Sekunden (8 s Compiler, 4 s Assembler/Linker) auf einem 12-MHz-AT an. Abhängig vom Zielprozessor stehen verschiedene zusätzliche Variablentypen zur Verfügung, bei den H8-Typen beispielsweise Byte, ShortCard, ShortInt und ShortSet. Nähere Informationen zu modCross gibt:

Elektronik Labor Nord  
Joachim Theile  
Brokstrecker Straße 50  
49624 Bunnien  
☎ 0 54 34/39 80

## Programmierkomfort ...

... verspricht die neue Version 1.31 des Compreter-52. Dieser Präprozessor für das 8052AH-BASIC ermöglicht eine zeilennummernfreie Programmierung, neue Programmstrukturen mit IF-ELSE-ENDIF- respektive DO-LOOP-EXIT-Konstrukten und modulare Programmierung, da er das Linken von Bibliotheks-routinen unterstützt. Benutzerdefinierte lokale und globale Makros erlauben, komplexe Befehlsketten in mnemotechnisch einfacher Form aufzurufen und verbessern die Verwaltung von Systemadressen. In den Quelltext eingefügte Kommentare – die den 'Wiedererkennungswert' des Programms erhöhen – unter-

drückt der Compreter beim Download in den Mikrocontroller. Weiter führt er vor dem Download Tests durch, die mögliche Laufzeitfehler vorab aufdecken und analysiert die verwendeten Programmvariablen auf Doppeldefinitionen. Zudem emuliert der Compreter die beim 8052AH-BASIC vermißten TRON- und TROFF-Befehle und erlaubt das Setzen von Breakpoints mittels eines Debug-Befehls. Der Compreter-52 ist erhältlich bei:

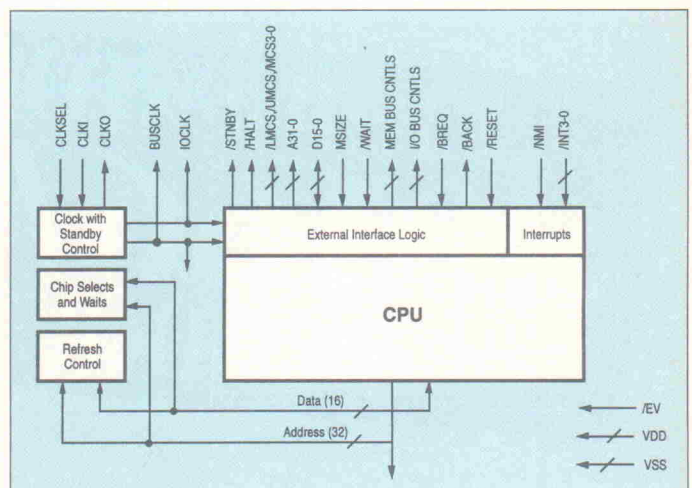
Elektronikladen Mikrocomputer GmbH  
Wilhelm-Mellies-Straße 88  
32758 Detmold  
☎ 0 52 32/81 71  
☎ 0 52 32/8 61 97

### Z(3)80

Das gegenwärtige Topmodell der Z80-Reihe von Zilog ist die jetzt erhältliche Z380-MPU im 100-Pin-QFP-Gehäuse. Sie stellt für Anwender des Z80 und Z180 einen direkten Migrationsweg zur 32-Bit-Welt dar. Intern ist der Z380 als vollstatische 32-Bit-CPU mit 32 Adreß- und 16 Datenleitungen ausgelegt, wobei der Adreßraum abhängig vom CPU-Modus (Native oder Extended) entweder 64 K oder 4 G umfaßt. Die MPU ist in zwei Ausführungen für einen maximalen Takt von 25 MHz oder 40 MHz erhältlich. Der Durchsatz auf dem Datenbus – dieser läuft bei Bedarf auch 8 Bit breit – erreicht dank eines zwei Takte kurzen Zyklus 40 MByte/s, die kürzeste Instruktion geht ebenso in zwei Takten über die Bühne. Zusätzlich zur erweiterten ALU und BIU enthält die CPU vier On-Chip-Registerbänke, erweiterte Interrupt-Möglichkeiten (mit 16-

Bit-Vektor-Interrupt) sowie programmierbare Chip-Selects und I/O-Wartezyklen nebst eines DRAM-Refresh-Controllers. Wer den Z80 programmiert hat, muß nicht umlernen, da der Befehlssatz aus den gleichen Mnemonics besteht, sondern sich nur an die breiteren und dank vierer Bänke auch zahlreicheren Register gewöhnen. Befehlsseitig kommen Instruktionen zur Behandlung des Control-Registers, des neuen Interrupt-Modus IM3, zum Ansprechen der Registerbänke und weiteres hinzu. Auch Anweisungen für Multiplikation und Division sind jetzt vorhanden. Das alles haben die Entwickler im vorhandenen Opcode-Satz des Z80 untergebracht, so daß die Z380-CPU binärcode-kompatibel ist.

Zilog Europe  
Thomas-Dehler-Straße 18  
81737 München  
☎ 0 89/67 20 45  
☎ 0 89/6 70 61 88



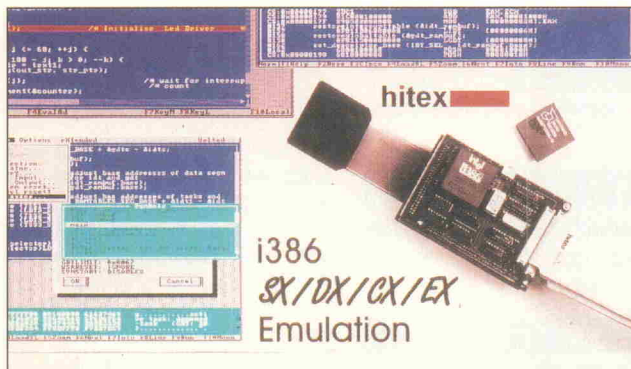


## Embedded-Dreiahtsechs

Für den In-circuit-Emulator teletest 32 bietet das Haus Hitex jetzt auch eine Probe für die Embedded-CPU's 80386SX und CX von Intel an. Sobald der 80386EX verfügbar ist, will Hitex ein Adaptionkabel dafür herausbringen. Der teletest 32 unterstützt im 16-Bit-Bereich die PC-Compiler von Borland oder Microsoft im Verein mit LOCATE von Paradigm. Auf der 32-Bit-Schiene versteht sich der ICE mit den Übersetzern von MetaWare oder Watcom im Zusammenspiel mit Link/Locate-Werk-

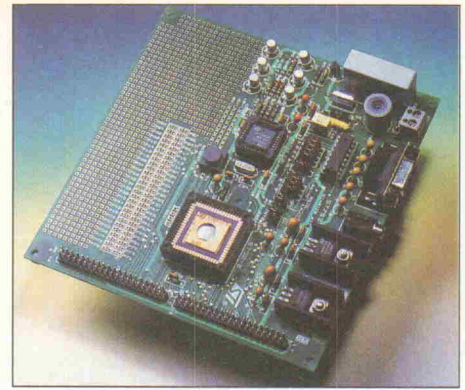
zeugen von Pharlap oder Systems&Software. Die 'Verbindung' zwischen teletest 32 und PC erfolgt mittels dem HiTOP genannten Hochsprachen-Debugger, der den 386er auch im Protected Mode beherrscht. HiTOP ist an den SAA-Standard angelehnt und kann intuitiv per Tastatur und/oder Maus bedient werden. Weitere Informationen gibt:

Hitex-Systementwicklung GmbH  
Greschbachstraße 12  
76229 Karlsruhe  
☎ 07 21/96 28-1 40  
☎ 07 21/96 28-1 49



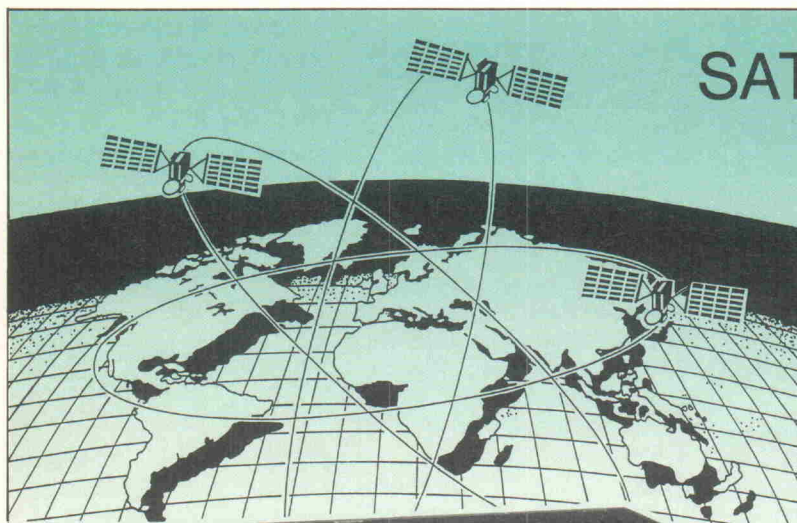
## µC am Netz

Erste Gehversuche auf dem Weg zum automatisierten Haus erleichtert SGS-Thomson mit dem 'Home Automation Starter Kit'. Das Kit ermöglicht das Design von Kommunikationssystemen über das Lichtnetz. Es umfaßt ein Evaluation-Board mit Stromversorgung, Kabel und den Quellcodes für die Kommunikationssoftware, die man für eigene Applikationen nutzen kann. Auf dem Board findet sich eine vollständige Lichtnetz-Schnittstelle, darin ein Power-Line-Modem-IC ST7537 und ein ST9-Mikrocontroller, der sich um das Protokoll kümmert. Hinzu kommt noch ein RS-232-Interface. Das ganze ist zum ST9-Starter-Kit kompatibel, so daß man im Arrangement beider Sets komplette Applikationen entwerfen, aufbauen und austesten kann. Das Modem-IC ST7537 agiert per Frequenzumtastung (FSK) mit 1200 Bit/s halbduplex auf



einem Träger von 132,45 kHz als Datenschaufler. Dank der im Chip integrierten Trägererkennung können mehrere Teilnehmer unabhängig voneinander auf derselben Trägerfrequenz an einer Netzleitung arbeiten. Weiterhin agiert der ST7537 mit dem eigenen 11-MHz-Takt als 'Metronom' und mittels der eingebauten Watchdog-Logik auch als 'Zerberus' für den ST9. Gibt letzterer nicht mindestens alle 1,5 Sekunden einen Impuls an den Watchdog-Eingang des Modem-ICs, so löst dieses einen Reset aus.

SGS-Thomson Microelektronics GmbH  
Bretonischer Ring 4  
85630 Grasbrunn  
☎ 0 89/4 60 06-0  
☎ 0 89/4 60 54 54



## SATELLITEN FUNKUHR GPS

- weltweiter Empfang
- hohe Genauigkeit + / - 100 nsec.
- hohe Störsicherheit des Signals
- gute Freilauf-Eigenschaften durch Nachregelung des Quarzes
- DCF-Simulation
- modularer Aufbau des Systems
- einfache Bedienung der Tastatur
- vielseitige Schnittstellen  
1 pps-Impuls, RS 232, RS 422, TTY, IRIG-A, IRIG-B, usw.

DCF-Funkuhren seit 1974

Elektronik GmbH

**hopf®**

Weltweit - genaue Zeit

Postfach 18 47 · 58468 Lüdenscheid · Noltebohmstraße 41 · 58511 Lüdenscheid · Telefon (02351) 4 50 38 · Telefax (02351) 45 95 90



## Radio und TV

# Programmtips

Auswahl Naturwissenschaft und Technik  
für die Zeit vom 26. Juni bis 20. Juli



Die Mond-  
landung vor 25  
Jahren ist das  
bestimmende  
Thema vieler  
Wissenschafts-  
sendungen  
im Juli.

## Juni

**Sonntag, 26. 6.**

**TV 3sat 16.30 Uhr**  
Donnerwetter: Erstaunliches  
'Made in Germany'

**Montag, 27. 6.**

**TV 3sat 19.30 Uhr**  
3sat Wissenschaft: Die Wissen-  
schaftssendung der ARD

**TV Bayer. Fernsehen 15.30 Uhr**  
Eine Maschine verändert die  
Welt: Computer für alle – eine  
neue Kultur.

**Dienstag, 28. 6.**

**TV N3 22.15 Uhr**  
Prisma: Wissenschafts-Magazin  
mit Wolfgang Buck

**Donnerstag, 30. 6.**

**R WDR 5 14.30 Uhr**  
Sicher ist sicher nicht sicher  
genug – katastrophenfreie Re-  
aktoren und andere Halbräume.

## Juli

**Freitag, 1. 7.**

**TV N3 15.30 Uhr**  
EinStein: Spielwut. Von Spie-  
lern, Zockern und Cyberspace-  
Piloten.

**Dienstag, 5. 7.**

**TV N3 16.15 Uhr**  
EinStein: Über Geheimschrif-  
ten, Mißverständnisse und den  
täglichen Medienrummel.

**R hr 2 22.00 Uhr**  
Die Zukunft denken (1): Volker  
Friedrich im Gespräch mit dem  
Technikphilosophen Carl Mit-  
scham.

**TV N3 22.15 Uhr**  
Prisma: Die Jagd nach dem Kil-  
lerkometen.

**Mittwoch, 6. 7.**

**R hr 2 9.30 Uhr**  
Fragmente aus dem Nachlaß  
eines jungen Physikers: Wil-  
helm Ritter (1776-1810).

**TV Bayer. Fernsehen 20.15 Uhr**  
Forscher – Fakten – Visionen:  
Das BR-Wissenschaftsmaga-  
zin.

**Donnerstag, 7. 7.**

**R Deutschland Radio 22.05 Uhr**  
Diskurs nach Zehn: Mensch  
und Forschung

**Freitag, 8. 7.**

**R Deutschland Radio 15.35 Uhr**  
WortSpiel: Global – das Wis-  
senschafts-Journal (Wdh. am  
9. 7. 1.15 Uhr)

**Montag, 11. 7.**

**TV Bayer. Fernsehen 15.30 Uhr**  
Eine Maschine verändert die  
Welt: Künstliche Intelligenz –  
zu schwer für Computer?

**TV 3sat 19.30 Uhr**  
3sat Wissenschaft

**Dienstag, 12. 7.**

**R Deutschland Radio 18.05 Uhr**  
Bildung und Wissen: 'Hinterm  
Mond?' Die Zukunft der NASA.  
Eine Sendung von Eckhard Toll-  
kühn.

**TV N3 16.15 Uhr**  
EinStein: Die Verfeinerung des  
Sehens. Von Adleraugen und  
Tarnkappen.

**TV N3 22.15 Uhr**  
Prisma: Eroberung des Kosmos,  
1. Teil

**Mittwoch, 13. 7.**

**TV ZDF 21.00 Uhr**  
Abenteuer Forschung: 'Auf-  
bruch ins All'. Vor 25 Jahren  
setzte der erste Mensch seinen  
Fuß auf den Mond.

**R Deutschlandfunk 21.35 Uhr**  
Hintergrund Kultur: Ein Bericht  
über die Lage der Wissenschaft-  
en in den neuen Bundesländern  
von Peter Körfgen.

**TV ZDF 0.00 Uhr**  
Abenteuer Forschung extra:  
'Unternehmen Mondlandung'.

**Donnerstag, 14. 7.**

**R WDR 5 14.30 Uhr**  
Neugier genügt: Maschinen wie  
Mikroben – die Wunderwelt der  
Nanotechnologie. Den Mikro-  
chip-Designern ist das Nanome-  
ter zur vertrauten Einheit gewor-  
den. Extremes Beispiel: Der  
bakteriengroße Chirurg in der  
Blutbahn, der Kalk von den  
Adern kratzt. Die führenden Vi-  
sionäre dieser Technik haben  
aber noch ganz andere Dinge im  
Auge: Was die Natur kann – aus  
kleinstem, z. B. einem Birken-  
pollen, etwas Großes wie eine  
Birke zu machen, soll auch in  
der Technik des Menschen künf-  
tig möglich sein. Ein Auto  
wüchse dann aus einem Keim, in  
einem Bottich mit Nährlösung.

**R Deutschland Radio 22.35 Uhr**  
Diskurs nach Zehn: Mensch  
und Forschung

**Sonntag, 17. 7.**

**TV ARD 17.00 Uhr**  
ARD Ratgeber: Technik

**Montag 18. 7.**

**TV ZDF 12.00 Uhr**  
Griff nach den Sternen: Sonder-  
sendung zum 25. Jahrestag der  
Mondlandung.

**TV 3sat 19.30 Uhr**  
Neues ... die Computershow

**Dienstag, 19. 7.**

**TV N3 16.15 Uhr**  
EinStein: Kontakte – vom tech-  
nischen Zusammenwachsen  
Berlins.

**TV N3 22.15 Uhr**  
Prisma: Eroberung des Kosmos,  
2. Teil

**Mittwoch, 20. 7.**

**R Radio Bremen 2 20.00 Uhr**  
Kann Bewertung lehrbar sein?  
Problemfelder, Methoden und  
Institutionen der Technikbe-  
wertung.

**Samstag, 2. 7.**

**TV N3 17.00 Uhr**  
Prisma: Wissenschafts-Magazin  
mit Wolfgang Buck

**Sonntag, 3. 7.**

**TV Hessen 3 20.15 Uhr**  
Aus Wissenschaft und For-  
schung: Sibirien – eine Schatz-  
grube für Archäologen.

**Montag, 4. 7.**

**R S2 Kultur 8.30 Uhr**  
Schulfunk: Naturwissenschaft  
und Technik aktuell

**R WDR 2 9.05 Uhr**  
ZeitZeichen: Der 4. Juli 1934  
war der Todestag der polni-  
schen Chemikerin und Physike-  
rin Marie Curie. (Wdh. WDR 5  
22.20 Uhr)

**TV 3sat 19.30 Uhr**  
HITEC: Das Magazin, das Wis-  
sen schafft.

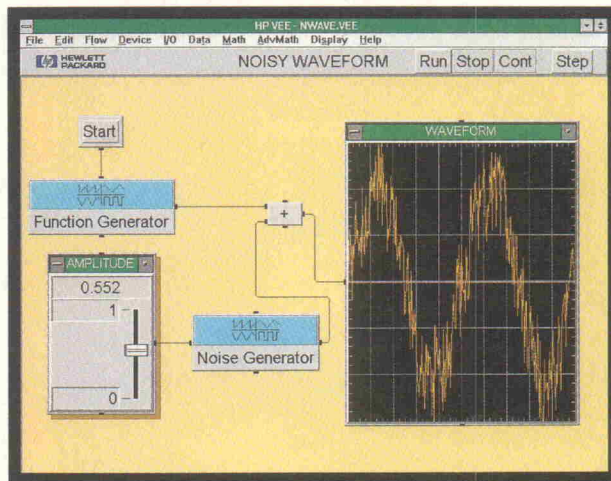
## täglich ...

**R Deutschlandfunk** Montag bis Freitag von 16.35 bis 17.00 Uhr,  
Samstag und Sonntag von 16.30 bis 17.00 Uhr

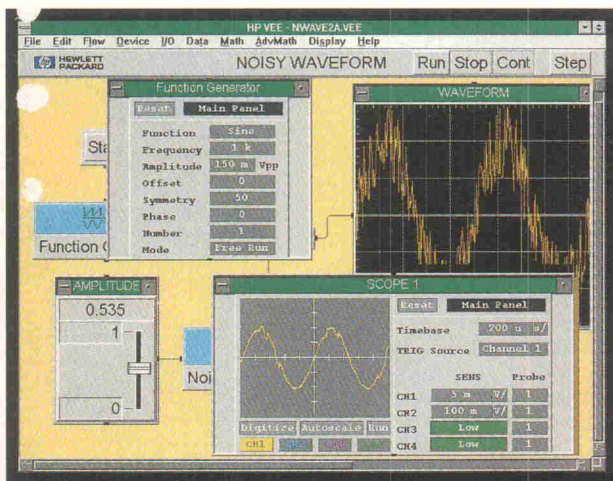
Wissenschaft aktuell: Die Sendung beschäftigt sich wochentags  
mit dem Thema 'Aus Naturwissenschaft und Technik', samstags  
mit 'Computer und Kommunikation' und sonntags mit 'Wissen-  
schaft im Brennpunkt'.



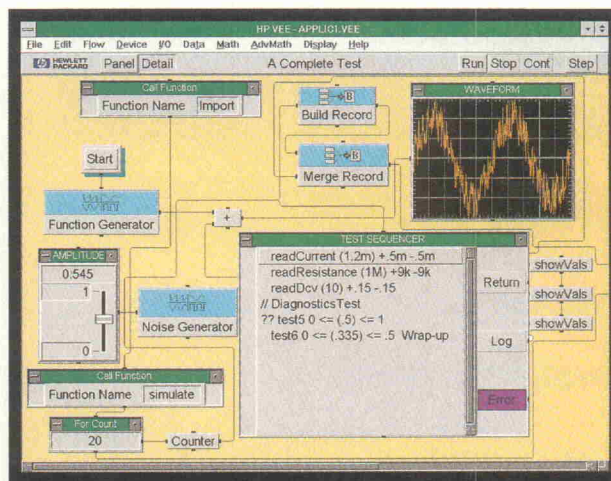
# Die HP VEE Testsoftware. Die gute Vee in Sachen Meßtechnik.



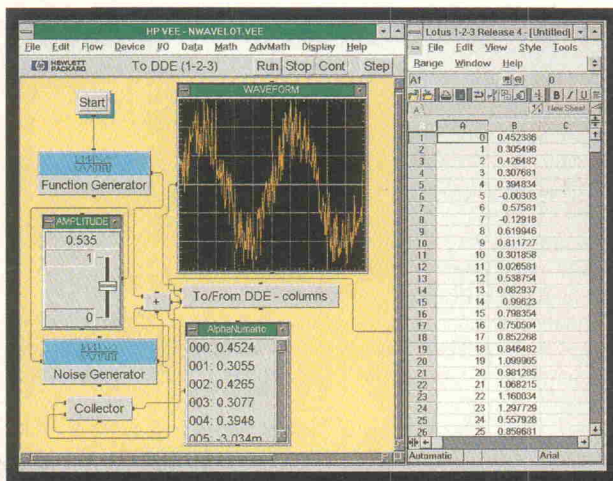
Einfache, intuitive Benutzeroberfläche.



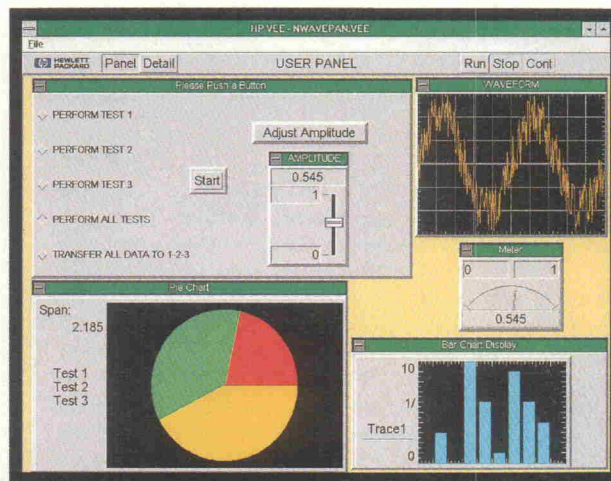
Vielzahl an Treibern sowie direkte Ein-/Ausgabe für die Meßgerätesteuerung.



Integrierte Testsequenzen selbst für komplexe Aufgaben.



Windows®- und UNIX®-Kompatibilität.



Unkompliziertes Erstellen individueller Testprogramme.

Mit der bedienerfreundlichen Testsoftware HP VEE sind Sie in der Lage, selbst komplizierte Meßaufgaben in kürzester Zeit zu lösen.  
So können Sie in Zukunft schneller und produktiver arbeiten. Informieren Sie sich jetzt.

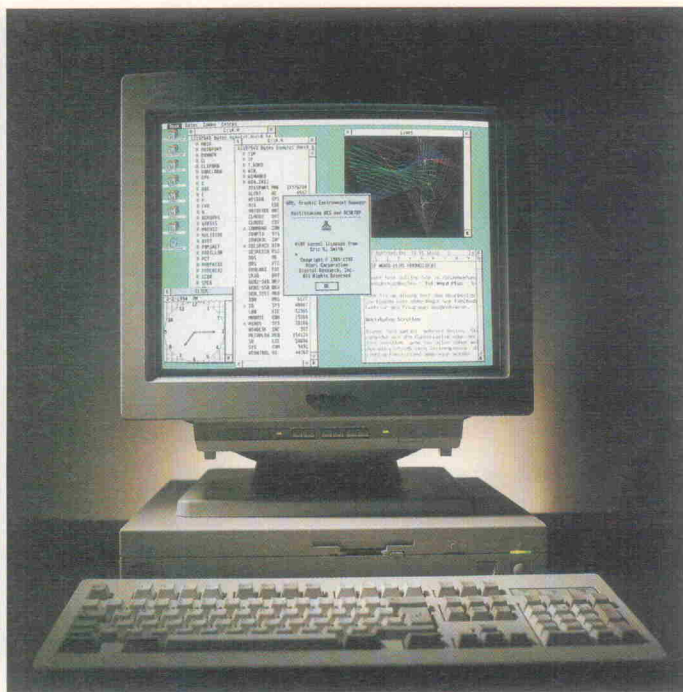
Rufen Sie HP DIRECT an.  
Deutschland:  
Tel. 0 70 31/14 63 33, Fax 14 63 36  
Österreich:  
Tel. 06 60/80 04, Fax 80 05  
Schweiz:  
Tel. 01/735-72 00, Fax 735-72 90.  
Oder schicken Sie uns beiliegende Postkarte.

**Ideen werden schneller Wirklichkeit.**

Windows® ist ein eingetragenes Warenzeichen der Microsoft Corp.  
UNIX® ist ein eingetragenes Warenzeichen der X/Open Company Ltd.

**hp HEWLETT®  
PACKARD**





## Ziemlich kompatibel

### Atari im PC-Slot

Dipl. Ing. Frank Dabringhausen

Früher gab es für Atari-Rechner sogenannte DOS-Emulatoren, die den ST in einen PC-Kompatiblen verwandelten; diese Zeit des etwas arroganten Herabschauens aus mausklickenden Höhen in die Sümpfe der Kommandozeilen ist jedoch vorbei. Durch das Abtauchen der Atari Corp. in die Welt der Spielkonsolen schrumpfte erst die Menge der verfügbaren Hardware und direkt anschließend das Angebot neuer und die Pflege vorhandener Software.

Daher tragen sich mehr und mehr Atari-Benutzer mit dem Gedanken an einen Systemwechsel. Das ist jedoch erstens nicht billig und zweitens bei kommerzieller Nutzung des Rechners nicht ganz problemlos. Seit kurzem bietet nun eine deutsche Firma eine Übergangslösung in Form eines Atari-

Emulators in Steckkartenform (ISA-Bus) für den PC an. Diese Janus-Karte (benannt nach Janus, dem Gott mit den zwei Gesichtern) beinhaltet einen eigenständigen TOS-Rechner, der zur Kommunikation mit der Umwelt die Peripherie des PC nutzt. Sämtliche an den DOS-Rechner angeschlossenen Geräte (Tastatur, Monitor, Schnittstellen, Festplatte, CD-ROM, Netzwerkkarten etc.) können mitbenutzt werden. Lediglich die MIDI-Schnittstelle und der ROM-Port sind in der vorliegenden Version (noch) nicht vorhanden. Ein Speicherausbau auf bis zu 16 MB ist über SIMMs möglich. Als CPU wird ein mit 16 MHz getakteter MC68000 verwendet. Interne Rechnungen werden demnach mit 16 MHz abgearbeitet, ein Großteil der Aufgaben wie Grafik- und Dateioperationen jedoch an den Intel-Prozessor delegiert. Die erzielte Geschwindigkeitssteigerung ist dann abhängig von Prozessor, Taktfrequenz, Festplatte und Grafikkarte. In einem Feldversuch werden zur Zeit die ersten 200 Geräte einem

Praxistest unterzogen. Aus dieser Serie lag der Redaktion ein Gerät zum Test vor.

### Installation und Kompatibilität

Für den Betrieb der Janus-Karte ist es nicht notwendig, eine neue Partition auf der Festplatte einzurichten. Programme und Daten unter TOS und DOS können auf der Harddisk beliebig gemischt werden. Für die Installation sind lediglich folgende Operationen durchzuführen: Montage der Januskarte, Überspielen des Treibers, Einrichten der Accessories und des AUTO-Orders und das Anpassen der CONFIG.SYS. Leider hat die Karte kein Jumperfeld zum Einstellen der Basisadresse (sie liegt fest auf Hex 300); in alter Atari-Manier wird erwartet, daß der Benutzer die schon vorhandenen Karten entsprechend ändert. Im Dual-Mode (siehe Kasten) sind nur Programme lauffähig, die auflösungsunabhängig arbeiten. Programme, die bei anderen Auflösungen als 640 × 400 schon bocken, werden auch unter Janus nicht laufen. Weiterhin verursacht hardwarenah programmierte Software immer dann Probleme, wenn diese mit direkten Speicherzugriffen arbeitet. So war CALAMUS SL im Dual-Mode anfänglich nicht lauffähig. Die Firma DMC hat sich dieser Schwierigkeiten angenommen und mit einem kleinen Autoordnerprogramm aus der Welt geschafft; es liegt inzwischen der Januskarte bei. Für Software, die im Dual-Mode nicht lauffähig sind, kann der Local-Mode (640 × 400 monochrom) benutzt werden, der ein größeres Maß an Kompatibilität bietet und auch direkte Speicherzugriffe erlaubt. Im Local-Mode bleibt lediglich ein kleiner Rest von Programmen übrig, der dann auch hier noch den Dienst verweigert. Dies sind beispielsweise Kopierprogramme wie 'Fast File Mover' oder 'Bitte ein Bit', die direkt auf den Atari-Harddisk-Controller oder die Uhr in

der Atari-Tastatur zugreifen wollen und hier natürlich eine ganz andere Hardware vorfinden.

### Probleme

Im Local-Mode ist der Mauszeiger etwas gewöhnungsbedürftig, da dieser sich nicht ganz so glatt wie im Dual-Mode bewegt, sondern leicht 'ruckelt'. Ordner lassen sich zur Zeit nicht vom Desktop aus umbenennen, da dies auch auf der DOS-Ebene nicht vorgesehen ist. Schwierigkeiten kann es bei Dateien geben, die Umlaute im Namen tragen, was auf der Atari-Seite zulässig ist. Werden diese Dateien auch von DOS-Programmen benutzt, reagieren einige DOS-Anwendungen höchst allergisch. Als erstes Ergebnis des Feldversuches gibt der Hersteller eine Liste von lauffähigen, beziehungsweise nicht oder nur eingeschränkt lauffähigen Programmen heraus. Hier ein Auszug der wichtigsten Programme aus dieser Liste:

Im Local- und Dual-Mode lauffähig:

Pure-C, Interface, Omicron Basic, Platon, Calamus SL, Papillon, Avant Vector Pro, Chagall, Tempus-Word, Script, Edison, 1st Word, Everest, Phoenix, Adimens, 1st Base, TIM, Bss+, First Million, Sleepy Joe, Gemini, Multi TOS, Squeazy, Rufus, Connect, LDW.

Nur im Local-Mode lauffähig: Tempus Editor, GFA-Basic (Patch notwendig), Calamus 1.09, MegaFact, NVDI, Camplus, Signum!

Nicht lauffähig: MagiX, Kfakt

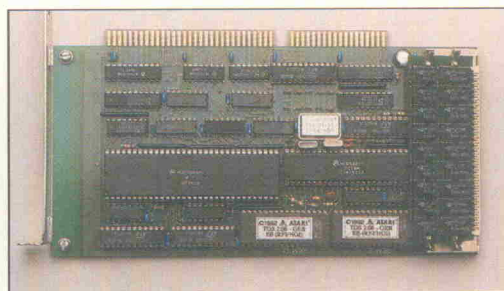
### Tempo, Tempo

Für einen Geschwindigkeitsvergleich wurden folgende Rechner verwendet: Atari Mega ST, Atari TT mit Matrix-Karte, 386DX/33 mit Speedstar VGA sowie 486DX2/66 mit ATI Ultra Graphics Pro. Die Ergebnisse sind in der Tabelle zusammengefaßt. Messung 1...3: Ent-

#### Auflösung und Farbe

Mögliche Auflösungen und Farben der Januskarte sind:

Local-Mode	640 × 400	monochrom
Dual-Mode	640 × 400 × 16	16 Farben
Dual-Mode	640 × 480 × 16	16 Farben
Dual-Mode	800 × 600 × 16	16 Farben
Dual-Mode	1024 × 768 × 16	16 Farben
Dual-Mode	1280 × 800 × 16	16 Farben



**Bild 1.** CPU, Speicher und MFP: viel mehr ist nicht nötig, um einen Atari-ST auf dem PC zu emulieren.

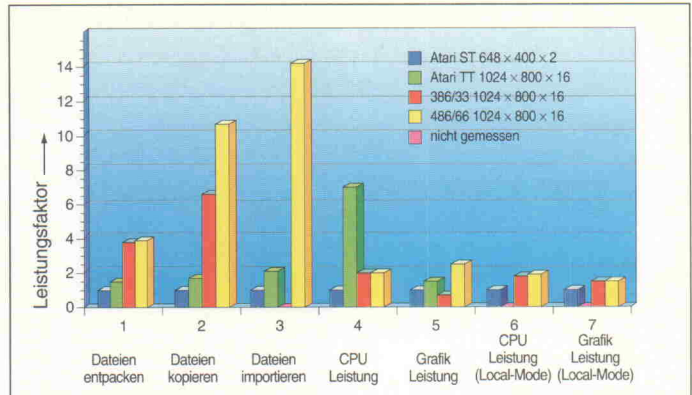


packt wurden 975 Dateien in 110 Ordnern, kopiert wurden 870 Dateien in 110 Ordnern und importiert wurden 2300 Datensätze in die Phoenix-Datenbank. Diese Messungen sind prinzipiell abhängig von der Zugriffszeit der Festplatte und dem Grad der Zerstückelung des freien Plattenspeichers. Dennoch zeigt sich hier deutlich ein erheblicher Geschwindigkeitsvorsprung der Janus-Karte gegenüber den ATARI-Originalen. Messung 4: Die durchschnittliche CPU-Leistung wurde mit GEMBench ermittelt. Hier spielt der TT mit seinem 68030er seine Rechenleistung gegenüber dem 68000er der Janus-Karte voll aus. Gegenüber dem ST ist hier auf Grund der doppelten Taktfrequenz eine Geschwindigkeitssteigerung um etwa 100 % zu verzeichnen. Messung 5: Diese Messungen wurden mit einer Auflösung von 1024 x 798 und 16 Farben (ST: 640 x 400 x 2) durchgeführt. Auf den Atari-Rechnern wurde NVDI installiert. Die Grafikleistung des ATARI ST wird in diesem Diagramm stark überbewertet, da er im Monochrom-Modus für den Bildaufbau weni-

ger Rechenleistung bringen muß. Bei einer Umrechnung auf Colorbetrieb würde der Leistungsfaktor auf etwa 0,25 sinken (schraffierter Bereich). Weiterhin ist anzumerken, daß eine einfache Mittelwertbildung der Grafikwerte die tatsächlichen Sachverhalte nicht unbedingt korrekt wiedergibt. Daher ist dieses Diagramm eher als Orientierungshilfe denn als genaue Aussage zu betrachten. Messung 6 und 7: Hier wurde der ATARI ST mit der Janus-Karte im Local-Mode verglichen. Alle Rechner liefern mit NVDI und einer Auflösung 640 x 400 x 2. Der Leistungsfaktor erreicht bei der CPU-Leistung circa 1,75. Da die Januskarte nicht über einen Blitter verfügt, wurde im Grafikbereich lediglich ein Faktor von 15 ermittelt.

### Fazit

In der vorliegenden Form ist die Karte sehr gut für Grafikanwendungen geeignet und macht sich insbesondere gegenüber dem ST angenehm durch recht schnelle Grafikausgabe und Plattenzugriffe bemerkbar. Die fehlende CPU-Leistung be-

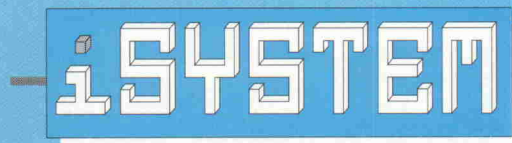


**Bild 2. Der Geschwindigkeitsvergleich zeigt recht deutlich, wie mit Hilfe eines PC aus einem Atari ein schneller Atari gemacht werden kann.**

merkt man im wesentlichen erst bei rechenintensiven Anwendungen (Autorouter, Tabellenkalkulation etc.). Hier wird dann die geplante steckbare 68030-Erweiterung für die Janus-Karte Abhilfe schaffen. Der Endverbraucherpreis für die Karte beträgt DM 898,- zuzüglich der Kosten für die Bestückung des Speichers mit SIMMs (2...16 MB) und TOS 2.06. Insbesondere durch die erheblich niedrigeren Preise bei Peripheriegeräten für DOS-

Rechner kann sich die Janus-Karte schnell als lohnende Investition erweisen. Eine Aufsteckmöglichkeit für eine MIDI/ROM-Port-Erweiterung oder einen 68030-Aufsatz auf die Janus-Karte ist in Vorbereitung. Weitere Informationen über:

VHF Computer GmbH  
Daimlerstr.13  
71101 Schönaich  
☎ 0 70 31/75 01 90  
☎ 0 70 31/65 40 31



Einsteinstr. 5, D-85221 Dachau Tel. 08131/25083 Fax. 14024

**THE TOOL COMPANY**

Milser Straße 5, A-6060 Hall i.T. Tel. 05223/43969 Fax. 43069

## 80C188 - 80C186 - V25 - ...

### Die Softwaretools

#### Locate

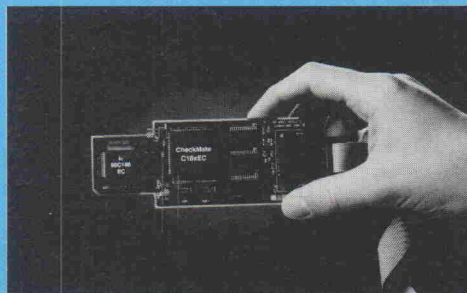
- MS C/C++
- Visual C++
- BorlandC/C++
- Turbo Pascal

#### Debug/RT

- Turbodebugger
- HLL-Source
- Remote-Betrieb
- Target-Kernel
- MCU Erweiterungen

Paradigm

### Der Emulator



CheckMate

#### CM-Emulatoren:

- klein + stark + schwarz
- Echtzeit-Emulation
- Hardware-Breakpoint
- Trace
- DEBUG/RT

### Das Betriebssystem

#### Embedded BIOS

- ROMable
- BIOS-Support
- Adaptierbar

#### Embedded DOS

- Echtzeitfähig
- Multitasking
- ROMable

#### Embedded LAN

- Ethernet
- NETBIOS

General Software

**Prädikat:**  
Besonders  
wertvoll!



## Fit for Fuzzy?

Falls Ihnen diese zukunftssträngige Regelungstechnik keine Rätsel mehr aufgibt, geben wir Ihnen ein neues auf. Aber auch wenn Sie sich noch nicht zu den Experten zählen: Versuchen Sie unsere kleine Kopfnuß zu knacken und gewinnen Sie außer etwas Fuzzy-Erfahrung auch noch einen attraktiven Preis.

aktuell



Bild: Siemens Bereich Halbleiter

Die Fuzzy-Technik ist längst den Kinderschuhen entwachsen und hat inzwischen eine große Anwenderschar gefunden. Doch die Umsetzung realer Probleme in eine Fuzzy-Umgebung erfordert Übung und eine gewisse Gewöhnung an den neuartigen Denkansatz. Spielerisch übt sich Neues meist am schnellsten. Daher hat sich Professor

Frank vom Zentrum für Fuzzy-Informationstechnik (ZeTec, im Technologiezentrum Dortmund) einige praktische Regelungsprobleme ausgedacht, die in dieser und folgenden Ausgaben als Übung dienen können. Die Aufgaben sollten sich mit den verschiedensten Entwicklungssystemen lösen lassen. Dabei ist nicht der technische Overkill gefragt. Zur Not lassen sich die Fuzzy-Regeln auch auf einem Stück Papier formulieren. Für die Bewertung zählt letztlich nur die Umsetzung des Problems.

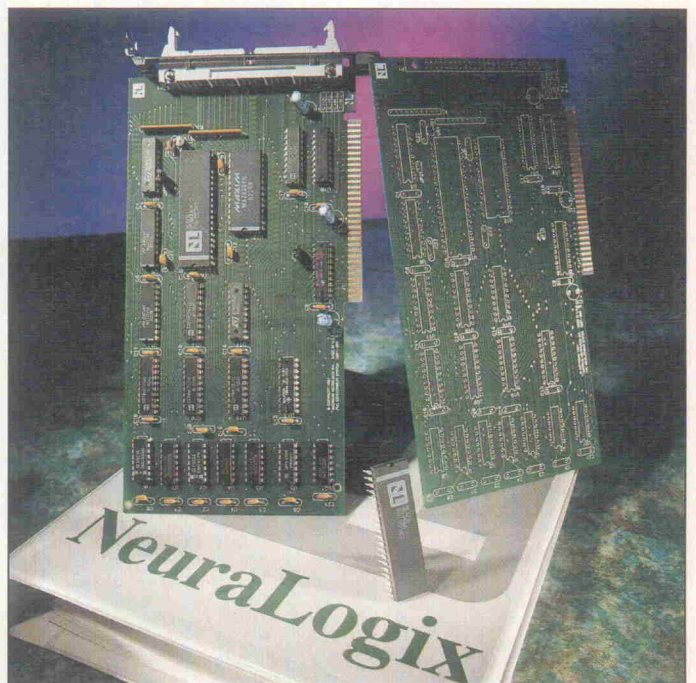
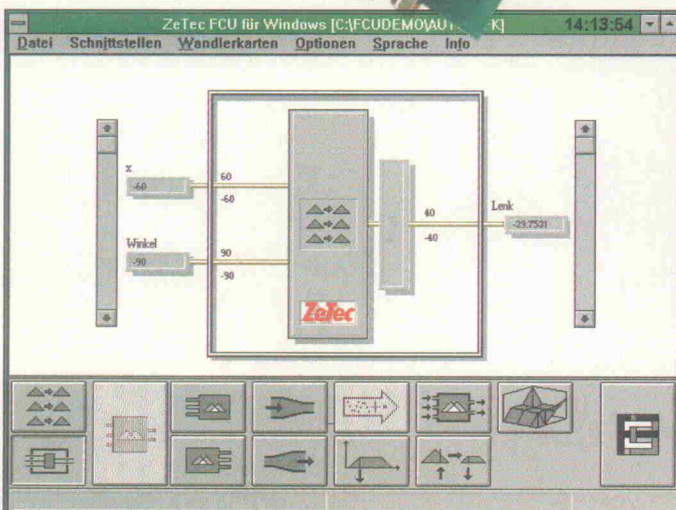
Die Aufgaben:

Anschauungsobjekt. Darin soll ein Elektromotor durch kontinuierliche Änderung der angelegten Spannung im Normal- oder Lastbetrieb arbeiten. Bei Überlastungsgefahr soll die Spannung am Motor durch Nothalt auf Null gesetzt werden. Der Betrieb des Motors unterliegt folgenden Bedingungen:

Entwerfen Sie eine Motorregelung, die zum Beispiel in einem Haushaltsgerät Einsatz finden könnte. Eine Küchenmaschine oder eine elektrische Staubsaugerbürste wäre ein dankbares

– Die Belastung des Motors soll an seiner Stromaufnahme gemessen werden. Bei einer Spannung von 150 V nimmt der Motor im Normalbetrieb 400 mA auf.

Der erste Preis: Ein Fuzzy-Controller Micro 4 auf 68HC11-Basis und die Entwurfssoftware FCU von ZeTec.



Zweiter und dritter Preis: Das 'fuzzynierende' Projekt aus ELRAD 5 und 6/93 mit dem Fuzzy-Mikrocontroller NLX 230.



- Steigt die Belastung gemessen am Laststrom an, so steigere man die Spannung kontinuierlich von 150 auf 220 V.
  - Übersteigt der Laststrom 500 mA, dann ist die Spannung in jedem Fall abzuschalten.
  - Steigt die am Motor gemessene Temperatur, so soll der Motor bereits unterhalb von 500 mA Laststrom abgeschaltet werden. Zwischen den Systemzuständen 50 °C/500 mA und 60 °C/450 mA soll die Abschaltung linear oder annähernd linear interpolierend erfolgen.
  - 8-Kanal-A/D-Wandler, 8 Bit Auflösung
  - Watchdog-System
  - 8-32 KByte statisches RAM
  - 32 KByte EPROM
  - 2 zusätzliche Ports
  - Serielle Schnittstelle
  - Spannungsüberwachung und Batterieumschaltung
- Die Entwurfssoftware FCU hilft bei der Entwicklung der Fuzzy-Regeln. Durch eine grafische Simulation der Regelung läßt sich der Fuzzy-Controller auch ohne direkte Prozeßanbindung optimieren.

Für den Betrieb des Motors ist eine Fuzzy-basierte Regelung zu entwerfen, die obige Bedingungen erfüllt. Als Inferenzschema ist die MIN-MAX-Inferenz einzusetzen und die Defuzzifizierung sollte nach der Schwerpunktmethod mit Singletons (entspricht COM, Center-Of-Maximums) erfolgen.

Skizzieren Sie die Zugehörigkeitsfunktionen der erforderlichen Fuzzymengen für Ein- und Ausgangsvariablen. Geben Sie Regeln für den von Ihnen entworfenen Fuzzy-Regler tabellarisch an. Teilen Sie uns den Namen des von Ihnen verwendeten Fuzzy-Entwurfssystems mit. Falls Ihr System es ermöglicht, fertigen Sie einen Ausdruck des Reglerkennfeldes über dem Parametergebiet [400 mA, 500 mA] × [50 °C, 60 °C] an.

Viel Erfolg!

### Die Preise:

Damit unsere Fuzzy-Aufgabe auch für unbeteiligte Leser kein Rätsel bleibt, stellt ELRAD die besten Lösungen in den nächsten Ausgaben vor. Ihre Mühe soll sich natürlich auch lohnen: Als erster Preis winkt ein Fuzzy-Mikrocontroller-Board Micro 4 der Firma ZeTec und die dazugehörige Entwurfssoftware FCU im Gesamtwert von 1470,- DM.

Das 68HC11-basierte Board eignet sich für universelle Anwendungen aus der Meß-, Steuer- und Regelungstechnik. Es ermöglicht den gleichzeitigen Einsatz von Fuzzy-Logik und konventionellen Regelungen in einer Anwendung. Das Board bietet folgende Ausstattung:

- Mikrocontroller 68HC11A1

Als zweiter und dritter Preis sind das Fuzzy-Projekt aus ELRAD 5 und 6/93 im Wert von je 268,- DM ausgesetzt: Ein Bausatz des Entwicklungssystems für den schnellen Fuzzy-Mikrocontroller NLX 230. Der vierte bis zehnte Preis ist je ein Gutschein im Wert von 120,- DM für Bücher aus dem Programm des Verlags Heinz Heise.

### Die Lösung:

Ihre Lösung senden Sie bitte per Post unter dem Stichwort 'Fuzzy-Rätsel' an:

Verlag Heinz Heise  
Redaktion ELRAD  
Postfach 61 04 07  
30604 Hannover

Sie können ihre Lösungen auch per Fax an die Nummer 05 11/53 52-404 schicken. Ein-sendeschuß ist der 15. Juli '94, es gilt das Datum des Poststempels beziehungsweise des Fax-Eingangsdats. Wer selbst ein kniffliges Regelungsproblem hat, das sich eventuell mit Fuzzy lösen läßt, kann es uns in Form einer Aufgabe zuschicken. Schon in der nächsten ELRAD könnten Fuzzy-Experten an der Lösung mitknobeln. cf



**Schroff®**

Schon passiert.  
Doch dieses Gehäuse  
nimmt nichts übel.  
Es schützt Ihre Elektronik  
bis Schutzart IP 43.

Ein ganz starkes Stück  
unser protec 19"-Gehäuse.  
Sehr elegant in der Form.

Mit dem integrierten  
Entwärmungskonzept.  
Zur Aufnahme kompakter  
Elektronik geradezu ideal.  
Für Baugruppenträger  
oder 19"-Einschübe.

Wie üblich bei SCHROFF,  
mit vielen interessanten  
Ausstattungsvarianten.

**Wir geben  
Elektronik  
Gestalt**

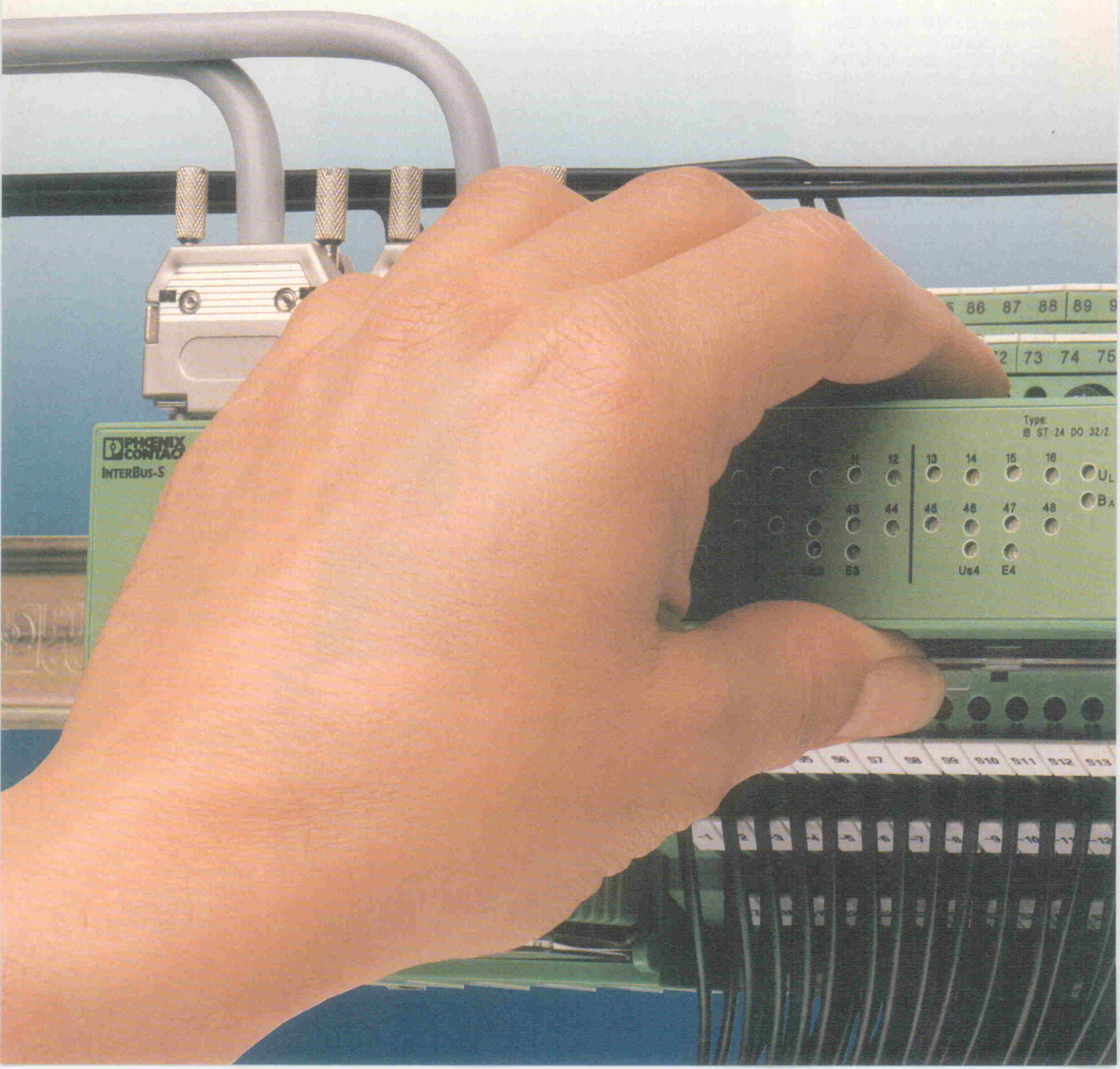
**SCHROFF GMBH**  
75332 Straubenhardt  
Telefon (0 70 82) 7 94-0  
Telefax (0 70 82) 7 94-200



Die neuen INTERBUS-S Smart-Terminalblocks:

# **Bus-Elektronik steckbar, E/As fest verdrahtet!**

Alles auf einer Tragschiene.





Big News für INTERBUS-S-Anwender und alle, die es jetzt mit Sicherheit werden möchten:

Für eine IBS-Station benötigen Sie nun keinen Schaltschrank mehr und auch kein Schränkchen – ein normaler Klemmenkasten tut's jetzt auch.

Das neue IBS-ST-Moduldesign – der Smart Terminalblock – findet Platz auf einer einzigen Tragschiene und bietet auf 10 cm 32 E/A-Anschlüsse für 2,5 mm<sup>2</sup>. Digital oder analog. Kompakter geht's kaum.

Die gesamte Elektronik ist steckbar ausgeführt, während die E/As fest, wie von Reihenklemmen gewohnt, am rein passiven ST-Chassis verdrahtet werden.

Unter uns gesagt: Das ganze ST-Design ähnelt mehr einer Klemmenleiste als einem Gerät. Sogar das Brückungs- und Markierungsmaterial ist mit dem von Phoenix Klemmen

identisch. Und das ist volle Absicht. Um so einfacher und „gegenwindfreier“ kann nun die serielle Verkabelung – der Bus – an die Stelle der parallelen treten.

Und auch das letzte Hindernis für den praktischen Einsatz des INTERBUS-S als sensor-/aktornaher Steuerungsbus dürfte nun beseitigt sein: da, wo bisher eine Klemmenleiste Platz fand, fügt sich jetzt auch die komplette entsprechende INTERBUS-S E/A-Station ein.

INTERBUS-S – der unübertroffen schnelle Sensor-/Aktorbus mit dem ballastarmen, zyklischen Summenrahmen-Protokoll – hat sich wegen seiner „harten“ Echtzeiteigenschaften zum weltweiten Industriestandard entwickelt.

Neben Phoenix Contact bieten mehr als 200 deutsche und europäische Gerätehersteller Produkte mit

INTERBUS-S Schnittstelle an. Ihre Anzahl ist in den letzten Jahren jährlich um 100% gewachsen. Sogar in den skeptischen USA hat INTERBUS-S schon Fuß gefaßt.

Die Vorteile überzeugen kräftig: Die Verdrahtungskosten schrumpfen auf einen Bruchteil. Doch der kräftigste Vorteil dürfte die Transparenz der E/A-Installation sein. Jeder einzelne Sensor und Aktor ist vor Ort per LED überprüfbar, die gesamte Installation kann komfortabel konfiguriert und bei Bedarf diagnostiziert werden.

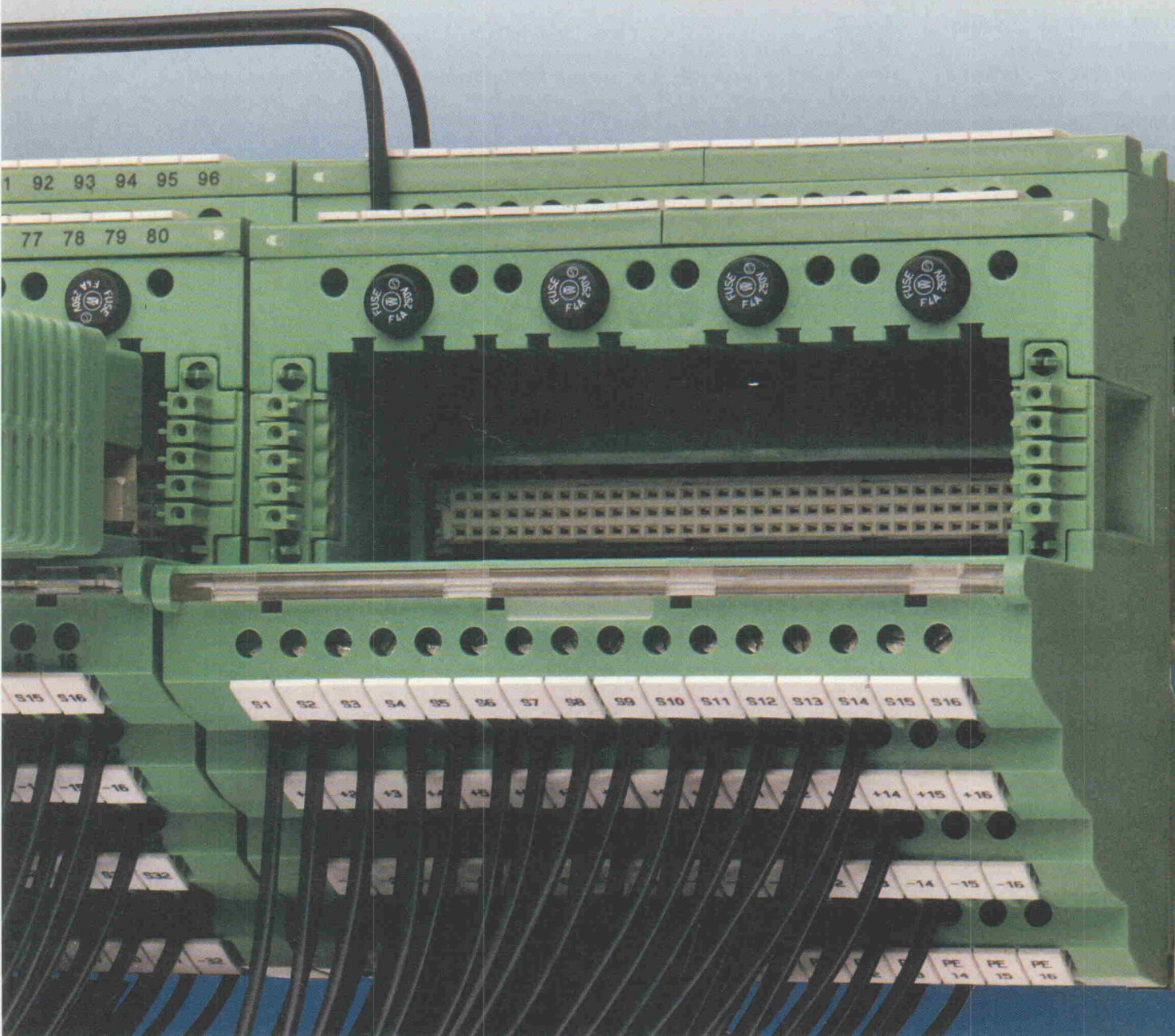
Mit den neuen E/A-Modulen IBS-ST halbiert sich nicht nur der Klemmenkasten sondern ganz nebenbei auch Ihr Lager.

Und das beste zuletzt: Die Kosten für Material und Arbeitszeit reduzieren sich gegenüber einer Parallelverdrahtung bis auf 30%.



**PHOENIX  
CONTACT**

Postfach 13 41, 32819 Blomberg  
Fax 052 35/55 11 54



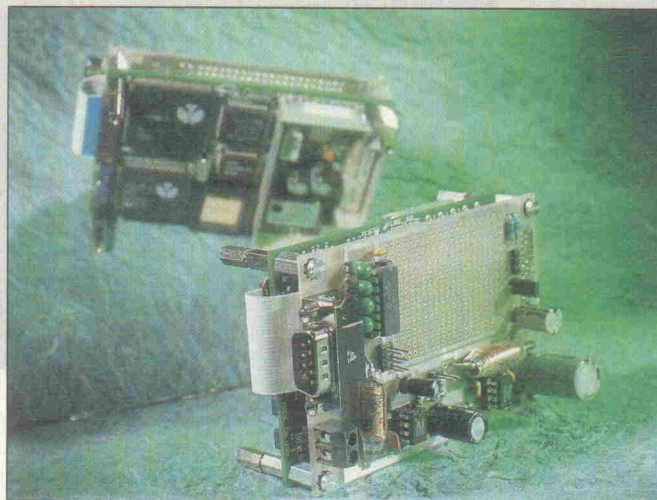


# 24 fixe Sterne

## Global Positioning System, Teil 4: Stromversorgung für NavCore V

Dr. P. Fismer

In den bisher erschienenen Beiträgen dieser Reihe wurden die Grundlagen des Global Positioning System beschrieben. Der Schritt in die Praxis soll mit der Vorstellung eines für eigene Versuche geeigneten Boards erleichtert werden, dessen Herstellung nur mäßiggradige handwerkliche Schwierigkeiten mit sich bringen dürfte.



**W**ie im letzten Teil dieser Reihe erwähnt, erfreuen sich die 'Handies' im Bootsektor und der Fliegerei erheblicher Beliebtheit, nur die Autofahrer assoziieren meistens noch 'General Post Services' mit dem Begriff GPS, weil das große Problem der preiswerten und einfachen Darstellung der Position im Straßennetz bisher ungelöst geblieben ist. Im Stadtverkehr spielen zudem Empfangsschwierigkeiten durch Abschattung der Satellitensignale eine große Rolle, während auf dem Wasser oder in der Luft solche Probleme eher geringe Bedeutung haben. Bis preiswerte DGPS-Systeme erhältlich sind (DGPS = Differential GPS), werden alle zivilen Low-Cost-Empfänger mit der Selective-Availability-Politik, die bei der Vorstellung der GPS-Grundlagen schon mit angemessener Zurückhaltung gewürdigt wurde, zu kämpfen haben. Weithin unbekannt scheint auch zu sein, daß alle C/A-Empfänger von Natur aus ungefähr die gleiche Genauigkeit bieten können. Sie benötigen zudem alle mindestens 3, besser jedoch 4 Satelliten für eine Positionsbestimmung (s. ELRAD 4/94, 5/94).

### Auswahlkriterien

In der Eingangsempfindlichkeit hingegen gibt es erhebliche Unterschiede: es sind Empfänger

erhältlich, die schon hinter einer Glasscheibe nichts mehr empfangen, und solche, die sogar in dichtem Laubwald (das ist gewissermaßen die Nagelprobe) noch eine Position bestimmen können. Ein anderer bedenkenswerter Punkt bei der Ermittlung des richtigen Empfängers ist die Update-Rate: manche Empfänger bestimmen die Position einmal pro Sekunde neu, andere verhalten sich deutlich zögerlicher. Bei niedriger Geschwindigkeit spielt dies zum Glück keine Rolle – man muß es nur wissen. Dann gibt es noch die Pfiffigen, die sogar in Tunnel eine gültige Position ausgeben können – was etwa die Seriosität des Billardspiels auf hoher See hat.

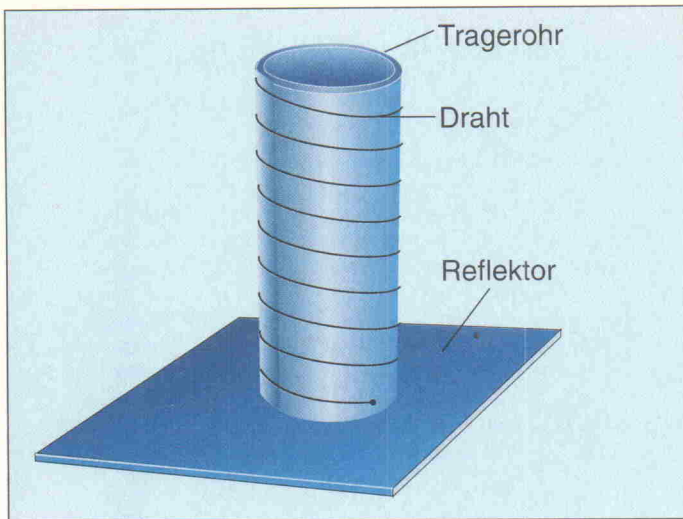
Ein anderer wichtiger Punkt ist der Stromverbrauch. Bei der hohen Trägerfrequenz des L1-Bandes (ca. 1,5 GHz) werden selbst kleine Kapazitäten so häufig umgeladen, daß ein ansehnlicher Stromfluß zustande kommt. Naturgemäß liegen Multiplex-Empfänger, die nur einen Kanal verwenden, hier am günstigsten. Im Bereich der Multiplexer werden verschiedene Varianten angeboten. Ihr gemeinsamer Nachteil ist eine geringere Eingangsempfindlichkeit als bei echten Mehrkanal-Parallelempfängern. Aus diesem Grund wird hier gerne Mimikry betrieben und der Eindruck er-

weckt, daß sämtliche Satelliten gleichzeitig verfolgt werden könnten – nur daß in Wahrheit, wie beim Multitasking, die Gleichzeitigkeit im Auge des Betrachters liegt. Derzeit ist das Problem des Stromverbrauchs noch nicht zufriedenstellend gelöst, daher sind praktische Handheld-Lösungen immer auf einen Kompromiß zwischen Batteriekapazität und Empfindlichkeit angewiesen. Fest eingebaute Geräte, die diese Probleme nicht haben, können manchmal bis zu 12 Satelliten gleichzeitig verfolgen. Ihr Problem ist, daß in Zentraleuropa oft nur 3 Satelliten gleichzeitig und ausreichend hoch über dem Horizont stehen ...

Die Wahl der richtigen Antenne ist vom Empfänger und der Antennenposition abhängig. Es gibt Empfänger, die aufgrund einer reduzierten Eingangsempfindlichkeit auf jeden Fall Antennen mit Vorverstärker brauchen. Grundsätzlich dürften 5 Meter Kabel das ohne Vorverstärker realisierbare Maximum an kompensierbarer Dämpfung darstellen. Denken Sie daran, daß die mit PRN-Codes realisierten Signale im Hintergrundrauschen verschwinden und nur durch Korrelationsverfahren, also durch Multiplikation und Integration (Summation über einen bestimmten Zeitraum) aus dem Rauschen zu extrahieren sind. Wegen des niedrigen Informationsgehalts der Signale funktioniert diese Methode denn auch so gut, daß die GPS-Antennen allesamt sehr klein angeboten werden können. Der Träger ist rechtsdrehend zirkular polarisiert. Man verwendet deshalb Helixantennen mit entsprechendem Drehsinn oder Mikrostrip-Patchantennen; letztere sind flache Keramikscheiben, deren Dicke und Dielektrizitätsbeiwerte so aufeinander abgestimmt sind, daß die beidseits aufgebrachte Leiterstruktur einen Dipol mit geeigneter Frequenzselektivität ergibt. Helixantennen haben eine bessere Richtwirkung als Patchantennen, sind also besser gegen störende Reflexionen gefeit, während Patchantennen die höhere Frequenzselektivität aufweisen. Auf der Oberseite sind Patchantennen so gut wie richtungsunempfindlich, können also auch in Schräglage noch recht gut selbst knapp über dem Horizont stehende Satelliten empfangen. In der

Der Autor ist mit seiner Firma STAG GmbH (Detmold) als Entwickler von Mikrocontroller-Anwendungen tätig.





**Bild 1.** Bei einer Helix- oder auch Wendelantenne bestimmt sich die Resonanzfrequenz aus der Länge des Drahtes, der Wendelsteigung und dem Durchmesser der Wendel. Der Reflektor besteht im einfachsten Fall aus einer Metallplatte.

Praxis, also auf dem Auto- oder Bootsdach, fallen Patchantennen aufgrund ihrer flachen Bauweise weniger auf als die zylindrischen Helixantennen, so daß ihnen wohl die Zukunft gehören wird.

## Der Einstieg

Wir beschreiben hier ein einfaches Interface-Modul zur Versorgung einer GPS-Empfängerplatine von Rockwell mit  $\pm 5$  V aus 12 V Gleichspannung, das

außerdem eine serielle Schnittstelle enthält. Ein Softwarepaket für die nötige Ansteuerung und Datenanalyse ist über den Handel erhältlich. Der Autor steht ebenfalls gern bei weiteren Fragen zur Verfügung, sofern konkrete Kooperationen angestrebt werden.

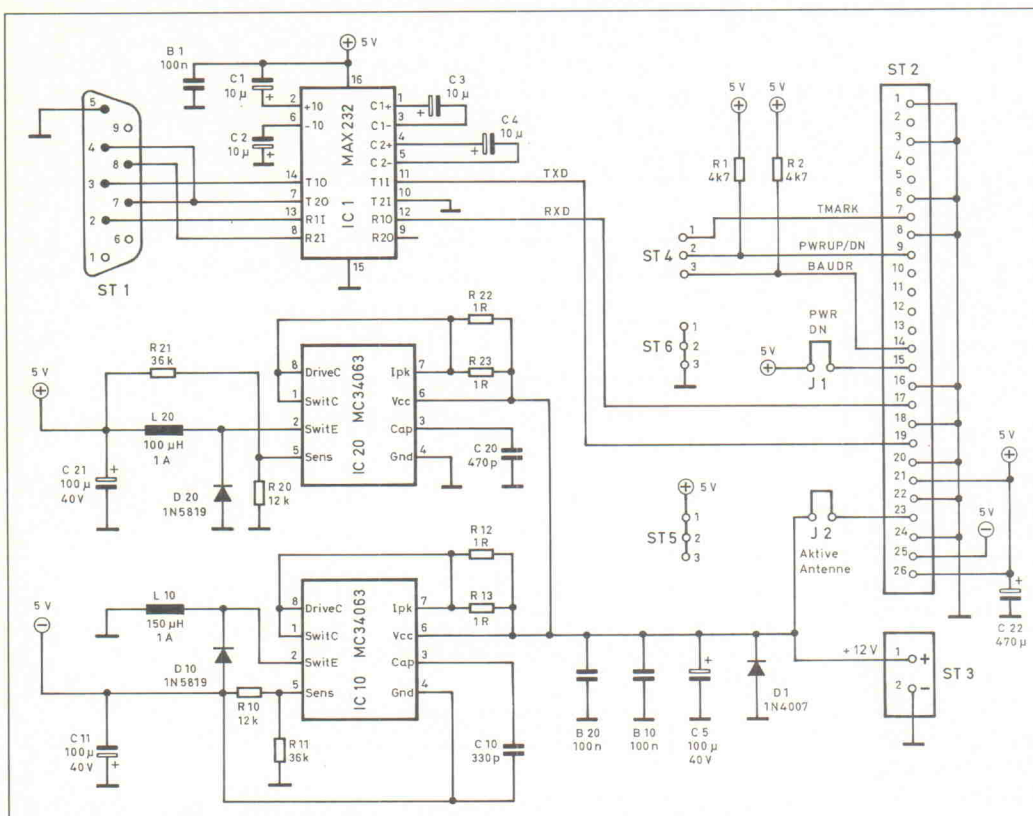
NavCore V ist der größte, aber auch preiswerteste Empfänger aus der von Rockwell hergestellten Serie. Er hat eine GaAs-Eingangsstufe, ist komplett in

SMT aufgebaut und wurde als echter Fünfkanaalempfänger mit einer Updaterate von 1 Sekunde und für Geschwindigkeitsbereiche bis 1000 m/s ausgelegt, dürfte also bei Nichteinführung des Tempolimits auf deutschen Autobahnen ausreichende Reserven bieten. Ein Zulassungsverfahren bei der Bundespost ist in Vorbereitung und sollte noch in diesem Jahr abgeschlossen sein. Die hohe Eingangsempfindlichkeit des NavCore wird mit einem gewissen Stromhunger erkauft. Deshalb wurde die Versorgungsplatine so ausgelegt, daß sie 300 mA bei +5 V und 150 mA bei -5 V liefern kann – auch wenn diese hohen Werte niemals erreicht werden dürften. Ein Interface-Modul, das mit einem MAX232 arbeitet, erlaubt die Kommunikation mit dem PC oder Laptop über eine serielle Schnittstelle. Das Entwicklungsmodul ist so aufgebaut, daß NavCore und Versorgungsplatine eine Einheit bilden. Sie können auf Wunsch in einem Gehäuse montiert werden, allerdings muß man sich dann vorher Gedanken über den rechtzeitigen Anschluß des Antennenkabels machen. Dieses muß über einen SMA-Schraubverbinder am Modul angebracht werden, eine Übung, die am besten zur Schonung der Fingernägel nur mit Werkzeug (Schraubenschlüssel) ausgeführt wird.

Ansonsten ist der Aufbau unkompliziert: Die Versorgung erfolgt mit 12 V Gleichstrom, kann also aus dem Zigarettenanzünder erfolgen. Auf korrekte Polarität ist unbedingt zu achten, da sonst die Schutzdiode D1 den Eingang nach besten Kräften kurzschließt. Die Glättungskondensatoren fangen schnelle Spannungsschwankungen ab, sehr kurze Spitzen werden über die beiden 100nF-Kondensatoren kurzgeschlossen. Der von Motorola hergestellte MC34063 ist ein speziell für Schaltnetzteile entwickelter Pulsweiten-Regler mit integrierter Spannungsreferenz (1,25 V). Die Platine enthält 2 Abwärtsregler für +5 V und -5 V.

## Zwei einfache Wandler

Zunächst sei der +5 V-Step-Down-Konverter beschrieben. Die Strombegrenzung besorgen zwei parallel geschaltete 1-Ohm-Widerstände R22 und R23. Der die Schaltfrequenz regelnde Kondensator C20 wurde für 50 kHz ausgelegt. Die Ausgangsspannung (5 V) wird über den Spannungsteiler R21/R20 auf den Eingang des integrierten Komparators gelegt, der mit einer eingebauten 1,25-V-Referenz arbeitet und den mit C20 betriebenen On-chip-Oszillator bei Überschreiten der Referenzspannung ausschaltet. In eingeschaltetem Zustand lädt eine über den Oszillator getriggerte Leistungsstufe den Kondensator C21 über die Spule L20 auf. Durch die Induktivität der Spule ist die Änderungsgeschwindigkeit der Stromstärke und damit der Aufladung begrenzt, an C21 und am Ausgang können trotz der höheren Eingangsspannung von 12 V keine Überspannungen auftreten. Schaltet der integrierte Leistungstransistor (Pin 2/IC20) ab, dann wird die in L20 gespeicherte Energie über D20 wieder an C21 und den 5-V-Ausgang abgegeben. Es erfolgt in beiden Phasen ein Energietransport nach C21, diese Schaltung ist mit recht hohen Strömen belastbar.



**Bild 2.** Die Schaltung der beiden Spannungswandler ist wenig aufwendig. Über ST5 und ST6 können weitere 5-V-Verbraucher versorgt werden.



## Zu PRN, Korrelation und anderen Dingen

GPS-Empfänger sind ein gutes Beispiel für die zunehmende Bedeutung digitaler Signalverarbeitungstechniken. Insbesondere zeigen sie die Vorteile der Verwendung von PRN-Codes (PRN = Pseudo-Random Noise = Pseudo-Zufalls-Code) auf, denn alle GPS-Satelliten senden auf der gleichen Trägerfrequenz von 1,57542 GHz gleichzeitig mit ihren unterschiedlichen PRN-Codes und können trotzdem nicht verwechselt werden – ganz im Gegensatz übrigens zum russischen Glonass-System, dessen Satelliten mit geringfügig versetzten Kanalfrequenzen arbeiten. Die Erkennung der Codes geschieht über ein einfaches Korrelationsverfahren. Solche Korrelationsprozeduren sind im wesentlichen gewichtete Mittelwertbildungen und finden sich über einen weiten Bereich von Anwendungen verstreut; ob es generell um Mustervergleiche geht oder die Arbeitsweise neuronaler Netze, um Entscheidungsmatrizen bei Multisensorsystemen oder die Berechnung von Fourier-Koeffizienten: Immer korreliert man Signale (mit sich selbst, mit anderen Signalen, mit Gewichtungsfaktoren) und erhält Informationen über die Phasenlage und den Grad der Ähnlichkeit beziehungsweise Zugehörigkeit.

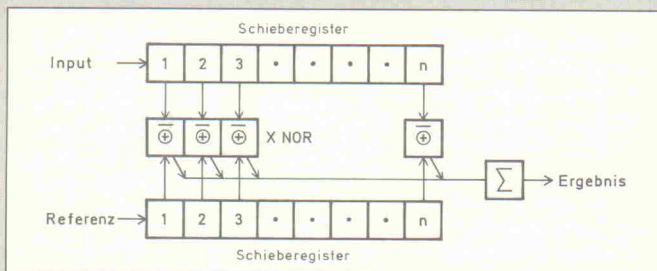


Bild 3. Prinzipschaltung eines digitalen Korrelators.

Beim GPS ist man an der Phasenlage der einzelnen Satellitensignale interessiert. Der C/A-Code wiederholt sich mit einer Frequenz von 1 kHz, hat also eine Wellenlänge von etwa 300 km. Innerhalb des Codes folgen die einzelnen Bits mit einer Frequenz von 1023 kHz, so daß ihre 'Wellenlänge' bei etwa 300 m liegt. Noch genauere Auflösung erhält man entweder durch Verwendung der zweiten, militärischen Frequenz im L2-Band bei 1227,6 MHz oder durch Phasenbestimmung innerhalb der einzelnen Code-Bits. Ist die Position erst einmal genau genug bekannt, kann man es durch Phasenmessung der Trägerwelle auf die Spitze treiben: Die Wellenlänge des Trägers liegt bei circa 20 cm, so daß Genauigkeiten von 2 mm bei bestimmten, in der Geodäsie verwendeten DGPS-Geräten erreichbar sind.

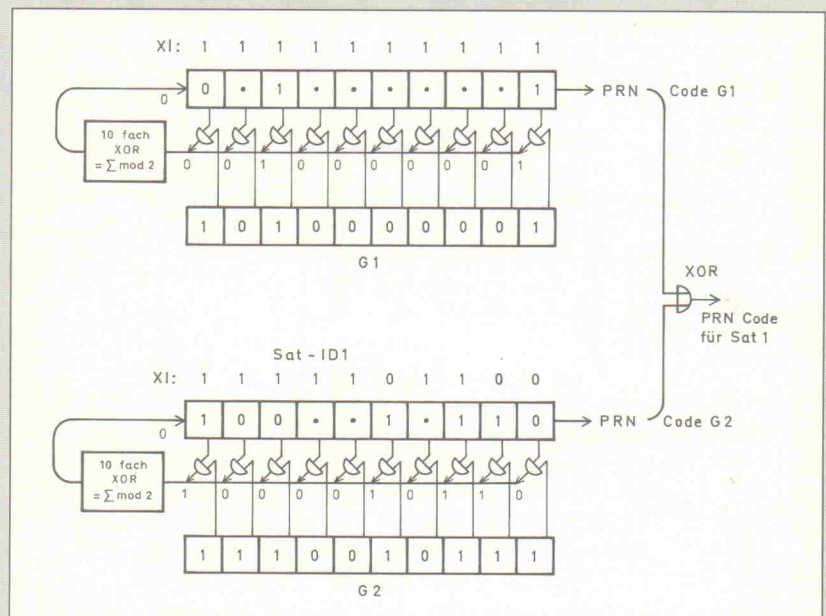
Der Code wird in einem Schieberegister ausgewertet, indem man die Übereinstimmung mit einem bekannten Referenzcode untersucht, der natürlich als fertiges 'Muster' irgendwo im Empfänger gespeichert sein muß: Jedes richtig gesetzte Bit wird zum gewichteten Mittelwert addiert, jedes falsche Bit von ihm abgezogen. Die dazu erforderliche Wahrheitstabelle entspricht der eines Exklusiv-NOR-Gatters: 2mal L  $\Rightarrow$  H, 2mal H  $\Rightarrow$  H, sonst L am Ausgang. Der Beispiel-Korrelator aus Bild 3 sollte also bei kompletter Übereinstimmung einen Korrelationsfaktor von 8/8 ausgeben, das heißt, alle 8 Bits stimmen überein. Man sieht, daß ein 01010101-Code (Beispiel) 4mal auf eine scheinbar korrekte Phasenlage fallen würde, jedesmal mit maximaler Korrelation. Ein idealer Code hingegen dürfte nur einmal, und zwar bei

korrekter Lage, mit dem Vergleichscode voll korrelieren; in allen anderen Fällen sollte der Korrelationsfaktor möglichst klein sein. Solche geeigneten Codes sind die Barker-Codes. Sie werden beispielsweise bei Radar-Geräten verwendet, um die zeitliche Verzögerung eines reflektierten, länger dauernden Signals, dem ein Barker-Code aufmoduliert wurde, exakt erfassen zu können. Bild 5 zeigt einen 8 Bit langen Code, der nur bei korrekter Phasenlage eine positive Korrelation aufweist. Da vollkommen zufälliges Rauschen im Mittelwert 0 ergibt, kann ein sehr schwaches Signal durch wiederholte Korrelation soweit 'verstärkt' werden, daß es schließlich klar erkennbar wird: die (digitalisierten) Signalamplituden werden nicht in ja/nein-Entscheidungen verglichen, sondern man besetzt zum Beispiel den 0-Referenzwert (L) mit -1 und den H-Wert mit +1. Die schwachen Signalwerte mit ihren schwankenden Pegeln liegen um Null herum; wenn sie mit L oder H multipliziert werden, ergibt vorhandene Korrelation positive Werte, unkorrelierte Signale werden negativ. Korreliert man über einen ausreichend langen Zeitraum, ist eine klare Aussage über das Vorhandensein des Signals möglich. Ein Problem bleibt dabei anfangs die Einstellung der korrekten Phasenlage.

Bei der Autokorrelation verwendet man das Signal und korreliert es mit einer phasenverschobenen Kopie seiner selbst. Man kann so Anomalien aufspüren, und das Verfahren hat eine weite Verbreitung in den verschiedensten Anwendungsbereichen gefunden. Der Vorteil ist, daß sich die Umrechnung in die Frequenzdomäne erübrigt. Die 'andere' Korrelation nennt sich Kreuzkorrelation (cross correlation). Hier werden zwei verschiedene Signale miteinander verglichen, meist wird dabei nach dem Vorhandensein einer bekannten Signalfolge in dem anderen Signal gesucht.

Für eindeutige Phasenbestimmung geeignete Codes dürfen keine sich innerhalb ihrer Periode regelmäßig wiederholende Sequenz haben, und die Zahl der Übereinstimmungen bei Verschiebung sollte möglichst gering sein. Aufgrund der Aperiodizität entsteht so ein Pseudo-'Rauschen', deshalb nennt man sie PRN-Codes. Irrationale Zahlen, die gern in 'Zufalls'-Generatoren von Computern verwendet werden, erzeugen aufgrund ihrer Nachvollziehbarkeit auch Pseudo-Zufallsfolgen und keine 'echten' Zufälle. Ein recht einfaches Mittel zur Herstellung von PRN-Codes ist ein Schieberegister, bei dem einzelne Bits miteinander verknüpft und die Ergebnisse dann wieder an den Eingang zurückgegeben werden. Bild 4 zeigt einen schematischen Generator-Aufbau zur Erzeugung der einzelnen Satelliten-Codes. Die

Bild 4. Prinzipschaltbild für den Code-Generator eines Satelliten.





damit entstehenden Signalfolgen sind bei passender Wahl der Stellen aperiodisch und weisen nur niedrige 'Nebenmaxima' auf. Mit einem 10-Bit-Register entsteht ein Code mit einer Länge von  $2^{10}-1$ , also 1023 Bits, denn nur die Folge 0000... ist nicht erlaubt: sie würde den Generator zum Schweigen bringen.

Interpretiert man den Code als eine Folge von Wörtern der Länge des Schieberegisters (hier 10 Bit), kann jedem Bit eine Stelle im Wort mit entsprechender Zweierpotenz zugeordnet werden. Deshalb spricht man von Polynomen und nennt das Verknüpfungsschema der einzelnen Bits ein 'Generatorpolynom'. Der Satelliten-Code wird durch zwei per XOR verknüpfte 1023stellige PRN-Codes G1 und G2 erzeugt: Das G1-Generatorpolynom hat die Form

$$G1 = 1 + x^3 + x^{10}$$

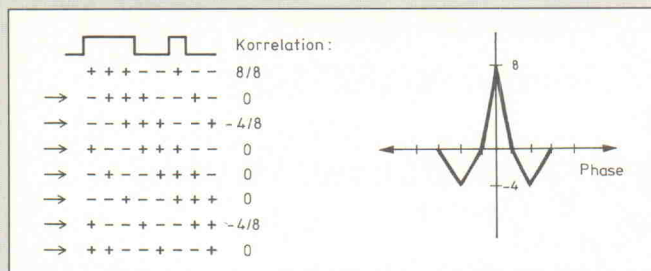
und beginnt, indem alle Schieberegister-Bits = 1 gesetzt werden.

Das G2-Generatorpolynom

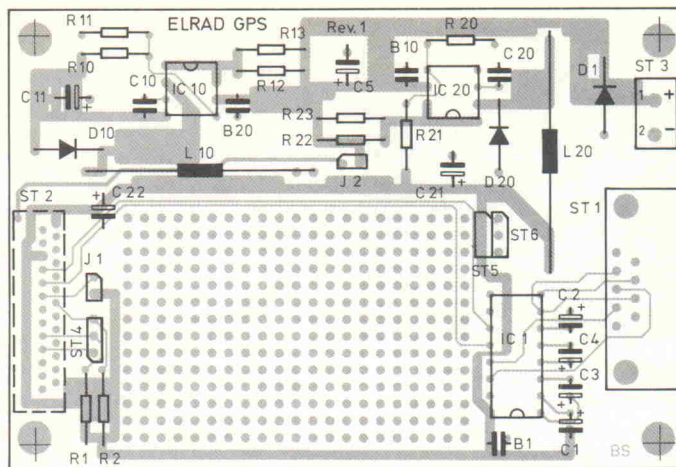
$$G2 = 1 + x^2 + x^3 + x^6 + x^8 + x^9 + x^{10}$$

beginnt mit einem für jeden Satelliten anderen Anfangswert: Nr. 1 beginnt mit 11111 01100, Satellit Nr. 2 zum Beispiel mit 11110 11000. Da auch der G2-Code jedesmal 1023 Zeichen lang ist, bewirkt die unterschiedliche Startsequenz lediglich eine 'Phasenverschiebung' gegenüber den anderen G2-Codes. Erst die Kombination mit dem G1-Code mittels der XOR-Verknüpfung generiert einen eindeutigen, dem jeweiligen Satelliten zugeordneten Code. Das erste und das letzte Bit im Schieberegister müssen immer in den Generator einbezogen werden, da sonst eine andere effektive Registerlänge zustande kommen würde. Die Anfangswerte werden alle 1,5 Sekunden neu gesetzt (X1-Periode). Jeder Code ist von den anderen so stark unterschieden, daß sie, wie oben erwähnt, alle auf der gleichen Trägerfrequenz zur gleichen Zeit gesendet und trotzdem im Empfänger durch Korrelation mit dem gesuchten Code wieder einwandfrei voneinander isoliert werden können. Nicht nur GPS-Empfänger, sondern auch Netzwerke aller Art machen sich PRN-'Kanäle' inzwischen zunutze. Man darf dabei allerdings nicht vergessen, daß die übertragene Datenbitrate pro Kanal im Vergleich zur beanspruchten Bandbreite gering ist.

Nachdem die hier grob umrissenen Techniken in Militärkreisen schon seit vielen Jahren bekannt sind und wegen ihrer hervorragenden Störsicherheit auch in vielen Bereichen angewendet werden, bahnt sich erst jetzt im zivilen Bereich die breite Anwendung digitaler Nachrichtenübertragung an. Ein fehlerfreie Signalübermittlung ist eben nicht nur bei Cruise Missiles wichtig, sondern auch beim Überspielen von Musikstücken vom NDR zum Bayrischen Rundfunk. Der Weg in die Zukunft, so scheint es, ist für Entwickler elektronischer Schaltungen fortan mit einem trockenen Belag aus Mathematikbüchern gepflastert.



**Bild 5. Phasenabhängigkeit der Korrelation:**  
Nur bei einer einzigen Phasenlage ist ein vorgegebenes Muster zu erkennen.



**Bild 6. Bestückungsplan der Stromversorgung.** Im Normalbetrieb muß nur der Jumper 1 gesteckt werden.

Der Step-Down-Inverter arbeitet ebenfalls mit dem MC34063. Hier ist eine Diode D10 zwischen Ausgangs-Kondensator C11 und Eingangs-Leistungstransistor (Pin 2/IC10) geschaltet. Die Spule L10 wird die in ihrem Magnetfeld gespeicherte Energie über D10 an C11 abgeben, sobald am Eingang die Stromzufuhr unterbrochen ist. Bei dieser 'Entladung' erfolgt auch die Spannungs-Inversion. Leider ist die Belastbarkeit der Schaltung begrenzt, da C11 im Gegensatz zum +5-V-Step-Down-Konverter nur in der Sperrphase Ladung zugeführt bekommt. Für die hier herrschenden Bedingungen reicht die Schaltung jedoch völlig aus: Der Wirkungsgrad beider Versorgungen liegt bei circa 80 %.

Der NavCore-Empfänger erhält seine Stromversorgung über ein 26poliges Flachbandkabel, das an den Verbinder ST2 angeschlossen wird. Dieses Kabel (eigentlich handelt es sich hier nicht um ein Kabel, sondern mehr um eine flexible gedruckte Platine) wird in mehreren verschiedenen Längen und Anschlußarten angeboten: Wenn man den Stecker – wie im Bestückungsplan vorgeschlagen – auf der Lötseite anbringt, so ist eine Version mit Kontaktierungen jeweils auf der gleichen Seite nötig. Bei Leitungen mit wechselseitig angebrachten Kontaktierungen kann der Steckverbinder auf der Bestückungsseite angebracht werden, allerdings paßt dann die 'Faltung' der Leitung nicht mehr so gut. Neben der Stromversorgung läuft auch die gesamte Kommunikation über diesen Verbinder. Daneben gibt es einige Pins, mit denen sich der Verbrauch regeln läßt:

Man kann das NavCore in einen stromsparenden Stand-by-Modus versetzen, wenn der Power-UP/DN-Pin (9/ST2) auf 0 V gelegt wird. Dann kann nach einer Wartezeit von 60 ms Pin 21 des 26poligen NavCore-

## Stückliste

Widerstände,  
1%, Metallfilm

R1	4k7
R2	4k7
R10	12k
R11	36k
R12	1R
R13	1R
R20	12k
R21	36k
R22	1R
R23	1R

Kondensatoren

C1	10µF 16V Tantal
C2	10µF 16V Tantal
C3	10µF 16V Tantal
C4	10µF 16V Tantal
C5	100µF/40V
C10	330pF
C11	100µF/40V EKR
C20	470pF
C21	100µF/40V EKR
B1	100nF
B10	100nF
B20	100nF

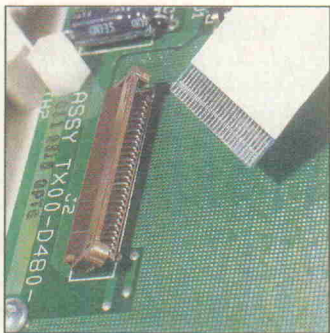
Halbleiter

IC1	MAX232
IC10	MC34063 (Motorola)
IC20	MC34063 (Motorola)
D1	1N4007
D10	1N5819 Schottky 1 A
D20	1N5819 Schottky 1 A

Verschiedenes

L10	150µH, 1 A
L20	100µH, 1 A
ST1	DB9 Male abgewinkelt
ST2	26poliger ZIF-Connector von Axon oder Elco, Kontaktabstand 1 mm
ST3	2polige Schraubklemme
ST4	Pfosten 3x1
ST5	Pfosten 3x1
ST6	Pfosten 3x1
J1	Pfosten 2x1
J2	Pfosten 2x1





**Bild 7. Der 26polige Miniaurstecker sieht zwar auf den ersten Blick nicht gerade vertrauens-erweckend aus, funktioniert in der Praxis aber zufriedenstellend.**

Verbinders von +5 V auf 0 V gelegt werden. Innerhalb dieser Zeit beendet das NavCore nämlich noch laufende EEPROM-Einträge. Eine Unterbrechung in dieser kritischen Phase sollte vermieden werden. Über Pin 21 wird der Digitalteil des Empfängers versorgt.

Die Versorgung des HF-Teils (+5 V auf Pin 26, -5 V auf Pin 25) könnte sofort nach dem Power-Down-Kommando un-

terbrochen werden. Man sollte aber besser warten, bis der Digitalteil seine Aufräumaktion beendet hat und erst dann die gesamte Versorgung bis auf Pin 15 (Keep Alive) unterbrechen. Unterbricht man nicht, wird das NavCore weiter munter Strom verbrauchen: undocumented GPS. Die Keep-alive-Spannung darf bis auf 3 V gesenkt werden. Der Stromverbrauch des NavCore geht dann bis auf circa 50  $\mu$ A zurück. Auf der Stromversorgungs-Platine ist diese ganze Power-Down-Kinematik bewußt ausgespart, da für jede Anwendung andere Forderungen gestellt sind – hier darf also schon das erstemal munter entwickelt werden.

Die Kommunikation zwischen PC und NavCore geschieht über das Interface-IC MAX232. Hier wird der TTL-Level der seriellen Schnittstelle des NavCore auf RS-232-Format gebracht und kann damit an jedes serielle PC-Interface angeschlossen werden. Die Baudrate ist 9600, es wird ein Odd-parity-Protokoll mit 8 Datenbits, einem Start- und einem Stoppbit benutzt. Zur weiteren Erhöhung der Übertra-

gungssicherheit, hier merkt man den militärischen Hintergrund, werden die Datenpakete in Frames angeordnet, die ihrerseits wieder Kontrollsequenzen enthalten. Einige andere Empfänger-Boards, zum Beispiel die OEM-Boards von Motorola und Trimble, verwenden ASCII-Code zur Datenübertragung. Das NavCore hat noch eine weitere Besonderheit zu bieten: ein eigenes Floating-Point-Format. Extended-Float-Zahlen im IEEE-Format haben einen 11-Bit-Exponenten hinter dem Sign Bit, ihre Mantisse beginnt nicht an einer Byte-Grenze und neben Maskierung unerwünschter Bits sind zumindest beim Exponenten auch Schieberegeln vonnöten, bevor eine Assembleroutine mit der Zahl arbeiten kann. Hochsprachler bekommen leider solche Angleichaktionen mit nachfolgender Rückwandlung viel zu selten zu Gesicht, nicht ahnend die Mühen im Verborgenen. Hier endlich zeugt ein Fossil von vergessenen Grundlagen: Rockwell hat, noch aus den Gründertagen, ein hauseigenes CAPS-Format (wie Collins Avionics Precision Standard) über die Jahre gerettet (Man sollte solche Traditionen in

Ehre halten, die EDV hat so wenige ... – dem Autor jedenfalls hat's Spaß gemacht.) Für die (Assembler-)Programmierung von Microcontrollern ist das CAPS-Format allemal besser geeignet als der IEEE-Standard.

Aus diesem Exkurs wird ersichtlich, daß die Datenauswertung einiger Sorgfalt bedarf. Damit es nicht schon am Anfang zu anstrengend wird, wurde dem Board eine entsprechende Software mitgegeben. Mit ihr können sämtliche vom NavCore erhaltenen Informationen analysiert und auch Befehlssequenzen an das NavCore übermittelt werden. Eine Auflistung der einzelnen Messages und ihres Datenformats ist aus den entsprechenden Tabellen ersichtlich. Mit den Almanach-Befehlen sollte man vorsichtig sein. Hier besteht die Gefahr, daß eine längere Denkpause des Empfängers bei falschen Bahndaten die Geduld des Erprobenden überstrapaziert. Wichtig sind in erster Linie die Messages 101 bis 103. Message 101 enthält die Resultate eines mit Message 202 befohlenen Selbsttests. Message 102 zeigt die Bahndaten der



## Der König

unter den Handmultimetern: leistungsstark und zuverlässig.

Besonders sicher durch seine patentierte Automatische Buchsen-Sperre (ABS).

Mit Infrarot-Schnittstelle aufrüstbar zum Mehrkanal-Registriersystem.

Das Einstiegsgerät dieser Serie schon ab DM 295,- + Mwst. (unverb. Preisempf.).

Auskunft und Unterlagen:

Telefon 0911/8602-0

Telefax 0911/8602-343

### Anforderungscoupon für Unterlagen:

Name, Vorname .....  
Firma.....Tel.....  
Straße, PF.....  
PLZ/Ort.....  
Coupon einfach ausfüllen und durchfaxen.



gerade aktuellen Satelliten an, und Message 103 gibt alle bei der Positionsbestimmung ermittelten Daten aus.

## Erste Tips

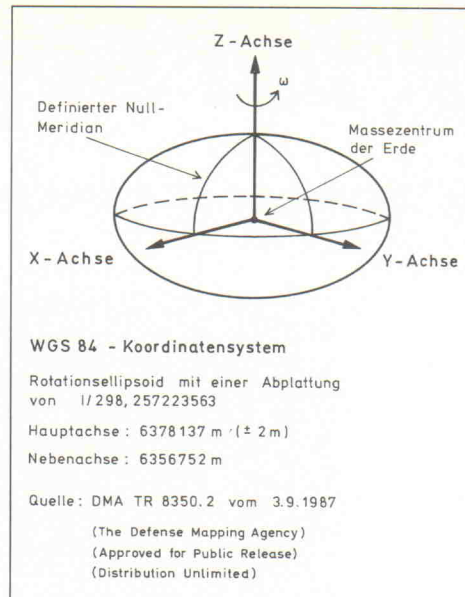
Jeder GPS-Empfänger muß am Anfang eine ungefähre Vorstellung vom aktuellen Wo und Wann haben, damit er sich aus den insgesamt 24 Satelliten die für seinen Empfangsbereich geeigneten aussuchen kann. Je genauer Position und Zeit schon vorher bekannt sind, um so schneller wird nach dem Einschalten die gültige Position errechnet werden können.

Wenn der Empfänger jedoch ohne jede Vorstellung bezüglich Zeit und Ort ist, müssen ihm entweder Initialisierungsdaten übermittelt werden oder es muß der Befehl zum 'Kaltstart' gegeben werden. Im letzteren Fall werden sämtliche Satelliten systematisch gescannt, bis irgendein Signal empfangen wird. Dadurch findet der Empfänger zu neuen Bahndaten und zu Datum und Uhrzeit, so daß er einen Einstieg ins aktuelle System bekommt. Es kann auf diese

Weise allerdings bis zu 15 Minuten dauern, bevor eine gültige Positionsbestimmung zustande kommt. Falls nur 3 Satelliten empfangen werden, kann der Befehl zur 3-Satelliten-Navigation gegeben werden. In diesem Fall schlägt das NavCore eine geschätzte Höhe vor und berechnet auf deren Basis die Position.

Die Koordinaten werden auf der Basis des WGS-84-Systems angegeben. Wahlweise kann man auch x-, y-, z-Koordinaten, bezogen auf den WGS-84-Erdmittelpunkt, benutzen. Derzeit sind noch eine Vielzahl lokaler Koordinatensysteme in Gebrauch, die von Karten abgelesenen Werte muß man oft erst umrechnen. Jedoch gibt es bereits Moving-Map-Programme, mit denen die Position (im WGS-84-System auf einen Straßenplan projiziert) grafisch angezeigt werden kann.

Es empfiehlt sich, vor Erprobung neuer Aufbauten mit Hilfe eines der im Handel bereits erhältlichen Empfänger erste Erfahrungen zu sammeln. Insbesondere sollte auf das Verhalten bei Richtungsänderungen,



**Bild 8. Auf diesem Modell der Erde basiert die Navigation in Europa – beispielsweise auch die Höhenangabe eines GPS-Empfängers.**

schlechter Empfangslage und auf die selbst in Ruhe schwankenden Werte infolge S/A-Politik geachtet werden. Kenntnis der Randbedingungen schützt ein wenig vor falschen Erwartungen. Auf der anderen Seite ist es faszinierend, zu sehen, wie bereits beim Gehen 'mal eben um die Ecke' die Koordinaten wechseln und wie genau im

Vergleich zu anderen Verfahren das einfache GPS immerhin noch ist. Die nächste Ausbaustufe dürfte durch ein steigendes Angebot preiswerter Differential-GPS-Empfänger erreicht werden. Bis zu den berühmten, im ersten Artikel erwähnten 100 DM wird es jedoch noch ein Weilchen dauern. Man sollte nicht darauf warten. roe



VERTRIEBSPARTNER  
 PK elektronik 030/8831058  
 Schuricht 0421/3654-54  
 SPOERLE ELECTRONIC 06103/304-0  
 Schuricht 0711/95755-93  
 Kluxen 040/23701-0  
 Schuricht 02233/92102-0  
 Chr. Tandel 0341/4786758  
 Findler 089/551801-0  
 Carl 0911/8147021  
 Dietterich 0381/76988-90  
 PEWA 02304/6927  
 Conatex 06851/2071

Berlin  
 Bremen  
 Dreieich/Ffm  
 Stuttgart-Fellbach  
 Hamburg  
 Köln  
 Leipzig  
 München  
 Nürnberg  
 Rostock  
 Schwerte  
 St. Wendel

Intelligente Geräte zu Ihrem Nutzen

GOSSEN  
 METRAWATT  
 CAMILLE BAUER

GOSSEN-METRAWATT GMBH

Thomas-Mann-Str. 16-20  
 D-90471 Nürnberg  
 Telefon (0911) 8602-0  
 Telefax (0911) 8602-669



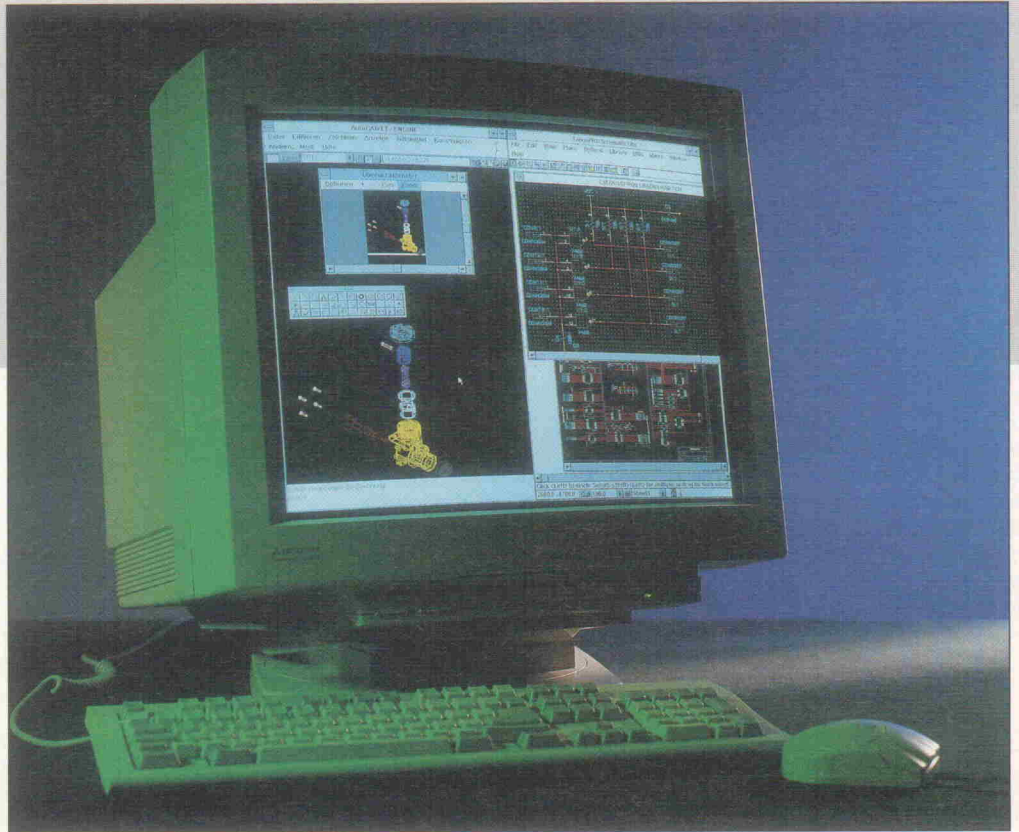
# Auge um Auge ...

Equipment für CAD-Systeme: PC-Grafikkarten und 21-Zoll-Monitore im Anwendertest

Test

Matthias Carstens,  
Martin Klein

Wo früher allenfalls ein vergleichsweise günstiger Preis als Argument für CAD-Applikationen mit IBM-kompatiblen PCs anzuführen war, schmälern heute schnelle Prozessoren und leistungsfähige Videoadapter selbst in puncto Grafik den Abstand zu anderen Rechnerkonzepten. Voraussetzung für ein akzeptables CAD-System ist neben der geeigneten Grafikkarte natürlich eine entsprechende Ausgabeinheit. Beides muß heute schnell, ergonomisch hochauflösend und hinlänglich ökonomisch ausfallen.



**E**s ist noch nicht allzu lange her, daß der DOS-PC für alles geeignet schien – nur nicht für anspruchsvolle Grafik. Verglichen mit den Möglichkeiten mancher Workstations und Apple-Rechner, ja selbst im Vergleich mit einigen der sogenannten Home-Computer, lieferten die ersten bezahlbaren PC-Farbgrafikadapter eher klägliche Resultate bezüglich Auflösung, Farbgebung und Darstellungsgeschwindigkeit. Doch vermitteln heute sowohl die Rechner selbst als auch die hierfür verfügbaren Grafiksysteme längst nicht mehr den müden Eindruck ihrer Vorgänger.

Neben üppigem Speicherausbau und schnellen CPUs auf dem Mainboard steigern moderne Videoadapter mit den komplexen Hardware-Funktionen von Grafikprozessoren ihre Leistungsfähigkeit. Zudem bieten PCs mit 32 Bit breitem VESA-Local- oder PCI-Bus schnellere Alternativen zum

etwas 'angestaubten' 16-Bit-ISA-Bus. Was die Hardware betrifft, weisen aktuelle PC-Varianten jedenfalls Arbeitsgeschwindigkeiten auf, die nicht für alle, aber doch für eine ganze Reihe von CAD-Applikationen ausreichen.

Der vorliegende Artikel beschreibt zunächst sieben unterschiedliche PC-Grafikkarten der gehobenen Preis/Leistungs-Klasse. Sie sollten vor allem ihre Fähigkeiten bei CAD-Anwendungen unter MSDOS und Windows unter Beweis stellen. Weiterhin wurden sechs Monitore in Augenschein genommen, die sich durch 21" Bildröhrendiagonale (der Ordnung halber: ca. 54 cm) und Auflösungen von bis zu 1600 × 1200 Bildpunkten für CAD-Anwendungen anbieten.

Während ein Vergleich der wesentlichen Merkmale der getesteten Monitormodelle unproblematisch erscheint, lassen

sich die vorgestellten Grafikkarten nicht ohne weiteres ein und derselben Kategorie zuordnen: Die überwiegend brandneuen Modelle arbeiten zwar durchweg mit einem 32- oder 64-Bit-Grafikprozessor, der schnelle, festverdrahtete Grafikfunktionen bietet, weisen jedoch Unterschiede bezüglich des Bussystems (ISA, VLB, PCI), des Speicherausbaus oder des D/A-Wandlers am Videoausgang (RAMDAC) auf.

## Board-Test

Der Grafikkartentest hat somit seinen Schwerpunkt beim Einsatz typischer CAD-Anwendungen. Hierzu wurden die Installation und die Funktionen der zu den Karten gelieferten AutoCAD- und Windows-Treiber untersucht. Ein weitergehender Hardwaretest, etwa der Vergleich der verschiedenen Grafikprozessoren, ist ebenso wenig Thema des Tests, wie die Beurteilung der Echtfarb-



Features. Letztere sind zwar insbesondere im Zusammenhang mit den neuesten 64-Bit-Grafikchips interessant, dürften aber für CAD-Anwender aus Bereichen wie Mechanik, Konstruktion oder Elektronik (noch) eine untergeordnete Rolle spielen.

Hardwarenahe Informationen zu vier der vorgestellten PC-Grafikadapter sind in der aktuellen Ausgabe von ELRADs Schwesterzeitschrift c't zu finden [1].

Die Videoboards sollten ihr Können bei Auflösungen von  $1280 \times 1024$  Bildpunkten und Vollbildfrequenzen um 75 Hz beweisen. Dies entspricht in etwa dem, was derzeit bei durchschnittlichem Kostenaufwand für ein PC-CAD-System zu fordern ist und kommt gleichzeitig aktuellen Vorstellungen einer ergonomischen Bildqualität bei 21-Zoll-Monitoren mit nutzbarer Bildfläche von circa  $38 \text{ cm} \times 28 \text{ cm}$  entgegen.

Um auch unter DOS, beispielsweise mit einem der 'üblichen' CAD-Programme für Leiterplatten-Layouts, eine höhere als die Standard-VGA-Auflösung von  $640 \times 480$  Bildpunkten zu erreichen, gibt es – mangels Treiber – oft nur eine Möglichkeit: Die jeweilige Software verfügt über einen Grafiktreiber gemäß dem sogenannten VESA-Standard, wobei oft nur 16 Farben üblich sind (VESA = Video Electronics Standards Association). In das Testergebnis geht somit auch die Kompatibilität zu verbreiteten VESA-Video Modi und die Leistung der hierfür gegebenenfalls erforderlichen Treibersoftware ein. Die meisten der getesteten Karten liefern auch höhe-

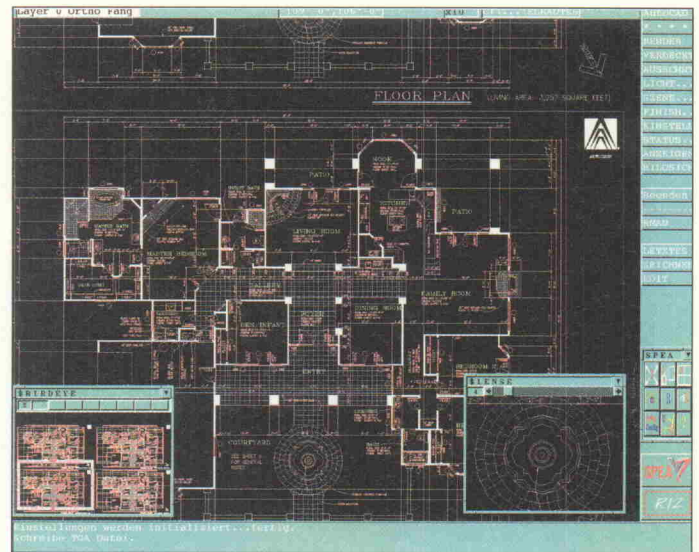
re Auflösungen mit  $1600 \times 1200$  Bildpunkten und mehr. Diese sind im Test jedoch nicht berücksichtigt, zumal nur wenige der vorgestellten Boards derart hochauflösende Bilder mit interessanten Vollbildfrequenzen oberhalb der Ergonomiegrenze von mindestens 75 Hz ausgeben.

## PC-Equipment

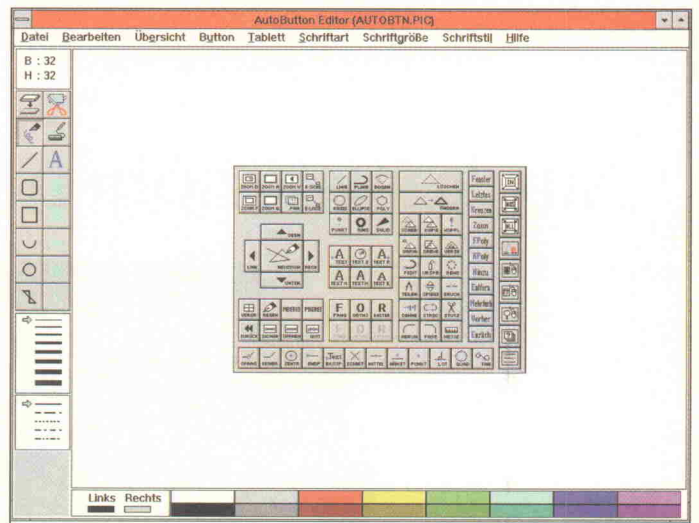
Zum Ausprobieren der Grafikkarten standen zwei PCs mit Intel 486/DX2-Prozessor, 66 MHz CPU-Takt, 256 KBytes Cache und 32 MBytes RAM zur Verfügung. Die Rechner unterscheiden sich durch das vorhandene Bussystem (VESA-Local beziehungsweise PCI-Bus) und somit im Chipsatz und dem BIOS des Motherboards. Zudem sind verschiedene Festplatten und Controller vorhanden.

Die beiden derzeit noch als 'durchschnittlich' zu bezeichnenden Systeme bieten, soweit es den Grafikkartentest und die hierbei verwendete Software betrifft, eine vergleichbare Performance. Während des Tests ergaben sich allerdings Probleme bei PCI-Karten mit einem Vision964-Grafikchip von S3, so daß hier auf einen Pentium-PC ausgewichen wurde.

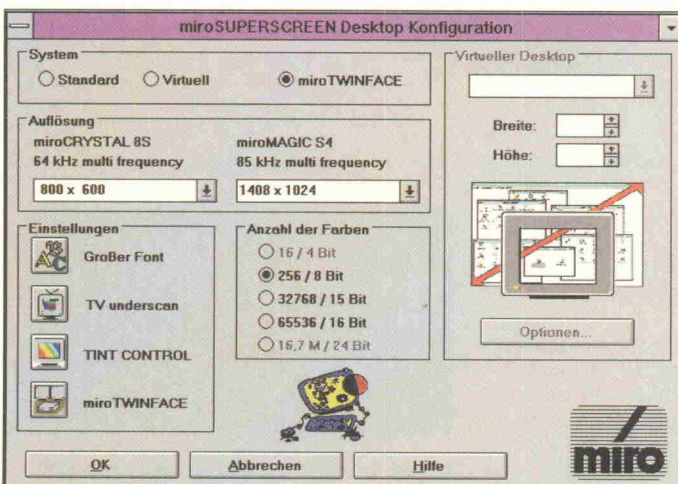
Als 'typische' Softwareanwendungen mußten AutoCad 12 für DOS sowie AutoCad LT 1.0 unter Windows erhalten. Daneben diente das Schaltungsentwicklungssystem Tango Pro vom US-amerikanischen Hersteller Accel mit seinem aufwendigen Demoboard als Funktionstest unter Windows. Zusätzlich wurden die Karten im Anwendertest einer Mixtur aus diversen VGA/VESA-basierenden Appli-



**Bild 1. Fortlaufend aktualisierte Versionen von BigFocus gibt's gratis aus der SPEA-Mailbox.**



**Bild 2. EIZOs AutoButton-Editor erinnert an Windows' Paintbrush.**



**Bild 3. Superscreen von miro konfiguriert zwei Monitore als eine virtuelle Windows-Arbeitsfläche.**

kationen ausgesetzt. Die Betriebssystemsoftware bestand aus MSDOS 6.2 sowie wechselweise MS Windows 3.1 und Windows für Workgroups 3.11.

Zur groben Einschätzung der Arbeitsgeschwindigkeit bei verschiedenen Applikationen sind im Testergebnis entsprechende Vergleichswertangaben zu finden. Diese wurden unter DOS mit dem Programm AutoWatt 3.12 der Duisburger Firma Schneider & Partner ermittelt.

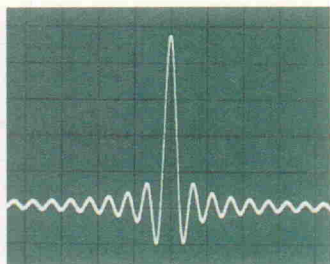
Dieser Benchmark führt automatisch repräsentative ACAD-Funktionen durch und erfaßt die hierfür benötigten Zeiträume. Er berücksichtigt zu je einem Drittel Funktionen und Befehle aus den Bereichen Konstruktion, Zoom und 3D. Zusätzlich werden unterschiedliche Zeichnungsgrößen simuliert. Die ermittelten Werte stehen sowohl in Form eines

Diagramms in ACAD zur Verfügung, als auch per Datenexport für andere Programme. Das Gesamtergebnis wird am Schluß absolut in Sekunden sowie in 'AutoWATT' (AW) – dann bezogen auf einen vorgegebenen Standardwert – ausgegeben. Im Zusammenspiel mit dem Grafikchip des jeweiligen Videoboards lassen sich so die im Test generell verwendeten 32-Bit-Displaylisten von ACAD auf ihre Effizienz überprüfen.

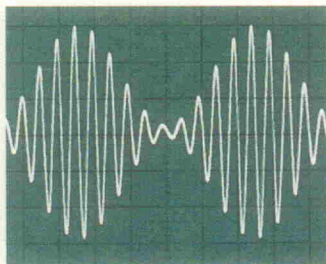
Den Zeitbedarf bei der Ausführung von Windows-Grafikfunktionen nahm der c't-Benchmark für Windows auf [2]. Dieses Programm ermittelt nicht nur die Geschwindigkeit üblicher Standardroutinen wie das Zeichnen von Linien, Rechtecken oder Kurven, sondern offenbart auch instabile Treiber. Zudem mußte ACAD LT eine



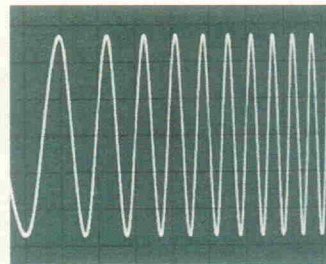
# Von unserem Funktionsgenerator können Sie viel erwarten.



Der integrierte Generator für beliebige Signalformen paßt sich mit 12 Bit, 40 MSample/s und 16 K Speichertiefe Ihren spezifischen Anwendungen an.



Durch die interne AM-, FM-, FSK- und Burst-Modulation ist keine zweite Modulationssignalquelle erforderlich.



Sowohl lineare als auch logarithmische Wobbelung sind eingebaut. Für schnelle und einfache Tests von Filtern und Verstärkern.

## Nur keinen hohen Preis.



### Der 15-MHz Funktions-/Arbitrary Generator HP 33120A. Spitzentechnologie zum Freundschaftspreis.

Der HP 33120A hat es sich zur Aufgabe gemacht, weniger zu kosten, dafür aber mehr zu leisten. Seine Synthesizer-Signalquelle liefert Ihnen Standard- und frei definierte Wellenformen von extremer Stabilität und Genauigkeit. Somit kriegen Sie in jeder Situation problemlos die Kurve. Und es kommt noch besser: Seine eingebauten Modulations- und Wobelfunktionen machen ihn flexibler

denn je. Dabei ist er besonders bedienerfreundlich, läßt sich aber genauso über die serienmäßigen HP-IB und RS-232-Schnittstellen steuern.

Wenn Sie sich jetzt fragen, ob wir uns im Preis vertan haben, oder falls Sie sonst noch mehr über den HP 33120A erfahren möchten, nutzen Sie unseren persönlichen Telefon-Service HP DIRECT. Wir beraten Sie umfassend bei der Auswahl des richtigen Gerätes für Ihre individuelle Anwendung und stellen Ihnen auch gerne kostenlos ein Testgerät zur Verfügung.

Rufen Sie HP DIRECT an.

Deutschland:

Tel. 0 70 31/14 63 33, Fax 14 63 36

Österreich:

Tel. 06 60/80 04, Fax 80 05

Schweiz:

Tel. 01/735-72 00, Fax 735-72 90

Oder schicken Sie uns beiliegende Postkarte.

Ideen werden schneller Wirklichkeit.



**HEWLETT®  
PACKARD**



## Die Grafikkarten im Test

	ATI Mach 64	Matrox MGA Ultima 2	Spea Mercury Pro VL	EIZO Omniverse 60	Miro Magic S4 Power Pack	ELSA Winner 2000 Pro	Diamond Viper Pro
Hersteller/Vertrieb	ATI GmbH Technologies	Matrox GmbH	Spea Software AG	Raab Karcher Elektronik GmbH	miro Computer Products AG	Elsa GmbH	Diamond Computer Systems Inc.
Bus	PCI	PCI	VL	ISA	ISA/VL <sup>2)</sup>	PCI	PCI
Grafikchip	ATI Mach 64	MGA, Rev.2	S3-928	S3-928	S3-801/928	S3-964	Weitek P-9100
Speicher	4 MB	4 MB	4 MB	4 MB	1 MB DRAM <sup>1)</sup>	4 MB	4 MB
	VRAM	VRAM	VRAM	VRAM	4 MB VRAM	VRAM	VRAM
RAMDAC	135 MHz	135 MHz	170 MHz	230 MHz	110/170 MHz	200 MHz <sup>3)</sup>	170 MHz
VESA-Modi	BIOS	Treiber, 4K	Treiber, 4K	BIOS	BIOS	BIOS	BIOS
max. Auflösung, bei VB-Freq.	1280 × 1024, 75 Hz	1600 × 1200, 66 Hz	1536 × 1152, 70 Hz	2048 × 1536, 56 Hz	1600 × 1200, 70 Hz	1600 × 1200, 77 Hz	1600 × 1200, 60 Hz
<b>Messungen</b>							
AutoWATT	55,9 s/64 AW	65,3 s/55 AW	88,1s/41 AW	131,9 s/27 AW	84,4 s/43 AW	siehe Text	lief nicht
c't-Benchmark	3998 ms <sup>4)</sup>	1718 ms	3367 ms	5909 ms	3585 ms	siehe Text	abgestürzt
ACAD LT 'Neuzeichnen'	7,5 s	9,5 s	9,5 s	12 s	10 s	siehe Text	8 s
COM4-Adresse belegt	–	–	✓	✓	✓	✓	–
Zweischirmunterstützung	–	–	✓	✓	✓	✓	–
<b>Besonderes</b>	'Video für Windows'-Beschleuniger on board	200 MHz Version erhältlich	ACAD-Treiber Vollversion ohne Aufpreis	Empfohlen für Monitor EIZO F780i-W Händler	Anschluß für Farbmessung	beliebige Timings, optional BGI-Treiber	Treiber u. Handb. lagen nur als Betaversion vor
Treiberupdates über	Mailbox 0 89/46 09 07-66	Mailbox im Aufbau, sonst kostenlos per Post	Mailbox 0 81 51/26 62 41		Mailbox 05 31/21 13-112	Mailbox, 02 41/91 77-981 Compuserve	Mailbox 0 89/5 46 00 93
Hotline	0 89/46 09 07-77	0 89/61 44 74-333	01 90/51 25 11 gegen Gebühr	0 21 53/7 33-233	05 31/21 13-666	02 41/91 77-211 Compuserve	im Aufbau
weitere Standardtreiber	OS/2, NT	OS/2, NT	OS/2, NT	OS/2, NT		OS/2, NT	OS/2, NT
<b>Bewertung</b>							
Installation	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕
AutoCAD (DOS)	⊕	⊕	⊕⊕	⊕	○	○	–
Windows	⊕⊕	⊕⊕	⊕	○	⊕	⊕	○
VESA-Unterstützung	⊕⊕	○	–	○	⊕	⊕⊕	○
Handbuch	○	⊕	⊕⊕	⊕	⊕	⊕⊕	○
Garantie	5 Jahre	2 Jahre	3 Jahre	1 Jahr	2 Jahre	3 Jahre	5 Jahre
Listenpreis (zzgl. MwSt.)	1564 DM	782 DM	1735 DM	2172 DM	ca. 3000 DM	1737 DM	1243 DM

<sup>1)</sup> Aufrüstbar auf 2 MByte  
Anbieteradressen auf Seite 42

<sup>2)</sup> Auch als ISA/ISA-Kombination erhältlich

<sup>3)</sup> Auch mit 175 MHz RAMDAC erhältlich

<sup>4)</sup> Zoom-Test bei c't-Bench extrem langsam

⊕⊕ sehr gut    ⊕ gut    ○ zufriedenstellend    ⊖ schlecht    ⊖⊖ sehr schlecht    ✓ vorhanden    – nicht vorhanden bzw. keine Angabe

umfangreiche Testdatei neu zeichnen, was dank ACAD-Displaylisten unter DOS weniger als eine Sekunde benötigt – unter Windows aber wesentlich länger dauern kann.

Ein absoluter Geschwindigkeitsvergleich der zum Teil recht unterschiedlichen Grafikadapter ist nur wenig sinnvoll. Die angegebenen Werte sollen vielmehr einen ungefähren Anhaltspunkt über die zu erwartende Geschwindigkeit des jeweiligen Grafikboards in Verbindung mit verschiedenen Programmanwendungen liefern.

### Test zum ersten ...

Allen vertretenen Boards sind gleich mehrere Punkte gemeinsam. So ist die Installation, wenn auch unterschiedlich gelöst, im Grunde unproblema-

tisch. Ungünstig platzierte Umgebungsvariablen oder auf DOS-Ebene zu installierende Windowstreiber sind zwar ärgerlich, aber beherrschbar. VGA und VESA (DOS-Standardtreiber) stehen überall zur Verfügung. COM4, also die Adresse 2E8hex im PC, ist in den meisten Fällen von der 'Graphic Engine' belegt. Andere Geräte/Treiber dürfen hierauf also nicht zugreifen. VESA-DPMS (Display Power Management Signaling) wird von allen Karten unterstützt – wenn auch meist nur unter Windows. Schließlich besitzt jeder der Kandidaten spezielle Treiber-Software für AutoCAD, die bestimmte Befehle virtuell auf der Grafikkarte ausführen. Ein Beispiel ist die ACAD-Funktion 'Neuzeichnen': Mit einem Standard-VESA-Treiber berechnet die CPU das Bild neu, was beim

verwendeten Testfile circa 11 Sekunden benötigte. Mit spezifischem Treiber dauert dieser Vorgang dagegen in der Regel weniger als eine Sekunde.

### SPEA Mercury Pro VL

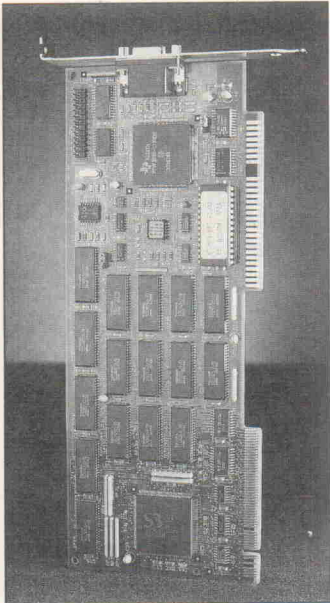
Die Mercury Pro unterscheidet sich von der verbreiteten 2-MByte-Version nur durch einen schnelleren RAMDAC (170 MHz) und 4 MByte Speicher – nicht jedoch in puncto Treiberausstattung oder Geschwindigkeit. Der 32-Bit-Chip 928 von S3 ist schnell (in der VLB-Variante unter DOS sogar sehr schnell) und ermöglicht Echtfarben bis zu einer Auflösung von 1024 × 768 Punkten. Ein 4 KByte großer Treiber sorgt für VESA-Kompatibilität. Leider fehlt hier die für viele CAD-

Programme wichtige Auflösung von 1024 × 768 mit 16 Farben. Auch die DOS-Box in Windows erscheint vernachlässigt: Auflösungen über 800 × 600 sind nicht möglich, und der Bildschirmhintergrund wird nicht richtig gelöscht.

Zur Monitoranpassung dient das DOS-Programm Speatune. Nach Angabe der maximalen Horizontalfrequenz des Monitors kann die Darstellung in jeder Auflösung mittels Testbild und Cursortasten justiert werden. Bis zu sechs Einstellungen lassen sich im EEPROM der Mercury abspeichern.

Unter AutoCAD zeigt SPEAs Bigfocus (Bild 1) überzeugende Leistungen. Zoom, Pan, Neuzeichnen und viele benutzerfreundliche Features lassen kaum Wünsche offen. Die 'Echtzeitlinse' und das Birdseye





(Übersichtsfenster) sind bei Bedarf zusammen mit der ACAD-Befehlszeile auf einen zweiten Monitor auszulagern, was natürlich eine zweite VGA-Karte oder Mercury voraussetzt. Begleitet wird der ausgefeilte Treiber von einem ausführlichen Handbuch.

Mit Bigwin 1.55 stehen drei Utilities unter Windows zur Wahl: Speaview ermöglicht die Umschaltung der Auflösung ohne Neustart. Letzteres aber nur, solange die Farbtiefe nicht verändert wird. Setup stellt die grundsätzliche Auflösung, Farbtiefe und Bildwiederholfrequenz ein. Das sogenannte Speedometer erlaubt es, die Karte unter Windows bis zu sichtbaren Darstellungsfehlern zu beschleunigen. Fehler wurden tatsächlich sichtbar, nur die zusätzliche Beschleunigung blieb in der praktischen Anwendung unbemerkt.

Insgesamt stellt die Mercury ein professionelles Werkzeug mit kleineren Schönheitsfehlern zum günstigen Preis dar. SPEAs ständig weiterentwickelte ACAD-Treiber sind für viele Anwender sicherlich ein gewichtiges Kaufargument.

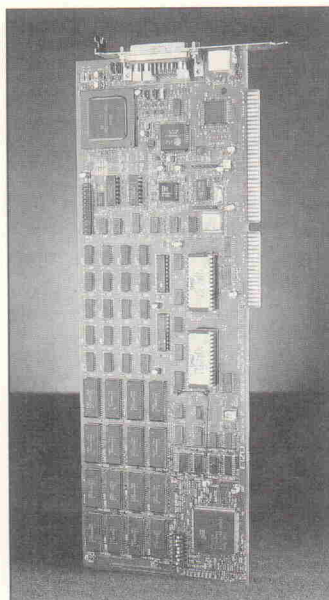
### EIZO Omniverse 60

Diese ISA-Karte bietet unter anderem Grafik mit  $1600 \times 1200$  bei 256 Farben und 77 Hz Bildwiederholfrequenz an – und noch einige höhere Auflösungen. Mit Hilfe des DOS-Programms Omconfig ist erst einmal Timing und Auflösung einzustellen, wobei auch eine Bildjustage geboten wird. Damit ist dann gleichzeitig die maximale Auflösung für Auto-

CAD unter DOS festgelegt. Die Software stellt direkt die geeigneten Videomodi für etliche EIZO-Monitore bereit – andere Modelle werden allerdings etwas stiefmütterlich behandelt.

Unter DOS erfreut EIZO mit im Karten-BIOS implementierten VESA-Modi, so daß kein weiterer Treiber nötig ist.  $1024 \times 768$  mit 16 Farben sind hier möglich, dafür fehlen die VESA-True- und Hicolor-Modi (16,7 Mio. und 64K Farben) in höheren Auflösungen. Da derartige Einsätze wohl eher unter Windows zu erwarten sind, stellt dies keinen ernstesten Kritikpunkt dar. Eher schon der nicht mögliche Wechsel der Windows-Auflösung ohne Neustart der Oberfläche.

EIZOs Treiber für AutoCAD unter DOS bietet professionelle Features: Ein kleines Button-Feld am unteren rechten Rand stellt Zoom in festgelegten Stufen und den direkten Aufruf eines 'Worldview'-Fensters bereit. Über ein sogenanntes 'AutoButton-Tablett' erreicht der Benutzer bei Bedarf schnell die am häufigsten gebrauchten Befehle per Mausklick. Größe des Tablett und die Befehlsbelegung sind frei konfigurierbar. Die dargestellten Maus-Icons lassen sich über ein Paintbrush-ähnliches Windows-Programm auch optisch umdefinieren (Bild 2). Das Worldview-Fenster (auch 'Birdeye') ermöglicht Echtzeit-Zoom und -Panning mit der Maus. Ein bewegliches Fenster läßt sich als 'Lupe' beliebig über der Zeichnung verschieben. Der Zweischirmbetrieb ist allerdings nur mit einer Hercules-Grafikkarte möglich.



Für 'Green Monitors' existiert ein spezieller 'Hardware-Screen-Saver', der etwa im Verbund mit dem von EIZO empfohlenen Monitor F780i-W für ein sauberes Powermanagement in drei Stufen sorgt.

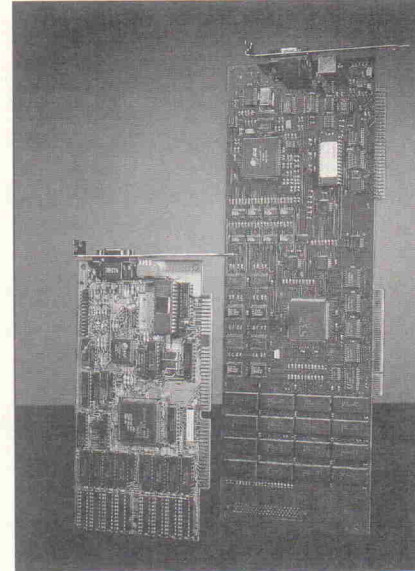
Daß der ACAD-Treiber noch einige Optimierungen verträgt, zeigen Praxistest und AWT-Wert. Unter Windows fällt die Omniverse 60 etwas zurück: Die DOS-Box arbeitet zwar bis  $1024 \times 768$  und 16 Farben, bunter darf es, gleich welche Auflösung, jedoch nicht zugehen. Auch sind die Windows-Treiber vergleichsweise langsam. Für einen noch akzeptablen Preis erhält der Käufer eine Grafikkarte, die vor allem extrem hohe Auflösungen und Refresh-Raten bietet. Zum besseren Durchsatz wäre allerdings eine PCI- oder VL-Bus-Variante wünschenswert. Außerdem sollte EIZO bei den Windows-Treibern ruhig noch etwas Hand anlegen.

### miro MAGIC S4 Power Pack

Unter den sieben Grafiklösungen im Test findet sich ein Duo: Miro schickte ein als 'Power Pack' angepriesenes Bundle bestehend aus einer Crystal 8S mit 86C801-Grafikchip und 1 MByte DRAM sowie einer Magic S4 mit 4 MByte und einem 928er von S3. Die Kombination ist Grundlage einer Zweischirmlösung für AutoCAD und Windows. Letzteres ist zwar noch die Ausnahme, aber Programme wie ACAD für Windows verlangen natürlich nach dem gleichen Komfort, der unter DOS üblich ist.

Die Crystal wird üblicherweise mit einem kleineren (VGA-) Monitor betrieben, wogegen es für die Magic schon ein 20- oder 21-Zöller sein darf. Die Installation gleicht einem Ratespiel, da die zahlreichen Handbücher und Disketten erst einmal in die richtige Reihenfolge gebracht werden müssen. Zumindest bleibt der Anwender dank Kompatibilität zu Standard-VGA-Karten nicht im dunkeln stehen. VESA-Modi, im Bios der Crystal enthalten, ermöglichen die Nutzung einer Vielzahl verschiedener Auflösungen. Wird der Speicher auf 2 MByte aufgerüstet, sind sogar 64 000 Farben bei  $1024 \times 786$  Bildpunkten kein Problem.

Dieser 'Volkswagen' arbeitet nun gemeinsam mit einer 'Profi-karte' zusammen: Mit dem 928-Grafikprozessor und dem 170 MHz RAMDAC der Magic S4 ergeben sich tatsächlich einige auffällige Unterschiede zu anderen Karten in diesem Test – hauptsächlich durch die mitgelieferten Treiber.



Unter Windows schüttet Miro gleich ein ganzes Füllhorn aus, wobei Features wie Farbabgleich, Maßstabskontrolle oder Monitor-Setup einen gelungenen Grundstock bieten (Bild 3). Beide Boards (beziehungsweise die verwendeten Monitore) bilden nach entsprechender Einstellung eine einzige virtuelle Oberfläche ab. Da der 'kleinere' Monitor nur einen Teil vom Bildumfang des 'großen' darstellt, erfolgt hier ein virtuelles Panning, sobald die Maus den Bildrand erreicht.

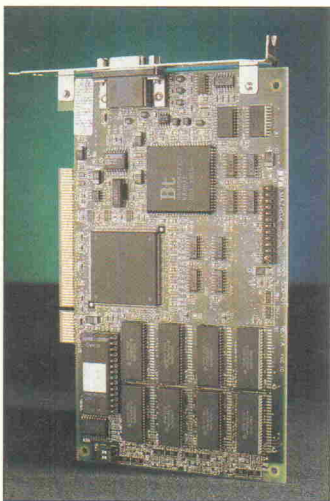
Der Grundgedanke, ACAD und andere Programme unter Windows mit auf einem Zweitmonitor ausgelagerten Fenstern und Dialogboxen zu betreiben, wird von Microsofts Oberfläche nach Kräften sabotiert: Dialogboxen tauchen mal links, mal rechts, mal mittig (und dadurch unlesbar) auf. Hat man alle gewünschten Programme beziehungsweise deren Fenster erst einmal sinnvoll positioniert, ist es wenig vorteilhaft, diese jemals zu beenden. Ansonsten sind meist alle Positionierungen wieder verloren. Eine große Hilfe ist hier das Utility Twinface, mit dem der Anwender zumindest einstellen kann, welcher der beiden Monitore für den Vollbildmodus von Windows zuständig ist.



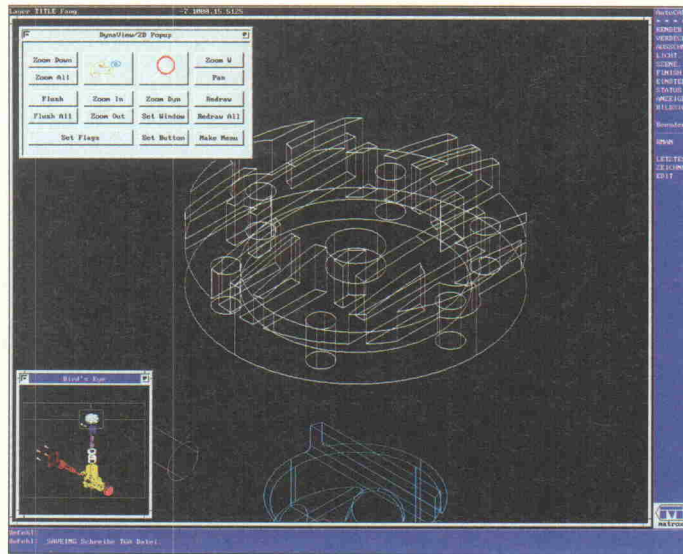
Unter AutoCAD für DOS kann das Miro-Gespann nicht recht überzeugen. Auf dem VGA-Monitor (also der Crystal) sind gerade mal die ACAD-Befehlszeilen ausgelagert. Erst das nächste Treiber-Update soll hier Grafikmodus und Bird-eye ermöglichen. Zwar war den Karten bereits ein TSR-Programm namens mirobird.exe beigelegt, mit diesem erschien auf dem 'kleinen' Monitor jedoch nur ein leeres Rechteck, aber keine Befehlszeilen mehr. Schlimmer noch: Der Versuch, eine beliebige Zeichnung zu laden, führte zum sofortigen Absturz. Auch bleibt beim Beenden von ACAD das letzte Bild der Magic auf dem großen Monitor stehen – nicht gerade ein Fall für Geräte mit Power Saving.

Miros Duett wäre vor zwei Jahren sicher als Vorbild hervorgetreten. Heute jedoch erscheint der anvisierte Verkaufspreis von gut 3000 D-Mark etwas hoch gegriffen, insbesondere wenn die Konkurrenz zum Teil deutlich weiterentwickelte Treiber zu bieten hat.

## Matrox MGA Ultima 2

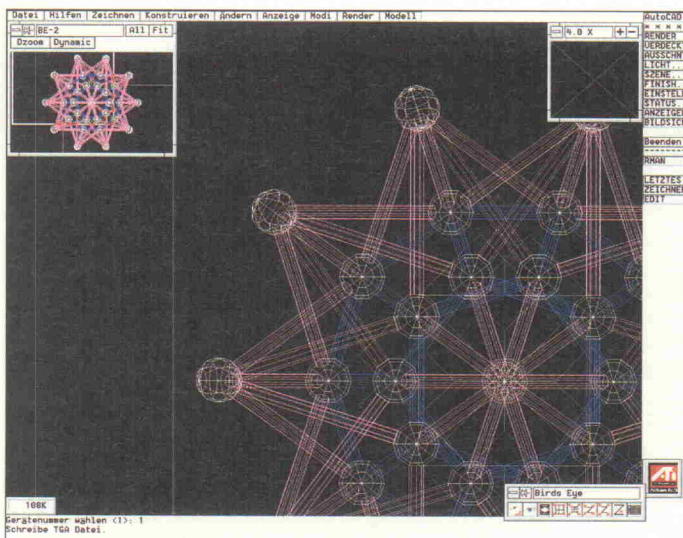


Der kanadische 64-Bit-Spezialist, seit sechs Monaten aktiv direkt in Deutschland vertreten, hat im Truecolor-Bereich unter Windows bereits für Aufsehen gesorgt. Allerdings gelten unter DOS die MGA-Karten als Schlaftabletten. Hiervon ist mit den ACAD-Displaylist-Treibern aber nichts zu spüren. Ganz im Gegenteil, die Ultima raste nur so durch den AutoWATT-Benchmark. Der Praxistest bestätigte, daß Grafikchip und Treiber ein hervorragendes Gespann abgeben, bei dem man nichts vermißt.



**Bild 4. Matrox präsentiert mit Dynaview wichtige ACAD-Menübefehle als Icon-Panel.**

'Dynaview 2-D' nennt sich das Kontrollfeld, von dem aus die Zoom-, Pan- und Lupenfunktionen erreichbar sind (Bild 5). Eigene Buttonbars lassen sich leicht erstellen und konfigurieren. Derzeitiger Treiberstand ist Version 1.41. Diese wird gerade übersetzt; ein deutsches Handbuch ist in Arbeit. Zur Zeit melden diverse Menüfunktionen leider noch 'unbekannter Befehl'. Zu Abstürzen oder echten Funktionsbeschränkungen ist es im praktischen Einsatz jedoch nicht gekommen. In puncto VESA-Treiber leistet man sich bei Matrox eine kaum noch zu unterbietende Minimalsausstattung: gerade fünf Modi in 16 beziehungsweise 256 Farben werden per TSR-Programm unterstützt – darunter glücklicherweise auch 1024 x 768.

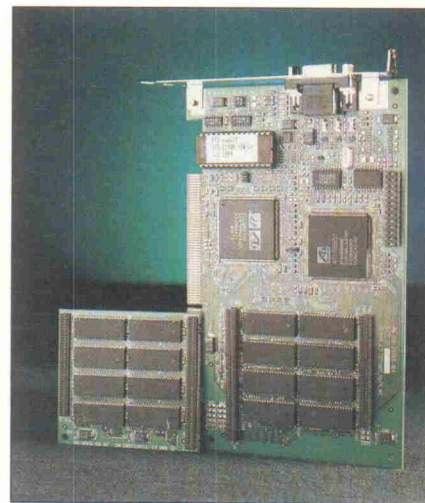


**Bild 5. Bei ATI informiert Soft Engine ständig über den aktuellen Speicherverbrauch der ACAD-Displaylisten.**

4-MByte-Version (Ultima 2+) stellt die günstigste Karte des Testfeldes dar, ohne daß man dafür auf gute CAD-Eigenschaften verzichten müßte.

## ATI Mach 64

ATI bemüht sich um maximale Kompatibilität. Unter DOS lassen sich per VESA-Mode doch tatsächlich alle möglichen Auflösungen der Mach 64 ansprechen – und zwar in allen Farbtiefen! Noch unglaublicher: das Ganze befindet sich direkt auf der Karte und kommt daher ohne zusätzliches Treiberprogramm aus. Auch in der Windows-DOS-Box sind diese Modi alle verfügbar. Ein Wechsel von höheren Farbtiefen zurück auf 16 Farben nimmt die Karte allerdings derart übel, daß nichts mehr zu erkennen ist.



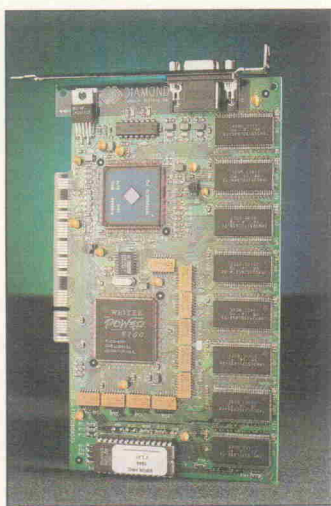
Für AutoCAD liefern ATI, Diamond und der im Test nicht vertretene Anbieter Hercules einen 'Fremdtreiber' von der Firma Vibrant Graphics aus Kalifornien. Bei der Mach 64 handelt es sich um eine erweiterte Version hiervon, genannt 'Soft-Engine' (Bild 5). Ausstattungs, Oberflächendesign und Handhabung bieten professionelle Eigenschaften. Zoom, Panning und Linse sind ebenso wie ein Bird-eye vorhanden. Handbuch sowie Beschriftung der Buttonpanels und Fenster liegen nur in Englisch vor. In der höchsten Aufbaustufe, Version 3, kommt der Anwender in den Genuß weiterer 'Special Features', wobei laut ATI-Deutschland circa 500 US-\$ extra anfallen. In der Testauflösung von 1280 x 1024 mit 256 Farben konnte sich das Board samt Treiber bezüglich der Geschwindigkeit an die Spitze des Teilnehmerfeldes setzen.



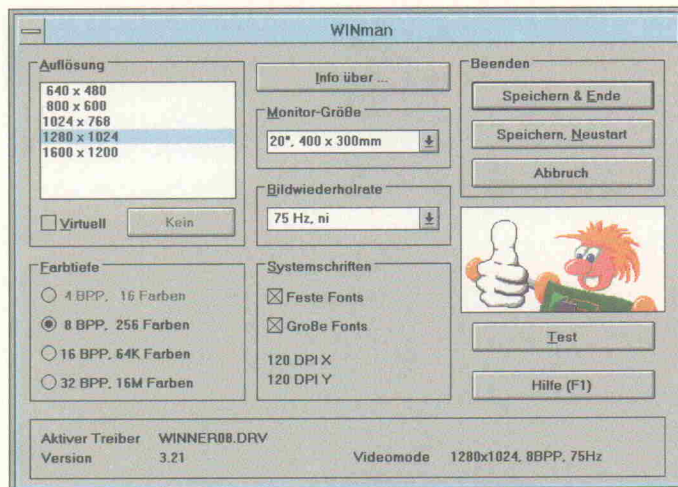
Da die Mach 32 eine der ersten Karten war, welche Auflösungsänderungen in Windows unabhängig von der Farbtiefe und ohne Neustart ermöglichte, überrascht dieses Feature auch bei der Mach 64 nicht. Der mitgelieferte ATI-Desktop beherbergt sechs Utilities: Flexdesk+ ist für die Konfiguration zuständig, (VESA) DPMS für die Power-Save-Funktionen entsprechend ausgerüsteter Monitore. DeskScan ermöglicht virtuelles Zoomen per Hot-Key, WinSwitch das Ändern von Auflösung und Farbtiefe. Color Correction dient dem Farbabgleich beziehungsweise der Kalibrierung. Hierbei erstellte RGB-Sets lassen sich als Datei speichern. Zusätzlich besitzt das Board, wie schon ihr Vorgänger, eine Hardware-Beschleunigung beim vergrößerten Abspielen von 'Video für Windows'-Clips.

Als Wermutstropfen bietet ATI aufgrund des 135-MHz-RAM-DAC keine Modi oberhalb von 1280 x 1024 Pixel. Wer auf höhere Auflösungen verzichten kann, erhält eine verblüffend ausgereifte, schnelle und sehr universelle Karte.

## Diamond Viper Pro



Diamonds Viper nutzt als einzige Karte im Test Weitexs neuen P-9100-Grafikprozessor. Handbuch und Treiber lagen nur in der Beta-Version vor. Auf der Installationsdiskette findet sich zunächst einmal eine Datei namens dpmi.exe. Sie hat jedoch nichts mit 'DOS Protected Mode Interface' zu tun (was 'DPMI' üblicherweise abkürzt), sondern steht für 'Display Power Management Driver'. Mit 'no graphical modes in a DOS-box' informiert eine



**Bild 6. Für WINman hat ELSA bereits eine neue Version mit zusätzlichen Features angekündigt.**

Readme-Datei über einen Mißstand unter Windows, – was natürlich nicht für den Vollbild-Modus gilt. Die Ansteuerung von VESA-DPMS-kompatiblen Monitoren arbeitet in der zum Test zugesandten ersten Version nur dann, wenn sich die CPU nicht gerade im Protected Mode befindet.

Überhaupt ist die Ausstattung sehr mager. Mittels 'Vpromode' lassen sich zwar unter DOS die Videotimings an den verwendeten Monitor anpassen, jedoch keine Bildjustagen vornehmen. In Sachen VESA-Modi werden alle Auflösungen geboten – aber nicht in Hi- oder Truecolor. Für Windows findet sich nur ein Utility zur Konfiguration, welches keinen Auflösungswechsel ohne Neustart ermöglicht. Daß die Viper die verwendete Testzeichnung unter ACAD LT in rekordverdächtigen acht Sekunden aufbaute, verwundert nicht: beim c't-Bench kam es in der Disziplin 'Zoomen' rekonstruierbar zum Absturz. Daraus darf man auf schnelle, aber überzüchtete und unsichere Treiber schließen. Unter AutoCAD (DOS) kommt, wie bei ATI, ein Treiber von Vibrant Graphics zum Einsatz. Allerdings handelt es sich hier nicht um die Soft Engine, sondern den abgespeckten DL-XPress. Ihm fehlen Bird-eye, Lupe, Zoomfenster und ähnliches. Mit anderen Worten: zwar schneller als der Standard-VESA-Treiber von ACAD, aber nicht so komfortabel wie die anderen Produkte im Test. Zwei Wochen vor dem angekündigten ersten Auslieferungstermin der Viper (Mitte Juni), wußte man bei Diamond-Deutschland noch nicht zu sagen, ob zukünf-

tig der zum Test bereitgestellte oder ein anderer Treiber beigelegt wird.

Diamonds Viper Pro ist mit kargen und unausgereiften Treibern versehen. Das Board kann daher (noch) nicht überzeugen und stellt das Schlußlicht im Testfeld dar.

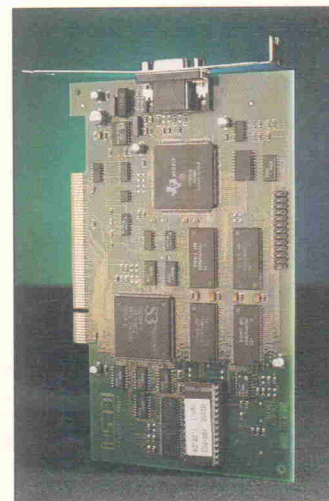
## ELSA Winner 2000 Pro

Auf der 2000 Pro befindet sich ein brandneuer Vision964-Chip von S3. ELSA liefert wahlweise einen 175 MHz RAMDAC oder, gegen knapp 200 D-Mark Aufpreis, das getestete 200-MHz-Modell. Dieses gestattet Auflösungen von 1280 x 1024 mit bis zu 111 Hz bei 256 Farben und 1600 x 1200 mit maximal 77 Hz. Begeistern konnte auf Anhieb das Handbuch: Knapp, klar und präzise formuliert, bietet es auf nur 125 Seiten sogar noch technische Hintergrundinformationen.

Der im Test verwendete PCI-Rechner mit Award Bios 4.5 weigerte sich leider, den 964 überhaupt wahrzunehmen. Selbst VGA funktionierte nicht. Dieser Fehler trat bei anderen Karten mit Vision-Chip identisch auf. Da auf die Schnelle kein aktuelleres Award Bios zu beschaffen war und kein anderer vergleichbarer Rechner zur Verfügung stand, fand der Praxistest mit einem 60-MHz-Pentium-PC statt. Aus diesem Grund entfallen die Benchmarks in der Tabelle, da sie nicht mit den in 486er-Systemen ermittelten Ergebnissen vergleichbar wären.

Unter DOS bietet ELSA ein Programm zur Konfiguration

der Karten-Timings, welches zwar enorme Freiheiten läßt, dafür aber umständlich zu bedienen ist. VESA-Modi stehen, wie bei ATI, quasi vollständig und ohne Extra-Treiber zur Verfügung. Das Handbuch beschreibt zwar einen kompletten ACAD-Treiber, geliefert wird jedoch nur die Grundversion (ELSAadi). Wer auf den gleichen Komfort Wert legt, den einige Mitbewerber pauschal anbieten, muß noch einmal circa 500 D-Mark in die sogenannte CAD-Edition investieren. Dann erhält der Anwender nicht nur ELSAicon, ein grafisches Menüsystem mit den üblichen Fenstern für Worldview et cetera, sondern auch Treiber für P-CAD, MicroStation PC und Generic CAD.



Im normalen Lieferumfang befinden sich auch zwei Windows-Programme: WINman zur Wahl von Auflösung, Bildwiederholrate, Farbtiefe und Monitorgröße, sowie der Bildschirm-schoner POWERman. Dieser setzt einen Monitor mit Power-Save nach VESA-DPMS voraus. WINman bietet in der zum Test vorgelegten Version leider keinerlei Utilities wie Lupe oder Farbabgleich. Bei Erscheinen dieses Heftes soll, laut ELSA, bereits eine neue Version mit stark erweitertem Funktionsumfang ausgeliefert werden. Besitzer einer Winner 2000 können den neuen WINman dann als Upgrade über die ELSA-Support-Mailbox beziehen.

Trotz der Schwierigkeiten beim Test, darf man den Winner 2000 Pro sehr gute Ergonomie-Fähigkeiten bei einem interessanten Preis/Leistungsverhältnis bescheinigen.





## Blick zum Schirm

Entsprechend den Anforderungen an die Grafikkarten liegen zunächst auch dem Monitortest Auflösungen von  $1280 \times 1024$  Pixel bei vertikalen Refresh-Raten um 75 Hz zugrunde. Da leistungsfähige 21-Zoll-Bildschirme in der Regel jedoch eine deutlich größere Investition als etwa eine PC-Grafikkarte darstellen, sollten die zur Begutachtung bestellten Geräte – zumindest in Grenzen – auch zukünftig zu erwartende PC-Video standards unterstützen. So war ein Auswahlkriterium die Fähigkeit,  $1600 \times 1200$  Bildpunkte wiederzugeben. Die Vorgabe einer minimalen Vertikalfrequenz oder Videobandbreite gab es hierbei jedoch nicht.

Alle Monitore im Test arbeiten innerhalb eines mehr oder weniger großen Frequenzbereichs mit quasi beliebigen Videosignalen. Ein Mikroprozessor für die 'intelligente' Interpretation von horizontalen und vertikalen Synchronsignalen zählt mittlerweile ebenso zur Standardausstattung wie das Abspeichern von Bild- und Farbeinstellungen für diverse Video-Timings. Darüber hinaus sind bei allen Geräten Ausstattungsmerkmale vorhanden, die nicht Bestandteil dieses Anwendertests waren.

So versprechen alle Modelle ein strahlungsarmes Arbeitsklima nach einem der Ergonomiestandards TCO 91 beziehungsweise -92 oder MPR II. Diese schreiben jeweils eine bestimmte maximal zulässige Abstrahlung von gesundheitsschädlichen magnetischen und elektrischen Wechselfeldern vor.

Auch halten sich die Monitore bei Bedarf per Energiesparfunktion mit dem Stromverbrauch zurück – in der Regel entweder gemäß US-amerikanischer EPA-Empfehlung oder entsprechend dem sogenannten NUTEK-Standard. 'EPA' steht für die US-amerikanische 'Environmental Protection Agency'; 'NUTEK' bezeichnet das 'Swedish Board for Industrial and Technical Development'. Beiden Gruppierungen ist gemein, daß sie lediglich theoretische Vorgaben bezüglich Energieeinsparung und Kriterien zu deren meßtechnischer Kontrolle formulieren. Die reale Umsetzung der EPA-Energiesparphilosophie ist das VESA-DPMS (Display Power Management Signaling). Hierbei wird der Power-Save-Mode eines Monitors durch Abschaltung des Horizontal- und/oder Vertikal-Sync-Signals gesteuert. Dies erfordert nicht nur eine entsprechende Grafikkarte, sondern auch die Verwendung von separaten Sync-Signalen. Grafikkombinationen, die mit Composite oder Sync auf Grün arbeiten, müssen auf VESA-DPMS verzichten – allerdings sind heute im PC-Bereich in den allermeisten Fällen separate Syncs anzutreffen.



**Bild 7.**  
240 MHz-  
'Testbild-  
quelle' – der  
Videosignal-  
generator  
VG 819.

Als Teil des Ergonomiestandards TCO 92 basiert die einfachere Öko-Variante gemäß NUTEK darauf, daß der Monitor Schwarzschnelle, die für längere Zeit unverändert am Videoeingang anliegen, als Anforderung zum Power-Save interpretiert.

### Prinzipielles

Die Beurteilung der Monitore im Test basiert im wesentlichen auf den Schwerpunkten Bedienung, Dokumentation, Möglichkeiten zur Bildjustierung (hier vor allem die 'geometrischen' Korrekturfunktionen), die Speichermöglichkeiten für verschiedene Videotimings sowie natürlich die gebotene Bildqualität bei diversen Synchronfrequenzen und Auflösungen ( $1280 \times 1024$  beziehungsweise  $1600 \times 1200$  Bildpunkte).

Um die Testgeräte in Verbindung mit einem PC-Grafiksystem auszuprobieren, wurden zunächst mit Hilfe einiger Boards aus dem Kartentest die neuesten ELRAD-Testbilder auf den Bildschirm geholt, die als TGA-Files auch in der ELRAD-Mailbox zu finden sind. Hiermit ließen sich beispielsweise Darstellungsveränderungen bei Veränderung der Auflösung oder der Bildwiederholfrequenz sowie die Reproduzierbarkeit abgespeicherter Einstellungen für bestimmte Videotimings untersuchen.

Testbilder mit exakt kontrollierbarem Signal-Timing, unterschiedlichsten Horizontal- und Vertikalfrequenzen sowie allen möglichen Sync-Arten stellte ein digitaler Videosignalgenerator vom Typ Astrodesign VG 819 zur Verfügung (Bild 7). Das Gerät kam von der Firma TL-Electronic aus München in die Redaktion und zählt zur 30 Kilo-Mark-Kategorie. Es liefert analoge und digitale Bilder mit Auflösungen bis  $2048 \times 2048$  Bildpunkte bei einem maximalen Pixeltakt (dot clock) von

240 MHz – bei Bedarf mit verschiedensten Signalpegeln (analog, TTL, ECL) und hochauflösenden Videostandards wie High Vision/HDTV. Die Frequenzgenauigkeit über die Videobandbreite ist mit 25 ppm spezifiziert.

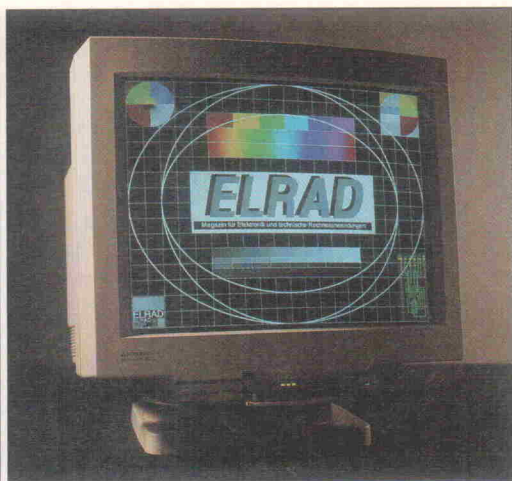
Der Generator sorgte nicht nur für das RGB-Signal und den durchweg verwendeten separaten H/V-Sync, er stellte auch eine Vielzahl vordefinierter, aber individuell manipulierbarer Testmuster bereit. Bei Auflösungen von  $1280 \times 1024$  bei 75 Hz Vollbildfrequenz und  $1600 \times 1200$  bei etwa 90 % der jeweils spezifizierten maximalen Vertikalfrequenz, wurden die im folgenden aufgeführten Testbilder zur Bewertung (siehe Tabelle auf Seite 41) herangezogen.

Ein feines Punktraster und sogenannte 'Burst', also Strichmuster (jeweils 1 und 2 Pixel-Abstand) sollten Auskunft über die Bildschärfe und die störungsfreie Trennung von benachbarten Bildpunkten geben. Die Schärfenverteilung über die maximal einstellbare Bildfläche wurde mittels fünf Character-Felder mit 8-Pixel-Buchstaben (in den Ecken und in der Bildmitte) begutachtet. Zur Kontrolle der Konvergenz, besser gesagt der korrekten Überlagerung der drei Farbstrahlen, dienten übliche Weißfelder und gröbere Gittermuster. Schließlich war die Frage, ob die Bildschirme großflächige Farbfelder ohne nennenswerte Störungen wie Farbverläufe und Moiré-Muster wiedergeben können. Hierzu dienten einfache Graubilder mit 50 % beziehungsweise 70 % Intensität. Bleibt anzumerken, daß die zur Bewertung verwendeten Videotimings durchweg innerhalb der Spezifikation des jeweiligen Monitors lagen.

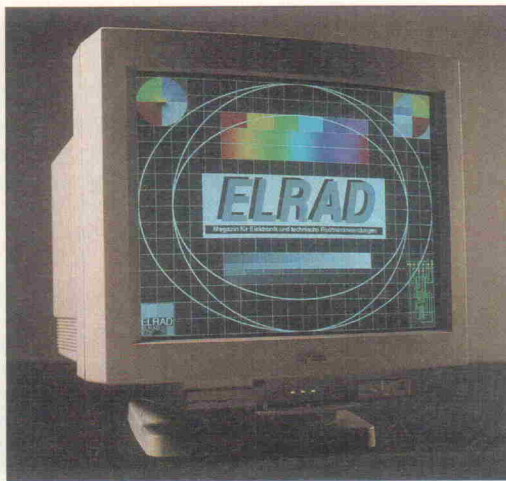
### Mitsubishi Diamond Pro 21T & SPEA 2185 MS

Zwei der Monitore aus dem Testfeld erwiesen sich (leider erst nach Anforderung) als baugleiche Modelle – was allerdings nur fast zutrifft. Spätestens beim Blick auf die Gewichtsangabe fällt der kleine Unterschied in Form einer Differenz von immerhin 1,5 kg auf: während der von SPEA unter eigenem Label als 2185 MS vertriebene Mitsubishi-Monitor mit einem sogenannten Anti-Reflection Panel,

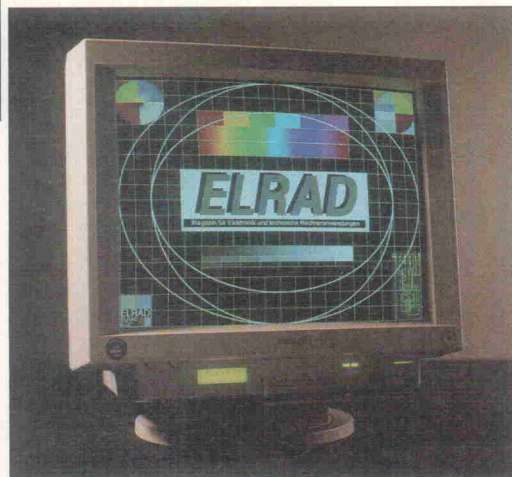




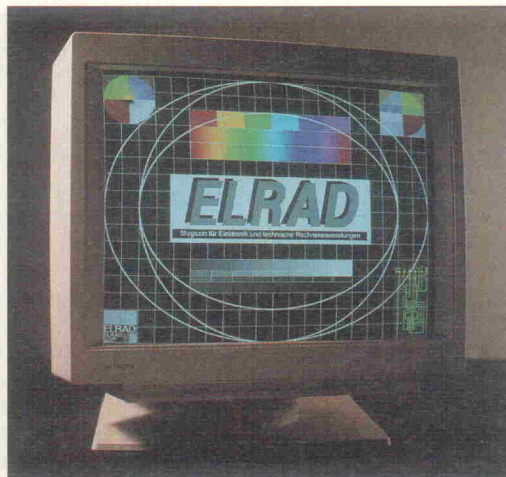
Mitsubishi Diamond Pro 21T



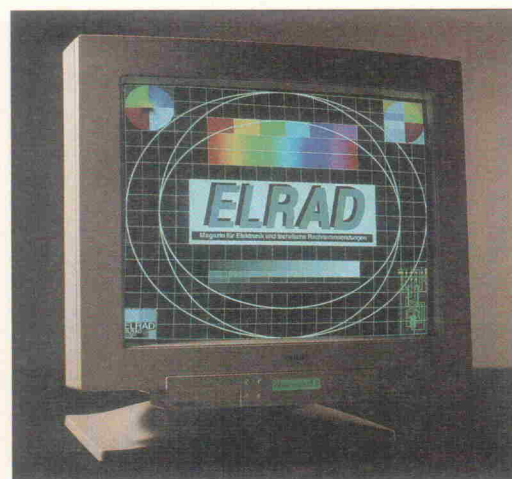
SPEA 2185 MS



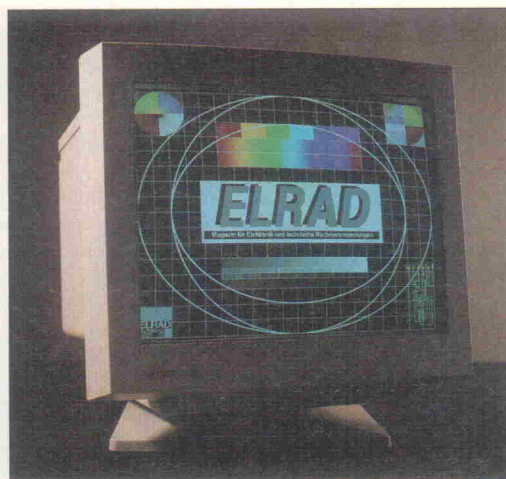
MAG MX 21F



Hitachi CM 2188ME



Philips 21B



EIZO F780i-W

also einer reflektionsmindernden Scheibe, daher kommt, bietet der Diamond Pro hierzu eine leichtgewichtige Beschichtung. Auch verzichtet das SPEA-Modell, im Gegensatz zum Diamond, auf einen zusätzlichen Antistatik-Schutz und bringt zudem andere werksseitige Speicher-Presets mit. Derart durch Schutzbeschichtungen veredelt, wird der 'Original'-Mitsubishi dem Kunden als

Monitor mit spezieller 'DiamondTron'-Röhre offeriert. Man darf dem Pro 21T, gegenüber dem 2185 und einigen anderen Testteilnehmern, auch tatsächlich einen leichten Vorsprung bezüglich Farbbrillanz und Bildschärfe bescheinigen.

Die Handbücher sind genauso fast identisch wie die Geräte: An manchen Stellen fällt die von

SPEA offenbar etwas hastig ausgeführte Überarbeitung auf, etwa bei der französischen Erläuterung zur Pinbelegung der seriellen Schnittstelle – im deutschen Teil des Manuals. Das RS-232-Interface bietet sich übrigens – wie bei Hitachi auch – für die Steuerung der Monitorfunktionen vom PC aus an. Die entsprechende Windows-Software fordert natürlich eine zusätzliche Ausgabe.

Beide Monitore erwiesen sich bezüglich des zulässigen Pixeltaktes sehr viel leistungsfähiger, als dies seitens der beiden Anbieterfirmen vorgesehen ist. Je nach Einstellung der Austast- und Strahlrücklaufzeiten (Schwarzscher, Sync-Impulsdauer), ließen sich Bilder bei bis zu 170 MHz (statt 150 MHz) darstellen – ohne, daß die Bildqualität drastisch darunter gelitten hätte. Die Möglichkeiten zur Bildjustage sind üppig. Features wie eine normale 'grobe' und eine zusätzliche feine, in der Bildrandmitte wirksame Kissenverzerrung, sind keine Selbstverständlichkeit. Allerdings ist die Bedienung vor allem für Neubesitzer erst einmal ziemlich nervig: Die Anwahl höherer Korrektur-Features erfordert oft das Durchtasten durch alle möglichen anderen Funktionen. Die Leuchtkombinationen der fünf LEDs am Bedienfeld, welche die aktuelle Auswahl verdeutlichen sollen, will erst einmal auswendig gelernt sein.

### MAG MX 21F

Als MAG-Distributor verfügt miro mit dem MX 21F über einen echten Preishammer: 21-Zoll und 1600 × 1200 Pixel bei 130 MHz Bandbreite – alles zu einem vorgesehenen Ladenpreis von knapp 5000 D-Mark.

Trotz dieses Kampfprieses, braucht sich der MX in puncto Bildqualität vor Mitbewerbern am Markt nicht zu verstecken. Neben dem F780i-W von EIZO ist er das einzige Gerät im Test, das mit komplettem TCO-92-Zertifikat (Strahlung und Power-Save) angeboten wird. Der 'green monitor' überrascht mit horizontaler und vertikaler Konvergenz-Korrektur, was der gebotenen Wiedergabequalität bei verschiedenen Videotimings sehr zugute kommt. Im Test verlor der MAG lediglich in der hohen Auflösung ein wenig an Schärfe und einheitlichem Farbton.

So positiv die LCD-Anzeige mit Ausgabe der jeweils empfangenen H- und V-Frequenzen bei User-Presets auffällt, so wenig erbaulich ist die Beschaffenheit sonstiger äußerer Gerätekomponenten: Der Fuß des MX hält jeweils so lange in seiner Verankerung, bis man das Gerät anhebt. Hier wurde leider am falschen Ende gespart. Dafür bietet sich allerdings ein Leckerbissen, beispielsweise für kombinierte Macintosh/PC-Be-



# CAD-Monitore: Das Testfeld auf einen Blick

	EIZO FlexScan F780i-W T92	Hitachi CM 2188ME	MAG MX21F	Mitsubishi Diamond Pro 21T <sup>6)</sup>	Philips 21B	SPEA 2185MS <sup>6)</sup>
Hersteller o. Vertrieb	Raab Karcher Elektronik GmbH	Hitachi Sales Europe GmbH	miro Computer Products AG	Mitsubishi Electric Europe GmbH	Philips GmbH Office Systems	SPEA Software AG
Horizontalfrequenz	45...100 kHz	30...85 kHz	30...80 kHz	30...85 kHz	30...82 kHz	30...85 kHz
Vertikalfrequenz	55...120 Hz	50...150 Hz	50...120 Hz	50...152 Hz	50...160 Hz	50...152 Hz
Videobandbreite	200 MHz	135 MHz	130 MHz	150 MHz	150 MHz	150 MHz
max. Auflösung	1600 × 1200	1600 × 1200	1600 × 1200	1600 × 1200	1600 × 1280	1600 × 1200
Bildröhre / Maske	FlatScreen, Matrix	Flat Square, Invar shadow, Matrix	Flat Square, Invar shadow, Matrix	DiamondTron, Tension mask, Streifen	Flat Square, Invar shadow, Matrix	In-Line, Tension mask, Streifen
<b>Bildröhrendiagonale</b> Front/Beschichtung <sup>8)</sup>	55 cm (21") AR-"ErgoPanel"	54 cm (21") AR-P	54 cm (21") AR-P	55 cm (21") AR-C, AS-C, AG-C	54 cm (21") AR-C, AS-C	55 cm (21") AR-P, AS-C
Lochmaske (dot/stripe pitch)	0,26 mm	0,28 mm	0,28 mm	0,31 mm	0,28 mm	0,31 mm
nutzbare Bildfläche, -diagonale	380 mm × 285 mm 47,5 cm (18,7")	380 mm × 285 mm 47,5 cm (18,7")	380 mm × 285 mm 47,5 cm (18,7")	399 mm × 300 mm 49,9 cm (19,7")	356 mm × 283 mm 45,5 cm (17,9")	399 mm × 300 mm 49,9 cm (19,7")
Ergonomiestandard	MPR II, TCO 92	MPR II	MPR II, TCO 92	MPR II	MPR II	MPR II
Energiesparfunktion	TCO 92	ja (HS u. VS aus)	VESA-DPMS	VESA-DPMS	TCO 92	VESA-DPMS
Leistungsaufnahme (nom.)	160 W	150 W	150 W	150 W	150 W	150 W
Synceingänge <sup>4)</sup>	H, V, H+V, SG	H, V, H+V, SG	H, V, H+V, SG	H, V, H+V, SG	H, V, H+V, SG	H, V, H+V, SG
Videoeingänge	R, G, B analog 0,7 Vpp 75 Ω	R, G, B analog 0,7 Vpp 75 Ω/1 kΩ	R, G, B analog 0,7 Vpp 75 Ω/1 kΩ	R, G, B analog 0,7 Vpp 75 Ω/1 kΩ	R, G, B analog 0,7 Vpp 75 Ω/1 kΩ	R, G, B analog 0,7 Vpp 75 Ω/1 kΩ
<b>Signalanschlüsse</b>	13W3-D-Sub	5 × BNC 1 × 15p-D-Sub (VGA)	5 × BNC 2 × 15p-D-Sub (VGA, MAC II)	5 × BNC 15p-D-Sub (VGA)	5 × BNC 15p-D-Sub (VGA)	5 × BNC 15p-D-Sub (VGA)
Auswahl BNC/D-Sub	entfällt	manuell	manuell	automatisch	manuell	automatisch
Serielle Schnittstelle	-	✓, 8p-DIN	✓, 8p-DIN	✓, 8p-DIN	✓, 8p-DIN	✓, 8p-DIN
<b>Bildjustierung<sup>1)</sup></b>						
Trapez	✓	-	✓	✓	✓ (+L,R-Balance)	✓
Kissen/Tonne	✓	✓	✓	✓ (fein u. grob)	✓ (+L,R-Balance)	✓ (fein u. grob)
Parallelogramm	-	-	-	✓	-	✓
Bildrotation/-linearität	-/-	-/-	✓/-	✓/✓ (vertik.)	-/-	✓/✓ (vertik.)
Konvergenz <sup>5)</sup>	✓ (horiz. u. vertik.)	-	✓ (horiz. u. vertik.)	✓ (horiz.)	-	✓ (horiz.)
<b>Farbabgleich</b>						
Balance (RGB-Verstärk.)	✓ (auch Offset)	✓	✓	✓	✓	✓
Degauss	autom./manuell	autom./manuell	autom./manuell	autom./manuell	autom./manuell	autom./manuell
<b>Speicherfunktionen</b>						
Timing Presets	6	8	26	7	14	10
zusätzl. User-Timings	22	23	8	13	7	10
Farbspeicher justierbar/fest	3/-	1/2	2/1	3/-	1/2	3/-
Maße (B × T × H, mm)	500 × 535 × 486	488 × 534 × 467	503 × 524 × 492	494 × 543 × 493	520 × 540 × 499	494 × 543 × 493
Gewicht (netto)	37,5 kg	37,5 kg	34,5 kg	36 kg	37 kg	37,5 kg
Zubehör	engl./dt. Handbuch	mehrspr. Handbuch	engl. Bedienungsanl.	mehrspr. Handbuch	mehrspr. Handbuch	mehrspr. Handbuch
im Lieferumfang	13W3/13W3- Kabel, spezielles Reinigungs- tuch, Netzkabel	VGA/5BNC-Kabel, Netzkabel	VGA/MAC II Kombi-Kabel Netzkabel	VGA/5BNC-Kabel Netzkabel	(zum Test noch nicht verfügbar) Std.-VGA- Kabel, Netzkabel	VGA/5BNC-Kabel Netzkabel
<b>Bewertung (N/H<sup>7)</sup>)</b>						
Bildschärfe (Dots/Burst)	⊕/⊕/⊕	⊕/⊕/⊕	⊕/○	⊕/⊕/⊕	⊕/○	⊕/⊕
Characters (Ecken/Mitte)	⊕/⊕	⊕/⊕	⊕/○	⊕/⊕	○/○	⊕/⊕
Konvergenz (Gitter/Weiβfl.)	⊕/⊕	⊕/○	⊕/⊕	⊕/○	○/○	⊕/○
Moiré (50 %/70 % grau)	⊕/⊕	⊕/⊕	⊕/○	⊕/○	⊕/⊕	⊕/○
<b>Bewertung (allgemein)</b>						
Bildkorrektur-Funktionen	⊕	○	⊕	⊕/⊕	○	⊕/⊕
Speicherfunktionen	⊕	○	⊕	⊕	⊕	⊕
Bedienelemente/Anschlüsse	⊕/⊕/○	⊕/⊕	⊕/○	○/○	⊕/⊕/⊕	○/○
Dokumentation	○	⊕	⊕	⊕	k. A. (s. Zubehör)	○
Preis/Leistungsverhältnis	○	○	⊕/⊕	⊕	⊕	⊕
<b>Bemerkungen (+)</b>	sehr flexibel bei Farbkorrekturen, große Bandbreite	sehr scharfes Bild, geringe Störungen durch Geräte in der Nähe	LC-Display, MAC II-Anschluß ohne Zusatzadapter, überdurchschnittlich preiswert	flexibel bei Bildkorrektur, sehr klares Bild, Bandbreite größer als spezifiziert	LC-Display, Anschlüsse gut erreichbar, lange Garantiezeit	flexibel bei Bildkorrektur, klares Bild, Bandbreite größer als spezifiziert
<b>Bemerkungen (-)</b>	geringe Grundhelligkeit, VGA-Anschluß nur mit option. Adapter	keine Konvergenz- regulierung möglich, D-Sub/BNC nur an Geräterückseite umstellbar	lockerer Standfuß, RS-232-Port nicht dokumentiert	empfindlich gegen benachbarte Geräte, intuitive Bedienung schwierig	keine Konvergenz- regulierung möglich, mäßige Grundhelligkeit	empfindlich gegen benachbarte Geräte, intuitive Bedienung schwierig
Garantie <sup>2)</sup>	1 Jahr	1 Jahr	1 Jahr	1 Jahr	3 Jahre	2 Jahre
Listenpreis (zzgl. MwSt.) <sup>3)</sup>	7390 DM	ca. 6500 DM	4343 DM	6086 DM	5216 DM	5990 DM

<sup>1)</sup> alle Modelle: Helligkeit, Kontrast, horiz./vertik. Bildgröße und Bildlage

<sup>2)</sup> Garantiezeit ab Werk/Hersteller

<sup>3)</sup> empfohlene Endverkaufspreise lt. Hersteller/Hauptdistributor

<sup>4)</sup> H = separat H-Sync, V = separat V-Sync, H+V = Composite Sync, SG = Composite Sync auf Grün (0,3 V)

<sup>5)</sup> statische Konvergenz (h und/oder v)

<sup>6)</sup> Diamond Pro 21T und SPEA 2185MS im wesentlichen baugleich

<sup>7)</sup> N = 1280 × 1024, 75 Hz / H = 1600 × 1200, Vollbildfreq. je nach Monitorspezifikation

<sup>8)</sup> AR = Anti-Reflection, AS = Anti-Static, AG = Anti-Glare (Überstrahlen), P = Panel (Scheibe), -C = Coating (Beschichtung)

Herstelleradressen auf Seite 42

⊕⊕ sehr gut    ⊕ gut    ○ zufriedenstellend    ⊖ schlecht    ⊖⊖ sehr schlecht    ✓ vorhanden    - nicht vorhanden bzw. keine Angabe



nutzer. An der Gehäuserückseite sind neben BNC-Anschlüssen gleich zwei D-Sub-Buchsen zu finden – je eine für Standard-VGA-Stecker und eine für MAC II-kompatible Verbindungen. Ärgerlich ist die fehlende Dokumentation zur RS-232-Schnittstelle des Monitors – es wäre schon interessant zu erfahren, was hiermit anzustellen ist.

## Hitachi CM 2188ME

Der 2188, eines von Hitachis Top-Modellen, sollte am Ende der Monitor mit der überzeugendsten Grundscharfe im Test sein. Obwohl er mit 0,28 mm eine größere Lochmaske als EIZOs F780i-W aufweist, vermittelte er subjektiv die schärfere Abgrenzung zwischen den Punkten und Linien der Testbilder. Das 1600 × 1200 Pixel große Graufeld meisterte er als einziger Monitor im Test auch bei variierter H- und V-Ablenkfrequenz über das gesamte Bild ohne bemerkenswerte Störungen oder Farbverfälschungen.

So schön das alles klingt – auch bei Hitachi sind natürlich Kritikpunkte zu finden. So ist die gebotene Vielfalt an Korrekturfunktionen bezüglich der Bildgeometrie doch recht spartanisch. Obgleich man in vielen Fällen den Eindruck gewinnt, daß der 2188 auch ohne Features wie Trapez- oder Konvergenzkorrektur gute Bilder liefert, waren bei manchen Videotimings (beispielsweise 1280 × 1600 mit 77 Hz Refresh-Rate und Signalversorgung per PC-Karte) leichte, aber sichtbare unsymmetrische Verzerrungen am Bildrand auszumachen. Es sei dahingestellt, ob diese von der Grafikkarte oder dem Monitor herrührten. Fest steht, daß andere Modelle dem Anwender hier zumindest den Versuch einer Bildjustierung ermöglichen. Da Hitachi sein Gerät nur mit einer Kissenzerrung ausgestattet hat, fehlen dem 2188er mitunter doch Funktionen zur Korrektur unsymmetrischer Bildverformungen.

Negativ, weil oft verwirrend, macht sich auch die Eigenschaft bemerkbar, frisch eingestellte Bildjustierungen nach 10 Sekunden automatisch abzuspeichern. So weit nicht tragisch, wenn hierdurch nicht bereits gespeicherte Sets aus Mangel an freien Speicherplätzen überschrieben werden. Positiv un-

problematisch und durch separate Tasten sehr übersichtlich, ist hingegen die Bedienung – was sich allerdings auch durch die geringe Anzahl der gebotenen Funktionen relativiert.

Wie Mitsubishi und SPEA, bietet auch die Firma Hitachi zu einigen ihrer Monitore eine optionale Kontrollsoftware unter Windows an. Diese erlaubt dank RS-232-Verbindung die Kontrolle aller Bedienfunktionen des 2188 per Mausklick.

## Philips 21B

Philips schickte mit dem 21B ein brandaktuelles Gerät ins Rennen, das in etwa mit Erscheinen dieses Heftes Markteinführung feiern soll. Von drei getesteten Monitoren, die mit Hitachis Flat-Square-Röhre ausgestattet sind, ist der 21B der einzige, für den eine auffallend kleine nutzbare Bildfläche spezifiziert ist. Zum Test war das Handbuch zum Gerät noch nicht verfügbar, so daß nur einige Vorabinformationen Auskunft über die letztendliche Spezifikation gaben. Wie dem auch sei – zu der in der Übersichtstabelle angegebenen ausnutzbaren Bild-diagonale laut Herstellerangabe konnten im Test ohne Schwierigkeiten, sprich nennenswerten Verlust an Bildqualität, ein bis zwei Zentimeter dazugaddiert werden.

Störend wirkt beim Philips 21B die recht geringe Helligkeit, die zum Beispiel für Arbeitsräume mit Tageslichteinfall doch üppiger ausfallen könnte. Lieferte der CM 2188 von Hitachi auch ohne Möglichkeiten zur Konvergenzjustierung in den meisten Fällen ein überdurchschnittlich gutes Bild, krankt der Philips-Monitor sehr viel deutlicher am Fehlen dieses Features. Insbesondere in der hohen Auflösung waren die ursprünglich in weiß generierten Test-Charaktere in den Bildschirmcken von deutlich sichtbaren blauen Linien begleitet. Ebenso ließ der bläulich schimmernde Rand weißer Rechtecke auf schwarzem Hintergrund auf die Notwendigkeit eines Konvergenz-Abgleichs schließen – der aber leider nicht möglich ist.

Zwar kein Ausgleich, aber sicherlich ein positives Feature ist die Möglichkeit, sowohl Trapez- als auch Kissenzerrungen separat wahlweise für den linken oder rechten Bildrand

einzustellen. Einen Anreiz zu manches Interessenten Kaufentscheidung für den 21B könnte zum einen der relativ günstige Preis und zum anderen die auffallend lange Garantiezeit sein. Ebenfalls positiv macht sich das Design bemerkbar. Der Monitor-Standfuß erlaubt Drehungen um nahezu  $\pm 180^\circ$ , und die Anschlüsse an der Rückwand des Gerätes sind ungewohnt gut erreichbar.

## EIZO F780i-W

Der F780 mit Flex-Scan-Röhre, eine hauseigene Spezialität wie das sogenannte ErgoPanel (Reflektionsschutz), ist derzeit das Schlachtschiff unter den EIZO-Monitoren. Zwei Dinge fallen auf den ersten Blick sofort auf: Die gebotene Videobandbreite und – natürlich – der Preis. Für den, der sich etwas leisten kann oder will, bietet EIZO dafür aber auch eine extrem feine Lochmaske und Auflösungen von 1600 × 1200 bei Vollbildfrequenzen oberhalb der Ergonomie-Bedenklichkeitsgrenze von 75 Hz.

Was die Bildqualität betrifft, ergaben sich beim Test erstaunlicherweise bei der hohen Auflösung deutlich bessere Schärfe und Konvergenz als bei der niedrigeren. Der FlexScan erfüllte alle ihm gestellten Aufgaben mit 'gut' – für ein 'sehr gut' in Relation zu den anderen Testkandidaten und dem Preis reichte es allerdings nur bei der

Bildschärfe. Erstaunlich war, daß der Hitachi CM 2188 dem mit Magnetfeldkorrektur gewappneten EIZO-Monitor in puncto Moiré-Muster und Farbverzerrung noch etwas vormachen konnte – wobei man aber nicht vergessen sollte, daß der F780 die hohe Testauflösung im Bereich von 180 MHz Pixeltakt bewältigen mußte, der Hitachi hingegen entsprechend seiner deutlich tiefer liegenden Spezifikation bei etwa 120 MHz.

Bei der Ausstattung zur Farbjustierung gewinnt der FlexScan ohne Schwierigkeiten den Kampf mit allen anderen Testteilnehmern. Neben der bereits erwähnten manuellen Magnetfeldkorrektur sind hier Features wie getrennte Grund- und Normalkontrastregelung zu finden, sowie ein getrennter Farbabgleich für 'intensiv-' und 'normalweiß' jeweils für R, G und B (entspricht Farbsignalverstärkung und zusätzlicher Farbsignal-Offset-Korrektur).

EIZO empfiehlt im übrigen den Betrieb des F780i-W in Verbindung mit der ebenfalls in diesem Artikel beschriebenen Grafikkarte Omniverse 60 – und umgekehrt. *kle*

## Literatur

- [1] M. Bertuch, 'Edle Pixel-Hardware', c't 7/94, S. 148
- [2] M. Bertuch, 'Treiber-Trouble', *Stealth-VRAM von Diamond*, c't 6/92, S. 90

## Anbieter – Monitore und PC-Grafikkarten

ATI Technologies GmbH  
Am Hochacker 2  
85630 Gasbrunn  
☎ 0 89/46 09 07-0  
☎ 0 89/46 09 07-99

Diamond Computer Systems, Inc.  
Landsberger Straße 408  
81241 München  
☎ 08 9/58 09 8-23  
☎ 08 9/58 09 8-71

ELSA GmbH  
Sonnenweg 11  
52070 Aachen  
☎ 0 24 1/91 77-0  
☎ 0 24 1/91 77-6 00

Hitachi Sales Europe GmbH  
Rungedamm 2  
21035 Hamburg  
☎ 0 40/7 34 11-0  
☎ 0 40/7 34 11-1 21

Matrox GmbH  
Insel Kammerstraße 8  
82008 Unterhaching  
☎ 0 89/6 14 00-53  
☎ 0 89/6 14 97 43

miro Computer Products AG  
(Vertr. MAG)  
Carl-Miele-Straße 4  
38112 Braunschweig  
☎ 0 53 1/21 13-0  
☎ 0 53 1/21 13-99

Mitsubishi Electric Europe GmbH  
Gothaer Straße 8  
40880 Ratingen  
☎ 0 21 02/4 86-0  
☎ 0 21 02/4 86-1 12

Philips Office Systems GmbH  
Alexanderstr. 1  
20099 Hamburg  
☎ 0 40/2 85 2-0  
☎ 0 40/2 85 2-12 13

Raab Karcher Elektronik GmbH  
(Vertr. EIZO)  
Lötscher Weg 66  
41334 Nettetal  
☎ 0 21 53/7 33-0  
☎ 0 21 53/7 33-3 31

Spea Software AG  
Moosstraße 18b  
82319 Starnberg  
☎ 0 81 51/2 66-0  
☎ 0 81 51/2 12 58

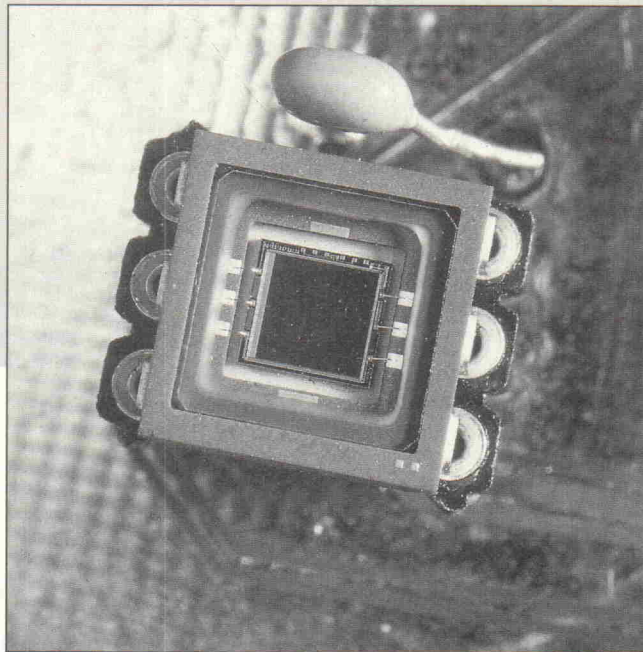


# Infra-Test

## Untersuchung der IR-Empfindlichkeit von CCD-Chips

Franz-Peter Zantis

Normalerweise erwartet man von einem CCD-Sensor eine hohe Empfindlichkeit im Bereich des sichtbaren Lichts. Aber auch dann, wenn spezielle Aufgaben im Infrarotbereich zu lösen sind, lassen sich CCD-Chips vorteilhaft einsetzen. Doch welcher Sensor eignet sich für solche IR-Anwendungen am besten?



**D**em Stand der Technik entsprechend enthalten heutzutage alle elektrischen Kameras CCD-Chips (Charge Coupled Device) für die Bildaufnahme. Als typische Kennzeichen dieser Bauelemente gelten ihre geringe Leistungsaufnahme, die große Schock- und Vibrationsfestigkeit, der geringe Platzbedarf sowie das niedrige Gewicht.

Ein CCD-Chip besteht aus einer Vielzahl winziger Bildaufnehmer (Pixel) auf Halbleiterbasis. Jeder dieser Bildaufnehmer baut eine analoge, zur einfallenden Lichtenergie proportional ansteigende elektrische Ladung auf. Der gesamte Chip stellt ein aus diesen 'Ladungsräumen' aufgebautes Netzwerk in Form einer Matrix dar. Da es praktisch nicht möglich ist, 300 000 bis 500 000 Bildpunkte einzeln zu verdrahten, liest man die Ladungen ähnlich wie bei einem Schieberegister nacheinander aus. Je nach Organisation dieses Auslesevorgangs unterscheidet man dabei verschiedene Verfahren:

- der Interline-Transfer,
- der Frame-Transfer,
- die x-y-Auslesung sowie
- der Zeilen- oder Line-Transfer.

Eine Gegenüberstellung der wesentlichen Merkmale dieser Hauptverfahren ist in Tabelle 1 wiedergegeben.

Für eine spezielle Meßaufgabe [3] soll eine Kamera mit hoher Infrarotempfindlichkeit verwendet werden. Gleichzeitig soll diese Kamera aber ohne Umbau oder Neueinstellungen auch für herkömmliche Überwachungsaufgaben bei normalem Tageslicht einsetzbar sein. Die Realisierung besteht darin, ein optisches Langpaßfilter vor die Optik der Kamera anzuordnen. Dieses Langpaßfilter weist die in Bild 1 gezeigte Transmissionsfunktion auf; lediglich der Infrarotanteil der eintreffenden Lichtstrahlung wird durchgelassen. Nach Ablauf der Messung entfernt man das Filter, so daß man die Kamera für normale Beobachtungs- beziehungsweise Überwachungsaufgaben verwenden kann.

### Spektrale Empfindlichkeit

Für die gestellte Aufgabe benötigt man einen CCD-Aufnahmechip, der über das gesamte Lichtspektrum – angefangen

bei 400 nm bis hinab zum Infrarotbereich bei 1050 nm – eine gute Empfindlichkeit aufweist.

Die älteren CCD-Bildaufnehmer verfügten über eine hohe Infrarotempfindlichkeit und waren deshalb anfällig für den sogenannten Blooming-Effekt. Dieser Effekt entsteht durch eine Begleiterscheinung beim Eintreffen langwelliger Infrarotstrahlung: Der Chip heizt sich auf und übersteuert dadurch. Zum Eindämmen des Blooming wurden große Anstrengungen unternommen, mit dem Ziel, das Empfindlichkeitsmaximum des Bildaufnehmers zum kurzwelligeren Licht hin zu verschieben.

Bild 2 zeigt die spektrale Empfindlichkeit heutiger Bildaufnahme-Chips. Es ist gelungen, das Empfindlichkeitsmaximum zum höherfrequenten Licht hin zu verschieben. Damit ist die Gefahr des Blooming's weitaus geringer.

Im vorliegenden Anwendungsfall ist die selektive Infrarotempfindlichkeit nicht entscheidend, vielmehr erfolgt ein Auswerten der gesamten einfallenden IR-Strahlung. Eine monochrome Betrachtungsweise führt deshalb zu keinem verwertbaren Ergebnis. Es ist notwendig, aus den marktgängigen CCD-Chips einen Typ auszuwählen, der eine vergleichsweise hohe, breitbandige IR-Empfindlichkeit aufweist. Will man unter diesen Gesichtspunkten einen echten Vergleich zwischen verschiedenen Chiptypen quantitativ dokumentieren, so ist dies nur durch entsprechende Mittelwertbildung innerhalb des interessierenden Lichtspektrums möglich.

### Mittelwertbildung

In den Datenblättern wird die Empfindlichkeit von CCD-Chips normalerweise bei einer bestimmten Beleuchtung angegeben. Zumeist handelt es sich dabei um Licht der Farbtemperatur 3200 K. Die Farbtemperatur ist ein Maß für die spektrale Verteilung des Lichtes. In aller Regel ist im Datenblatt zusätzlich die relative spektrale Empfindlichkeit des CCD-Chips in grafischer Form angegeben:

$$E = f(\lambda)$$

mit  $E$  = relative Empfindlichkeit ( $E \leq 1$ )

und  $\lambda$  = Wellenlänge des Lichtes



Typ RG830, Glasdicke 3 mm

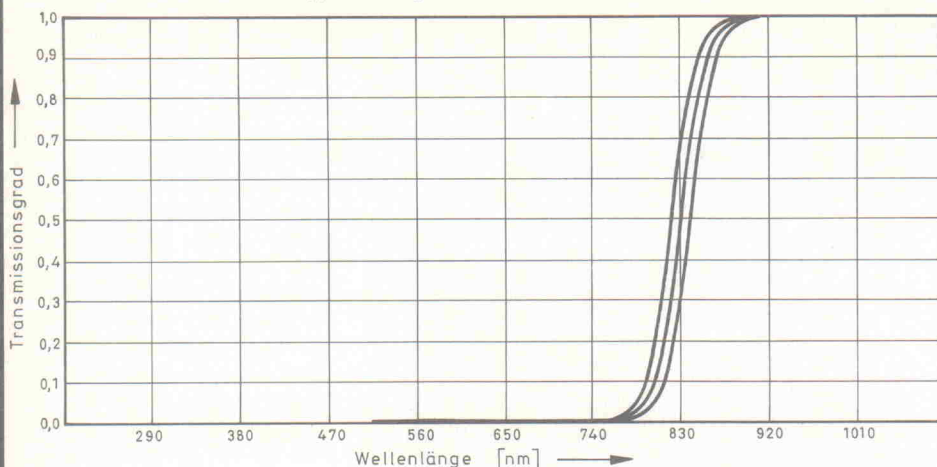


Bild 1. Transmissionsfunktion der IR-Filterscheibe RG 830 mit einer Grenzwellenlänge von 830 nm und einer Toleranz von  $\pm 9$  nm. Der Reintransmissionsgrad eines derartigen Filters beträgt bei der Grenzwellenlänge 50 %.

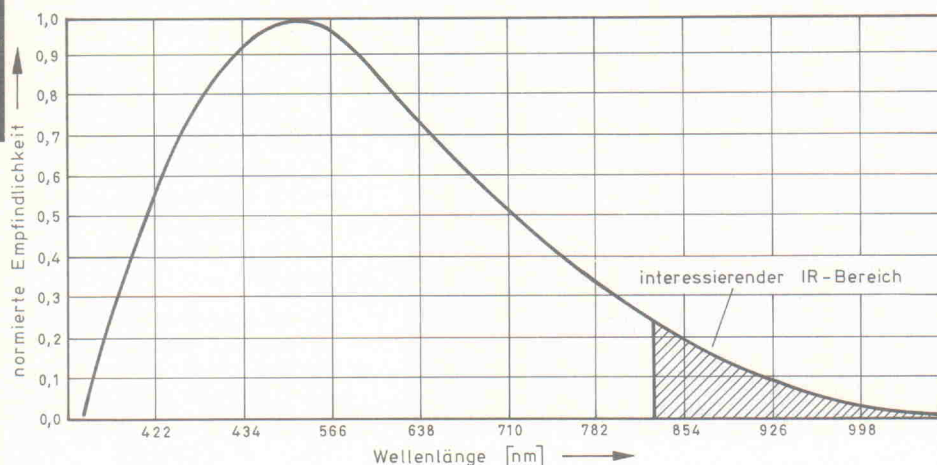


Bild 2. Abgesehen von Spezialfällen liegt das Empfindlichkeitsmaximum bei den heute eingesetzten CCD-Chips weit entfernt vom Infrarotbereich.

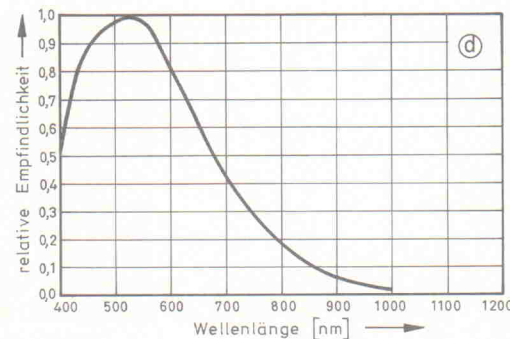
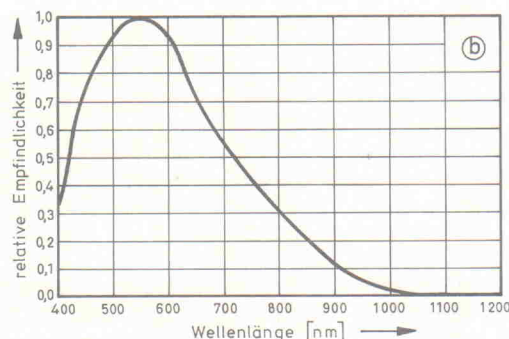
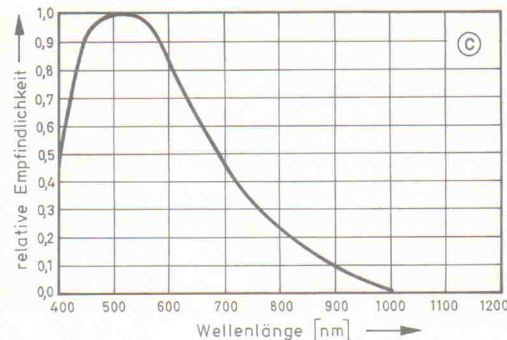
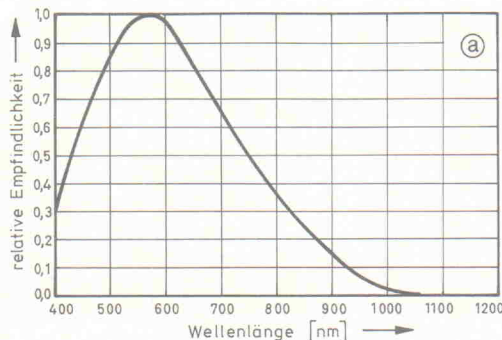
Bild 3. Relative Empfindlichkeit verschiedener CCD-Sensoren: a) ICX 022 BL-3, b) ICX 027 BLA, c) ICX 038 ALA, d) ICX 044 ALA.

Man könnte nun versuchen, eine zeichnerische Mittelwertbildung zu finden. Eleganter und genauer ist es jedoch, diese Arbeit mit Hilfe der Integralrechnung durchzuführen. Voraussetzung dafür ist, daß die spektrale Empfindlichkeitsverteilung des CCD-Chips in analytischer Form vorliegt. Da dies fast nie der Fall ist, kommt man nicht darum herum, vor der Integration eine Regressionsrechnung vorzunehmen.

Auf diese Weise wurden acht CCD-Chips für Aufnahmen in Schwarzweiß hinsichtlich ihrer Infrarotempfindlichkeit miteinander verglichen. Berücksichtigt wurde nur der langwelligere Lichtanteil, für den gilt:

$$\lambda \geq 830 \text{ nm}$$

Die relative spektrale Lichtempfindlichkeit der acht Chips liegt als Kennlinie in grafischer Form vor (4 Beispiele in Bild 3). Zum Berechnen der Ausgleichsfunktion wurden jeder Kennlinie vier Wertepaare entnommen, die im oder etwas über den interessierenden Bereich hinausgehend liegen. Beim Ablesen sind die leicht beziehungsweise eindeutig ablesbaren Kennlinienpunkte vorzuziehen. Im einzelnen gel-



ten die in Tabelle 2 wiedergegebenen Wertepaare.

Die Beschreibung des Zusammenhangs  $E = f(\lambda)$  gelingt im interessierenden Bereich hervorragend mit einem durch Regression ermittelten Polynom zweiten Grades. Bild 4 zeigt die

gute Annäherung des Funktionsgraphen an die Vorgabepunkte des Typs ICX 022 BL-3. Die Regressionsrechnung selbst wurde mit einem Computerprogramm durchgeführt. Für die untersuchten CCD-Chips ergeben sich damit folgende Gleichungen (die Einheiten sind der

besseren Übersicht wegen weggelassen):

ICX 022 BL-3:  
 $E = 5,45 \cdot 10^{-6} \lambda^2 - 0,0116 \lambda + 6,13$

ICX 024 BL-3:  
 $E = 5,18 \cdot 10^{-6} \lambda^2 - 0,0111 \lambda + 5,92$



Kenngröße	Frame-Transfer	Interline-Transfer	x-y-Auslesung	Line-Transfer
Empfindlichkeit	gut	gut	gut	gut
spektrale Empfindlichkeit	mittel	gut	gut	gut
Auflösung	gut	mittel	gut	sehr gut
Moiré-Effekt durch Interferenzen	sehr gut	mittel	gut	gut
Rauschen	sehr gut	sehr gut	mittel	gut
Antiblooming	gut	gut	sehr gut	gut

**Tabelle 1. Eigenschaften von Bildaufnehmern mit verschiedenen Organisationsformen.**

CCD-Typ	Empfindlichkeit
ICX 022 BL-3	0,063
ICX 024 BL-3	0,084
ICX 026 BLA	0,087
ICX 027 BLA	0,154
ICX 038 ALA	0,093
ICX 039 ALA	0,035
ICX 044 ALA	0,030
ICX 045 ALA	0,032

**Tabelle 3. Die mittlere relative Empfindlichkeit im IR-Bereich in Abhängigkeit vom CCD-Typ.**

ICX 026 BLA:  
 $E = 4,10 \cdot 10^{-6} \lambda^2 - 0,0088 \lambda + 4,72$

ICX 027 BLA:  
 $E = 4,13 \cdot 10^{-6} \lambda^2 - 0,0088 \lambda + 4,76$

ICX 038 ALA:  
 $E = 3,78 \cdot 10^{-6} \lambda^2 - 0,0078 \lambda + 4,07$

ICX 039 ALA:  
 $E = 4,14 \cdot 10^{-6} \lambda^2 - 0,0085 \lambda + 4,35$

ICX 044 ALA:  
 $E = 4,75 \cdot 10^{-6} \lambda^2 - 0,0094 \lambda + 4,65$

ICX 045 ALA:  
 $E = 4,63 \cdot 10^{-6} \lambda^2 - 0,0092 \lambda + 4,57$

Der Definitionsbereich dieser Funktionen ist im Hinblick auf den interessierenden Bereich wie folgt festgesetzt:

$$\lambda_1 \leq \lambda \leq \lambda_2$$

$$\lambda_1 = 830 \text{ nm}$$

$$\lambda_2 = 1050 \text{ nm}$$

Für die mittlere Empfindlichkeit gilt allgemein:

$$E = \frac{\int_{\lambda_1}^{\lambda_2} E d\lambda}{\lambda_2 - \lambda_1} \quad \text{mit } E = f(\lambda)$$

Da E ausschließlich als Polynom zweiten Grades vorkommt, fällt die Integration in analytischer Form nicht sehr kompliziert aus. Beispielhaft soll die erste Funktion entsprechend bearbeitet werden (siehe Kasten); auch hier sind die Einheiten auf Grund der besseren Übersicht weggelassen.

Damit ergibt sich für die mittlere relative Empfindlichkeit im betrachteten IR-Bereich folgender Wert:

$$13,9924 / (1050 - 830) = 0,0636$$

Auch wenn die Integration recht einfach zu bewerkstelligen ist, kann man natürlich trotzdem den Computer zu Hilfe nehmen und numerisch integrieren. Der Autor verwendete das Programm für programmierbare Taschenrechner aus [1] und [2] (Integrationsverfahren nach

Typ	Wertepaare			
ICX 022 BL-3	790 nm	870 nm	925 nm	1050 nm
	0,4	0,2	0,1	0
ICX 024 BL-3	790 nm	875 nm	925 nm	1050 nm
	0,4	0,2	0,1	0
ICX 026 BLA	761 nm	855 nm	915 nm	1060 nm
	0,4	0,2	0,1	0
ICX 027 BLA	762 nm	855 nm	916 nm	1060 nm
	0,4	0,2	0,1	0
ICX 038 ALA	700 nm	800 nm	900 nm	950 nm
	0,45	0,23	0,1	0,05
ICX 039 ALA	700 nm	800 nm	900 nm	950 nm
	0,46	0,23	0,1	0,05
ICX 044 ALA	700 nm	800 nm	900 nm	1000 nm
	0,41	0,18	0,055	0,015
ICX 045 ALA	700 nm	800 nm	860 nm	1000 nm
	0,41	0,18	0,1	0,015

**Tabelle 2. Auswahl von Kennlinienpunkten der verschiedenen CCD-Chips.**

Simpson). Mit einer Schrittweite von 100 ist zwischen dem vom Computer errechneten und dem mit Bleistift und Papier ermittelten Ergebnis keine berücksichtigungswürdige Differenz festzustellen.

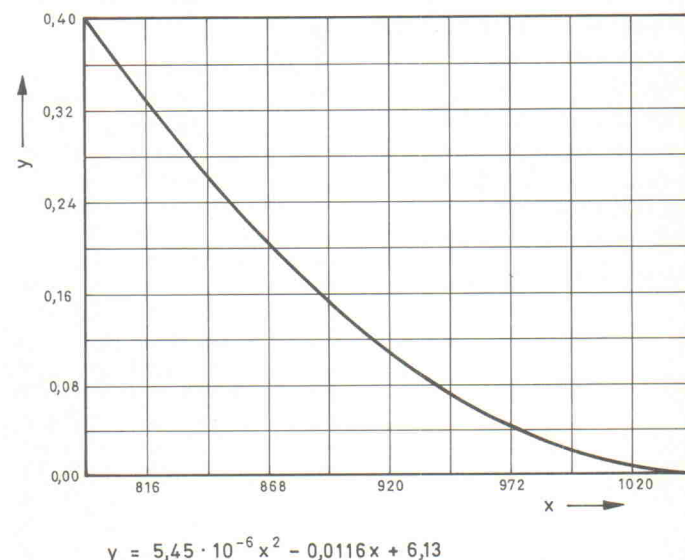
Es ist müßig, an dieser Stelle jede Einzelberechnung aufzuführen. Zur Kontrolle sind deshalb in Tabelle 3 nur die Zahlenwerte der vom Autor berechneten mittleren relativen IR-Empfindlichkeiten aufgeführt. Wer möchte, kann diese Werte selbst verifizieren.

Das Beispiel zeigt, daß der Typ ICX 027 BLA von allen untersuchten Chips die vergleichsweise höchste IR-Empfindlichkeit im betrachteten Definitiv-

onsbereich aufweist. Wegen des eingesetzten Verfahrens ist dieses Ergebnis absolut stichhaltig und unantastbar. Mit bloßem Augenschein wäre diese Aussage nicht unbedingt erkennbar gewesen. kb

#### Literatur

- [1] Zantis, Numerische Integration (1), ELRAD 10/1992
- [2] Zantis, Numerische Integration (2), ELRAD 11/1992
- [3] Zantis, Autonomes eigensicheres Bildverarbeitungssystem – Entwicklung der Komponenten zur Bildaufnahme, Bildübertragung und Energieversorgung, Kernforschungsanlage Jülich



**Bild 4. Funktionsgraph für die relative IR-Empfindlichkeit des CCD-Sensors ICX 022 BL-3.**

$$\begin{aligned}
 E &= f(\lambda) = 5,45 \cdot 10^{-6} \lambda^2 - 0,0116 \lambda + 6,13 \\
 \int_{830}^{1050} E d\lambda &= 5,45 \cdot 10^{-6} \lambda^2 \frac{\lambda^3}{3} - 0,0116 \frac{\lambda^2}{2} + 6,13 \lambda \Big|_{830}^{1050} \\
 &= 5,45 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{1050^3}{3} - 0,0116 \cdot \frac{1050^2}{2} + 6,13 \cdot 1050 \\
 &\quad - \left( 5,45 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{830^3}{3} - 0,0116 \cdot \frac{830^2}{2} + 6,13 \cdot 830 \right) \\
 &= 2145,0188 - 2131,0264 \\
 &= 13,9924
 \end{aligned}$$



# Renner

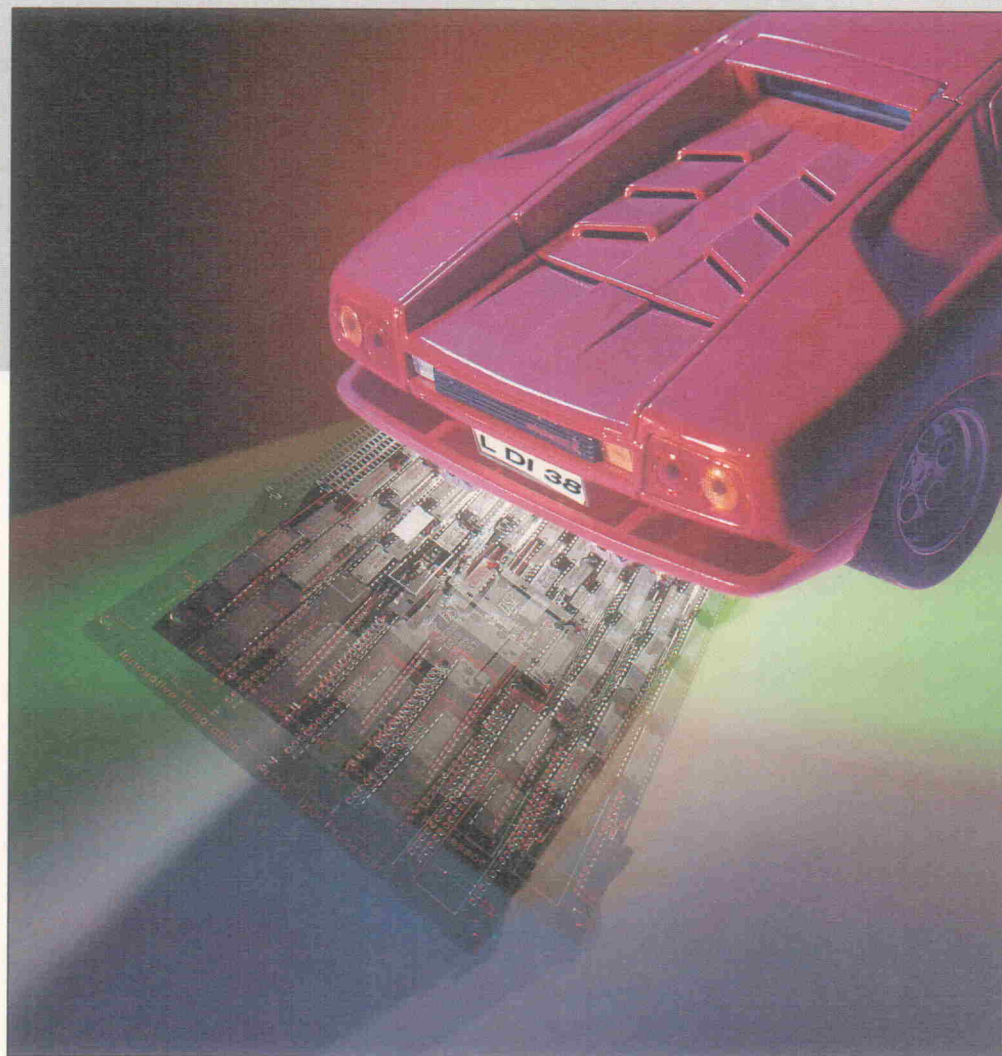
## Acht DSP-Karten im Vergleich

Test

**Manfred Hermeling**

Digitale Signalprozessoren stehen – zumindest was typische Signalverarbeitungsalgorithmen betrifft – am oberen Ende des Leistungsspektrums. Setzt man derartige Spezialisten in der Meßtechnik ein, kann neben der normalen Datenerfassung die Meßwertverarbeitung auf das DSP-Board ausgelagert werden, so daß der Host-PC eigentlich nur noch als Visualisierungsinstrument dient. Dies ist gerade für moderne, grafisch orientierte Bedienoberflächen wie Windows von elementarer Bedeutung.

*Dipl.-Ing. (FH) Manfred Hermeling (36) arbeitet am Fachbereich Elektrotechnik der FH Hannover. Dort beschäftigt er sich hauptsächlich mit Regelungstechnik.*



**U**nter Windows ist die Host-CPU nicht nur sehr ausgiebig mit der Bedieneroberfläche beschäftigt, sondern aufgrund der Konzeption des Betriebssystems ist es auch sehr schwierig, eine schnelle Interruptverarbeitung zu realisieren. Interruptzeiten kleiner 1 ms stellen Windows vor große Probleme, so daß man gut beraten ist, Echtzeitberechnungen (z. B. Regelalgorithmen oder FFT-Routinen) auf einer intelligenten Meßerfassungskarte ablaufen zu lassen. Den für die Visualisierung benötigten Datenstrom sollte man, schon fertig zur grafischen Darstellung aufbereitet, via Blocktransfer zum Host-PC übertragen. Wenn man komplexere Anwendungen, wie

digitale Filter, Fouriertransformationen oder Regelalgorithmen in einem größeren Frequenzbereich in Echtzeit verarbeiten möchte, ist man ohnehin gezwungen, auf DSP-Karten zurückzugreifen, da die Berechnungszeiten im Millisekundenbereich bei extrem kurzen Interrupt-Response-Zeiten liegen. Die schnellste DSP-Karte im hier betrachteten Achterfeld arbeitet eine FFT mit 1024 Samples in 1 ms ab; dies wäre mit einem PC und 'dummer' Meßdatenerfassungskarte nicht realisierbar.

Für die Installation im PC kann man allen im Test befindlichen Karten bescheinigen, daß sie einen großen Spielraum offen-

lassen, welchen I/O-Bereich oder welchen Memory-Bereich des PC sie benutzen sollen und welche Interrupt- und DMA-Leitungen benötigt werden. Es war in allen Fällen möglich, die DSP-Karte mit den Default-Einstellungen in Betrieb zu nehmen.

### Programmierung

Die Lösung über ein karteneigenes Betriebssystem ist sicher die für den Anwender bequemste, die direkte Programmierung des DSP über eine Entwicklungsplattform bringt die schnellsten und flexibelsten Lösungen. Für den Einsatz unter Windows ist es entscheidend, welche Unterstützung man zur



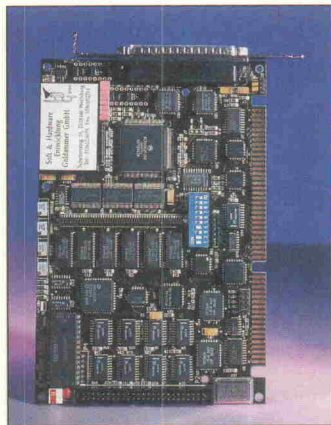
Karte in Form von Device-Treibern, virtuellen Device-Treibern und Windows-DLLs bekommt, da man sonst massive Probleme mit der Kommunikation und einem eventuellen Echtzeit-Handling unter Windows bekommen kann. Auch die Verfügbarkeit von fertigen Applikationen für die jeweilige Karte ist sicher von großer Bedeutung für alle Nutzer, die keine eigenen Programme schreiben wollen.

Dieser Bericht stellt die einzelnen Karten vor und beschreibt ihre Eigenschaften, um einen Überblick zu ermöglichen. Die Manuals waren in allen Fällen ausreichend, um die Karten reibungslos in Betrieb nehmen und nach kurzer Einarbeitung programmieren zu können. Um alle Möglichkeiten der Karten nutzen zu können, sind allerdings, je nach Komfort der Entwicklungsumgebung, längere Einarbeitungszeiten nötig. Die Karten wurden zum Testen in einem relativ langsamen Compaq 386, ein 33-MHz-PC mit 6 MB Hauptspeicher, eingebaut, um die Entlastung des Systems durch die intelligenten Karten besser feststellen zu können. Die Probanden liefen zwar auf diesem System, jedoch sollte man um einen flüssigen Grafikaufbau gerade unter Windows zu gewährleisten, schnelle 486er mit Grafikbeschleunigern verwenden. Als Testequipment standen ein Funktionsgenerator von Philips (PM3382, 0,1 MHz ... 2 MHz), ein Rauschgenerator von Rohde & Schwarz (SUF2), ein Philips-Oszilloskop (PM-5191) und ein Analogrechner zur Verfügung.

Den Karten wurden verschiedene Kurvenformen mit unterschiedlichen Amplituden und Frequenzen zugespielt, die sie per FFT auswerten mußten. Es wurden sowohl die Programmierung der DSP-Karten anhand der mitgelieferten Treiber oder Betriebssysteme als auch die Low-Level-Programmierung mit Hilfe der vorhandenen Entwicklungsumgebungen getestet, um einen Eindruck über das Handling der verschiedenen Systeme zu bekommen.

## MH-DSP

Bei diesem Board sticht sofort der 'riesige' DC/DC-Wandler, der eine saubere Analogspannungsversorgung sichern soll, ins Auge. Als intelligente Ein-



heit versieht ein 50-MHz-getakteter Motorola DSP56002 seine Dienste, der auf 194 KByte statisches RAM mit 0 Waitstates zugreifen kann. Der Datentransfer zum Host wird über zwei FIFO-Linien mit jeweils 1 KByte Tiefe durchgeführt. Das sichert einen Busdurchsatz von bis zu 2,8 MByte/s. Diese Kombination macht die MH-DSP-Karte zur schnellsten im Testfeld: Eine 1024-Punkte-FFT arbeitet sie in 1,32 ms ab. Der Demosoftware liegt ein Apfelmännchenprogramm bei, das sowohl auf dem Host als auch auf dem DSP-Board läuft und eindrucksvoll die Geschwindigkeitsunterschiede zwischen PC und DSP demonstriert. Im Vergleich zum Testrechner konnten je nach Rechartiefe und Fenstergröße Geschwindigkeitsunterschiede >40 festgestellt werden.

Die Karte stellt 32 analoge 12-Bit-Eingänge und 4 analoge 12-Bit-Ausgänge zur Verfügung, deren Dynamikbereich aufgrund des sorgfältigen Aufbaus nahe der theoretischen Grenze von 70 dB liegen. Der A/D-Umsetzer war erst nach längerem Suchen aufzufinden, da er unter dem DAC platziert ist. Die digitale Sektion weist 16 Eingänge, 8 Ausgänge und fünf 16-Bit-Zählereingänge auf. Als Zählerbaustein wird der AM9513 eingesetzt. Auf alle Peripheriebausteine kann trotz des hohen Bustaktes von 50 MHz durch die Verwendung von Latches ohne Verzögerung zugegriffen werden.

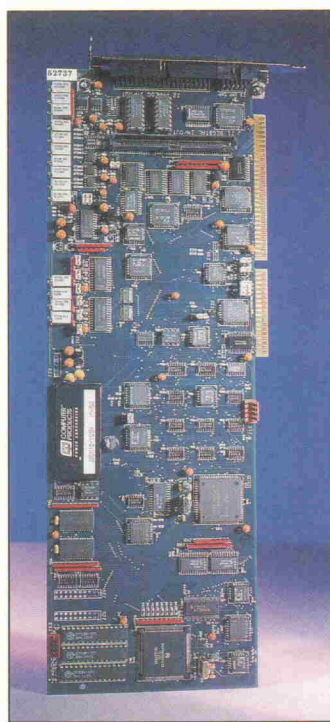
Der Aufbau und die 'Feinabstimmung' der MH-DSP-Karte verraten viel Liebe zum Detail, man muß sich allerdings auf eine Low-Level-Programmierung einstellen. Mitgeliefert wird eine Assembler-Programmierungsumgebung mit vielen Bei-

spielen zur DSP-Programmierung und dem Datentransfer zum Hostrechner. Die Kommunikation mit der Karte unter Windows wird durch eine mitgelieferte DSP56-DLL unterstützt. Optional ist für 2300,- DM die Entwicklungsplattform von Motorola erhältlich, die C-Crosscompiler, Linker, Debugger, Bibliotheken und einen Simulator enthält. Da das Board 'Ariel'-kompatibel ist, kann man zum Source-Level-Debuggen Debugger dieser Firma einsetzen.

Zum Testen der Karte stand EDAS zur Verfügung, ein Datenerfassungs- und Analyseprogramm. Als Analysemöglichkeit bietet es alle gängigen FFT-Fenster mit verschiedenen Bewertungen und deren Darstellung als Spektrum, Bodediagramm oder als Ortskurve. Das Programm läuft unter DOS, auch mit den höchsten Abtastraten, völlig reibungslos. Eine Echtzeitdarstellung der analogen Eingangssignale und deren Speicherung im PC-RAM ist bis 120 kHz Abtastrate möglich, verzichtet man auf die Echtzeitdarstellung, kann man Signale bis 320 kHz Abtastrate verarbeiten. Eine nähere Beschreibung der Möglichkeiten dieses Programms findet man in ELRAD 9/91.

## DAP2400e/6

Mit dem DAP2400e/6-Board von Microstar bekommt man



ein Produkt aus der großen Familie intelligenter Meßdatenerfassungskarten, die über Datalog vertrieben werden und zu der alle denkbaren Erweiterungskarten verfügbar sind.

Der Hardwareaufbau der DAP2400e/6 ist solide und fast vollständig mit SMT-Bauteilen realisiert. Die Analogsektion ist mit 12-Bit-A/D-Umsetzern von Burr-Brown aufgebaut und stellt in der Grundstufe 16 analoge Eingänge (auf 512 erweiterbar) sowie 2 analoge Ausgänge (auf 66 erweiterbar) zur Verfügung. Es sind jeweils 16 digitale Ein-/Ausgänge vorhanden, deren Anzahl auf 128 erweiterbar ist. Zur Spannungsversorgung der Analogbereiche wird ein DC/DC-Wandler eingesetzt, um nicht die gestörte PC-Spannungsversorgung zu verwenden. Dies kommt der Karte durchaus zugute, so daß im Betrieb ein Störabstand von 70 dB gemessen wurde, was nahe am theoretisch erreichbaren Wert von 72,2 dB für 12-Bit-Systeme liegt.

Die DAP2400e/6 ist zusätzlich zum Motorola 56001 DSP noch mit einer Intel 80C186XL-CPU ausgerüstet, die sich um die Kommunikation mit dem Host-PC kümmert und vom Kernstück des DAP-Konzepts, das Echtzeit-Multitasking-Betriebssystem DAPL, gesteuert wird.

Die Karte stellt den Prozessoren, die gemeinsam einen lokalen Bus benutzen, 1 MByte RAM (bis 4 MByte aufrüstbar) zur Verfügung. Dem DSP spendierten die Microstar-Ingenieure zusätzliche 96 KByte lokales SRAM, worauf er mit 0 Waitstates zugreifen kann. Für den Datentransfer zum Host sind 512 KByte Dual High Speed FIFO Buffer vorhanden.

Das DAP-Konzept erlaubt einen schnellen Einstieg in die Programmierung, da sich die Karte durch einen mitgelieferten Device-Treiber wie eine DOS-Datei verhält. Dies gilt auch für die Nutzung unter Windows. Schickt man Befehle an die Karte, so schreibt man in eine 'Datei'. Empfängt man Daten, so liest man aus der 'Datei'. Das Betriebssystem DAPL wird beim Booten automatisch geladen und stellt über einen ständig aktiven Kommandointerpreter mehr als 120 Befehle und Funktionen bereit, mit denen man digitale Filter, Regelungen, FFTs,

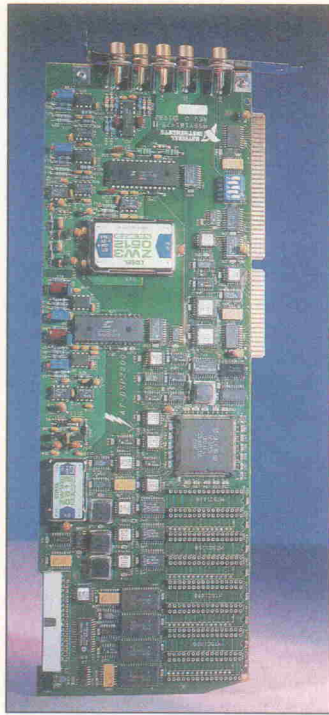


Integration, Differentiation realisieren kann. Weiter ist ein Advanced Development Toolkit (ADT) erhältlich, mit dem man DAPL um zusätzliche Funktionen erweitern kann. Ein direkter Zugriff auf den DSP ist im DAP-Konzept allerdings nicht vorgesehen. Der DAP-Device-Treiber erlaubt es mehreren Karten, den gleichen Interrupt zu benutzen. Die Anzahl der einsetzbaren DAP-Karten ist deshalb nur durch die Anzahl der freien Steckplätze begrenzt. Zur Kommunikation ist für Windowsapplikationen eine DAP-DLL erhältlich.

Zur Arbeitserleichterung steht der Interpreter DAPview zur Verfügung. Mit ihm kann man Programme aus DAPL-Kommandos austesten und Ergebnisse visualisieren. Ist das DAPL-Programm fehlerfrei erstellt, kann die Sequenz in ein eigenes DOS-Programm übernommen werden. Beispiele, die zeigen, wie man mit den DAPL-Kommandos umgeht, sind in allen gängigen Programmiersprachen vorhanden. Für den Test stand das Programm DasyLab zur Verfügung, mit dem es unter Windows reibungslos möglich ist, alle Features der DAP-Karte auszunutzen. Mit der DAP-DLL hat man eine visuelle Schnittstelle, mit der die Kartenfunktionen in Blockschaltbildern bereitstehen. Der Anwender hat mit dem Gespänn DasyLab-DAP ein System, mit dem er ohne Programmieraufwand simulieren, messen und Echtzeitapplikationen realisieren kann. Bei der Visualisierung der Daten in einem oder mehreren Fenstern in Echtzeit ist der relativ langsame Grafikaufbau unter Windows zu beachten, der bei höheren Abtastraten schnell eine Grenze setzt. Man hat allerdings bei schnellen Vorgängen die Möglichkeit, den Datenstrom zu reduzieren, indem man die Daten in Echtzeit auf dem Board erfasst und verarbeitet, jedoch asynchron auf dem Bildschirm darstellt. Um das ganze Spektrum der Möglichkeiten dieser Kombination auszuloten, wäre ein eigener Artikel notwendig, so daß nur festzustellen ist, daß das Handling hervorragend ist.

## AT-DSP-2200

Bei der AT-DSP-2200 von National Instruments fallen sofort



die beiden DC/DC-Wandler auf, die jeweils für den A/D- und D/A-Bereich zuständig sind. Eine durchaus sinnvolle Maßnahme, daß das Auflösungsvermögen der Wandler bei 16 Bit liegt. Beide Umsetzer enthalten jeweils zwei analoge Kanäle. Gewandelt wird per Sigma-Delta-Modulation. Diese Struktur erlaubt es, mit einem Minimum an externen Bauteilen, eine effektive Filterung sowohl bei den analogen Eingängen als auch bei den analogen Ausgängen zu erreichen. Die Analogeingänge sind single-ended aufgebaut, zwischen 0...20 kHz bandbegrenzt und erlauben eine maximale Samplingrate von jeweils 51,2 kHz. Um eventuelle Offsetprobleme auszuschließen, ist es möglich, die Ein-/Ausgänge von DC-Kopplung auf AC-Kopplung umzuschalten. Lohn des sauberen Aufbaus ist eine Dynamik von 93 dB, die das Board für den Audioeinsatz sehr interessant macht. Diese Nutzungsmöglichkeit der DSP-2200 deutet sich auch durch die Verwendung von vergoldeten RCA-Buchsen (Chinch-Buchsen) als analoge I/O-Verbindungen an. Digitale I/Os sind leider Mangelware, es wird nur ein externer Triggereingang und ein RTSI-Bus für Erweiterungsmöglichkeiten bereitgestellt. Durch den RTSI-Bus ist es möglich, mehrere Karten zu koppeln und mit einer Datentransferrate von bis zu 25MByte/s kommunizieren zu lassen. Sollte eine

schnelle digitale Ein-/Ausgabe und zusätzliche Timer/Counter benötigt werden, kann man auf das große Angebot von National Instruments (NI) zurückgreifen und eine PC-Erweiterungskarte einsetzen, die die gewünschten Features enthält. Bei National Instruments sind optional alle denkbaren Tools zur Erfassung und Verarbeitung von Meßdaten mit der DSP2200 erhältlich.

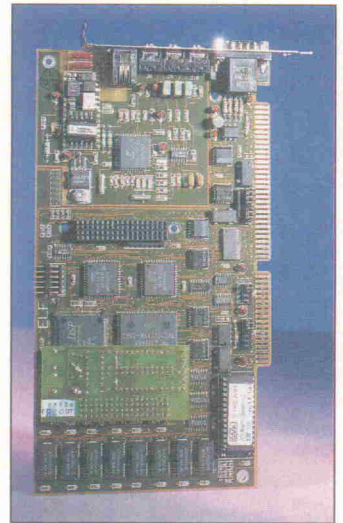
Herzstück auf der 2200-Karte ist der AT&T-Gleitkomma-DSP WEDSP32C. Er hat in der NI-Applikation bei 50 MHz Takt eine Rechenleistung von 25 MFLOPS. Auf den externen Speicher von 128 KByte SRAM (erweiterbar bis 768 KByte) kann der DSP mit 0 Waitstates zugreifen. Die Kommunikation mit dem Host-PC erfolgt über das AT-Bus-Interface via DMA oder I/O.

Zur Anbindung an den Host-PC wird NI-DAQ mitgeliefert, NI-DAQ enthält Bibliotheksfunktionen zum Initialisieren und Betrieb aller Hardwarekomponenten. NI-DAQ unterstützt mittels Hochsprachen-Schnittstellen das Programmieren eigener Applikationen für DOS und Windows unter allen gängigen Borland- und Microsoft-Entwicklungsumgebungen. Des weiteren gibt es eine Runtime-Bibliothek zum Download auf das DSP-Board und DSP-Interface-Komponenten. Die Bibliothek enthält eine Standardsammlung von DSP-Funktionen zur Signalverarbeitung. Als Bindeglied zu den DSP-2200-Routinen sind zwei Interface-Bibliotheken vorgesehen, eine statische für DOS-Applikationen und eine dynamische Link-Library für Windows-Applikationen. Die statische Library ist in mehreren Versionen für die Entwicklungsplattformen Microsoft C, Borland C++ und Professional Basic vorhanden. Für die Kommunikation vom Host-PC zum DSP-Board ist ein NI-DSP-Device-Treiber zuständig. Zum Erstellen eigener benutzerdefinierter Funktionen auf dem DSP-2200-Board wird das optional bei NI erhältliche Developers Toolkit benötigt. Das Toolkit enthält C-Compiler, Assembler, Linker, Simulator und die Dokumentation. Mit diesen Tools kann die mitgelieferte Standardbibliothek dann um eigene Funktionen erweitert werden.

Um das DSP-Board auch mit dem Programmpaket LabView für Windows nutzen zu können, ist im Lieferumfang eine entsprechende Treiber-Bibliothek enthalten. Zum Testen der DSP-2200-Karte liegt das Programm SpektrumWare bei. SpektrumWare wurde mit LabView erstellt und ermöglicht es, unter Windows Zeitfunktionen aufzunehmen und zu analysieren. Zum Testen der analogen Ausgänge kann SpektrumWare Sinus- oder Rauschsignale erzeugen.

Zur Unterstützung bei der Entwicklung eigener Software-Applikationen für die Meßtechnik sind bei NI die Programmpakete LabView und LabWindows CVI (beide setzen auf Windows auf) in unterschiedlichen Ausstattungsversionen erhältlich. Die Vollversion von LabView kostet 5598,- DM. LabWindows CVI kommt auf 4198,- DM.

## Elf-31



Das Elf-31-Board ist eine DSP-Karte, das als Zielrichtung eindeutig den Multimediabereich gewählt hat. Es ist für die Regels-, Meß- und Steuerungstechnik, wegen einer vorhandenen Bandbreitenbeschränkung von 20-Hz...20-kHz und den fehlenden I/Os, Timern und Zählern, nur eingeschränkt verwendbar. Dies soll aber laut Vertreiber durch zusätzliche Aufsteckmodule auszugleichen sein. Wenn aber das Elf-Board in dem ihm zugedachten Bereich eingesetzt wird und seine Stärken ausspielen kann, ist es ein Preis/Leistungsknüller. Das Elf-Board ist sauber aufgebaut,



besonders im Analogteil, und macht einen sehr aufgeräumten Eindruck aufgrund der Verwendung von hochintegrierten Bauelementen (FPGA, VLSI). Die Messungen bestätigten den guten Eindruck und den vom Hersteller angegebenen Dynamikbereich von 80 dB, trotz des kleinen Spannungsbereiches von  $\pm 2,8$  V und Verwendung eines Linearreglers statt eines DC/DC-Wandlers zur Analogspannungsversorgung. Ein 0,5-mV-Sinussignal als Spektrum sauber darzustellen stellte für die Elf-31 kein Problem dar. Die Analog-Sektion des Elf-Boards verdient besondere Beachtung, da auch hier fast die gesamte benötigte Hardware in einem Chip (CS4215) enthalten ist und durch eine integrierte Delta-Sigma-Modulation plus einfachem Analogfilter Aliasing-Effekte verhindert. Der Datentransfer zwischen Host und Elf-Board wird per DMA-Transfer abgewickelt. Als DSP kommt der TI320C31 von Texas Instruments zum Einsatz, dem 1 MB DRAM auf der Karte zur Verfügung gestellt wird und dessen Rechenleistung ausreicht, um die weiter unten genannten Kommunikationsroutinen und FFT-Verfahren im gewählten Frequenzbereich in Echtzeit auszuführen.

Das Elf-Board hat für Hardware-Erweiterung zwei Modulsteckplätze, für die eine große Anzahl Erweiterungsmodule erhältlich sind. Mittels zweier Coprozessorboards und entsprechender Parallelisierung der Software könnte man zum Beispiel die Rechenleistung von 113 MFLOPS in einem AT-Slot erreichen.

Die Analogsignale werden über Stereo-Klinkenstecker zugeführt. Als besondere Anschluß-Features wären dann noch der direkte Telefonanschluß mittels RJ-11-Steckers, ein Mikrofon-, ein MIDI- sowie ein UART-Anschluß zu nennen. An Software herrscht kein Mangel. Die Elf-Karte läßt sich leicht über eine Shell (ASPI-Shell) steuern, der Benutzer bemerkt keinen Unterschied zur gewohnten DOS-Shell. Zur Kommunikation wird beim Booten automatisch ein Host-Server geladen. Mit SPOX steht für das DSP-Board ein Echtzeit-Multitasking-Betriebssystem zur Verfügung, das speziell für den Einsatz in DSP-Systemen entwickelt wurde. SPOX besteht aus den drei Grundbau-

steinen Echtzeitkern (RTK), dem SPOX-Linker und den DSP-spezifischen Funktionen. Im Echtzeitkern sind alle Funktionen untergebracht, die zur Gewährleistung von Echtzeitfähigkeit und Multitasking benötigt werden. Der Link-Teil beinhaltet alle Funktionen, die sich auf den Host-Computer beziehen. Im DSP-Teil findet man alles was für die Entwicklung von Anwendungen in der Signalverarbeitung notwendig ist. Zusätzlich stehen dem Programmierer umfangreiche Applikationsbibliotheken zur Verfügung. Es ist möglich, dieselben C-Programme sowohl auf dem Elf-Board als auch auf dem Host-PC zu benutzen. Die ASPI-Shell erkennt, ob es sich um ein DOS- oder ein ELF-Programm handelt und verfährt entsprechend.

Wenn man auch eigene Anwendungen für das DSP-Board schreiben möchte, benötigt man das Elf DSP Application Developer's Toolkit, welches die ELF DSP Plattform, das Spox Operating System und das Host Software Interface, Lader, Assembler, C-Compiler, Source Level Debugger und Libraries, enthält. Der Source Level Debugger ist eine modifizierte Version des Texas Instruments Debuggers und läßt sich so komfortabel wie ein entsprechender DOS-Debugger benutzen.

Zum Testen der Karte war das Programm Spektrokit sehr hilfreich, mit dem online pro Kanal Zeitdiagramm, Spectrogramm und Spectrum auf dem PC-Bildschirm darstellbar sind, selbstverständlich mit allen möglichen Einstellparametern und verschiedenen FFT-Fenstertypen. Das DOS-Programm ist zur schnellen Nutzung geeignet, eigentlich ohne Anleitung nutzbar und zur schnellen Analyse sehr empfehlenswert.

Für die Übertragungstechnik ist eine breite Palette an professionellen Sprach-, Audio- und Telekommunikations-Algorithmen in Form von Demo-, Objekt-, Sourcecode oder als Runtime-Lizenz erhältlich. Wobei der Sourcecode allerdings schnell 'in die Tausende' gehen kann, zum Beispiel beim Mixed-Excitation Linear Predictive Coder (MELP) oder MPEG Audio Codern.

## DSP-PC2 und MultiChoice

Diese DSP-Lösung der Firma Goldammer besteht aus zwei

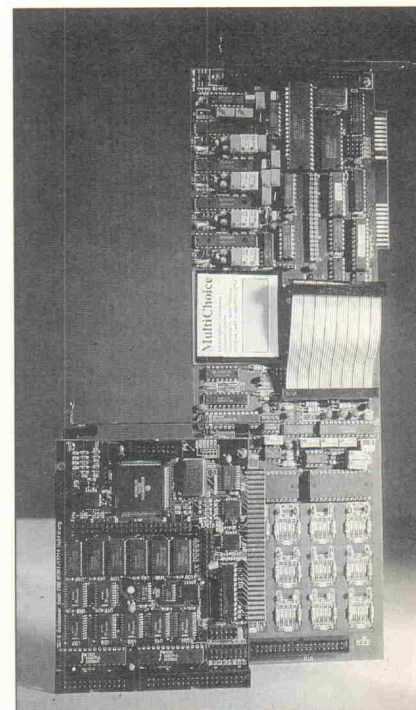
völlig unabhängig aufgebauten Einzelkarten, die separat verwendet werden können. Die DSP-PC2 ist als 8-Bit-Karte aufgebaut und enthält ein komplettes DSP-System, so daß sie stand alone als Coprozessorboard verwendet werden kann. Sie ist bestückt mit einem Motorola DSP 56002 und 196 KByte SRAM, auf die mit 0 Waitstates zugegriffen werden kann. Die Kommunikation mit dem Host-PC wird über einen schnellen Hostport mittels I/O durchgeführt. Die Rechenleistung liegt mit 25 MIPS in derselben Größenordnung wie bei der wesentlich teureren MH-DSP-Karte, die aus dem gleichen Hause stammt. Für digitale Ein-/Ausgaben stellt die DSP-PC2 acht Standard-TTL-Statusports und 18 über 1-KByte-FIFO gepufferte Eingänge sowie 24 Standard-TTL-Ausgänge zur Verfügung. Hardware-Unterbrechungen des Signalprozessors sind über jedes Bit des Statusports auslösbar.

Diese I/Os sind auf eine 40polige Steckerleiste geführt, an der die Meßdatenerfassungskarte MultiChoice Anschluß findet. Durch die direkte Verbindung mit der MultiChoice entfällt eine Datenverbindung über den PC-Bus; die Meßdaten werden direkt in die FIFOs der DSP-PC2 übernommen, während die eigentliche Steuerung beider Karten vom Host-Rechner aus erfolgt. Zusätzlich besteht die Möglichkeit, Daten über den PC-Bus von beiden Karten zu holen, zum Beispiel um die Daten, parallel zur Verarbeitung auf dem DSP-Board, auf der Festplatte abzuspeichern.

MultiChoice stellt 32 massebezogene oder 16 Differenz-Eingänge (auf 32 erweiterbar) mit 12 Bit Auflösung für die Analogeingabe und vier D/A-Kanäle mit 12 Bit Auflösung bereit. Die analogen Ein-/Ausgänge haben Spannungsbereiche von 0...10 V,  $\pm 5$  V, und  $\pm 10$  V. Zusätzlich sind die D/A-Ausgänge in der Lage, Ströme in den Bereichen 0...20 mA und 4...20 mA zu treiben. Zur Analogspannungsversorgung wird ein großer DC/DC-Wandler eingesetzt, um alle von dem PC-Netzteil ausgehenden Störungen fernzuhalten. Für die digitale Ein-/Ausgabe ist eine 8-Bit-PIO (24 bidirektionale Kanäle) zuständig. Zur Steuerung des Timings sind drei Timer (8253) vorhan-

den. Der Datentransfer zum Host-PC erfolgt per I/O über FIFOs mit einer Speichertiefe von 2048 Meßwerten pro Interruptsteuerung. Beide Karten sind sauber aufgebaut und mit einem 8-Bit-PC-Bus-Interface ausgestattet.

Zusätzlich zur PC-Busverbindung ist die Ankopplungsmöglichkeit an die DSP-PC2 vorhanden. Beide Boards funktionieren sowohl im Duett als auch im Solobetrieb einwandfrei. Im Zusammenspiel ermöglichen sie fast dieselbe Funktionalität wie das MH-DSP-Board zu wesentlich geringeren Kosten. Man hat zwar durch die Aufteilung des



Systems in eine Meßdatenerfassungskarte und eine Meßdatenverarbeitungskarte eine hohe Flexibilität erreicht, benötigt aber zwei PC-Slots für die Karten plus einen weiteren zum Herausführen der Anschlüsse. Für den Einsatz in der Meßdatenerfassung gibt es für MultiChoice mit den Ankopplungsmöglichkeiten an Digis, Dago-PC und Dia-PC ein breites Spektrum von komfortablen Softwarepaketen. Für die Softwareunterstützung der DSP-PC2 gilt das gleiche wie für die MH-DSP-Karte, hier ist man noch weitgehend auf Eigenprogrammierungen angewiesen. Mitgeliefert werden ein 56002-Assembler, Loader, Applikationsbeispiele und jeweils eine Windows-DLL zur Unterstützung von MultiChoice und



## DSP-PC-Karten

Modell	DAP 2400e/6	Win-30D	MH-DSP-Board	DSP-PC-2 + M.Choice
Hersteller	Microstar	United Electronic Ind.	Goldammer	Goldammer
Vertrieb	Datalog GmbH Trompeterallee 110 41189 Mönchengladbach Tel: 02166/95200 Fax: 02166/952020	Meilhaus Elektronik Fischerstraße 2 82178 Puchheim Tel: 089/8901660 Fax: 089/808316	MH-Ges.f.Hard-/Software mbH Schloß Lechenich 50374 Erftstadt Tel: 02235/6095 Fax: 02235/67706	Goldammer GmbH Schubertring 19 38440 Wolfsburg Tel: 05361/24619 Fax: 05361/12714
Preis (DM, zzgl. MwSt.)	8990,-	2930,-	9900,-	1898,- + 2097,-
<b>A/D-Teil</b>				
Amplitudenaufösung (Bit)	12	12	12	12
Kanäle (DI/SE)	8/16	(8)/16	-/32	(16)/32
Eingangsspannungsbereiche (V)	0-5, $\pm 5$ , 10	0-5, 5	5, 10	0-10, $\pm 5$ , 10
Verstärkung	1-500	1 (-1000)	(-)	
A/D-Typ	BB ADS7800JU	AD1671JQ	BB ADS7800	ADS7800
Umsetzgeschwindigkeit (Samples/s)	312 000	1 000 000	320 000	333 000
Spannungsversorgung	DC/DC-Wandler	PC	DC/DC-Wandler	DC/DC-Wandler
Störabstand (gemessen)	70 dB	68 dB	70 dB	70 dB
<b>D/A-Teil</b>				
Amplitudenaufösung (Bit)	12	(12)/16	12	12
Kanalzahl	2	(2)/2	4	4
D/A-Typ	BB DAC813JU	(AD669)	BB DAC4813	BB DAC813
Ausgangsspannungsbereiche (V)	10	(5)	10	0-10, 5, 10
<b>Digital-I/O</b>				
Anzahl Ein-/Ausgänge	16/16	24	16/8	24
<b>DSP-Teil</b>				
Prozessor	Motorola DSP 56001/32 MHz 80C186/20 MHz	Analog Device ADSP-2105	Motorola DSP 56002 50 MHz	Motorola DSP 56002 50 MHz
Prozessortyp	Festkommasignalprozessor	Festkommasignalprozessor	Festkommasignalprozessor	Festkommasignalprozessor
Rechengeschwindigkeit (in MIPS)	16	10	25	25
PC-Kommunikation	2 x 512 Byte FIFO IRQ 2, 3, 4, 5 Default: I/O 220H	1024 Byte FIFO IRQ 2, 3, 5, 7, 10-15 DMA 5, 6, 7 Default: I/O 700H	2 x 1024 Byte FIFO IRQ 10-14 MemoryMapped Default: I/O 340H	IRQ 2-7/2-7 Default: I/O 340H/300H
PC-Interface	16-Bit AT-Bus	16-Bit AT-Bus	16-Bit AT-Bus	8-Bit PC-Bus
Speicher auf der Karte	1 MByte	4 KByte SRAM	192 KByte SRAM	196 KByte SRAM
Nutzung der eigenen CPU	Real Time Multi-Tasking-system DAPL	-	-	-
Im Lieferumfang enthaltene Treiber zur PC-Anbindung	Pascal, Basic, C FilterGen viele Beispielpgr.	Pascal, C, Fortran Windows 3.1 VxD Windows.DLL	Beispiele in Pascal, C DSP56.DLL VxD für Win in Vorber.	Beispiele in Pascal, C DSP56.DLL MChoice.DLL
Testtools	Specdemo, FFT	StatWin, StatDos	ApfelDos, ApfelWin	Apfelmann, Scope
Treiber zur PC-Anbindung	Windows.DLL (395,-)	-	-	Digis, Dia-/Dago-PC
Entwicklungsplattform zur DSP-Karte	ADT -Toolkit zum Erstellen eigener DAP-Befehle (950,-)	Win-30DSP-Kit C-Compiler, Simulator Assembler, System Builder	5600x Plattform C-Compiler, Debugger usw. (2300,-)	5600x Plattform C-Compiler, Debugger usw. (2300,-)
Anbindung an Meß- und Analyse-Programme	DasyLab DAP-DLL (3450,-) DAPview-Plus (395,-) DAP-Windows (1295,-) FAMOS (3640,-)	LabView-Anbindung (kostenlos)	EDAS (3230,-)	Digis (2850,-) DAGO-PC (2560,-) DIA-PC (2490,-)
Dokumentation	englisch	englisch	deutsch	deutsch
Service	Hotline, Mailbox	Hotline	Hotline, Mailbox	Hotline, Mailbox

(-) = Option

<sup>1)</sup> = A/D-Modul, nicht getestet

Alle angegebenen Preise sind zuzüglich Mehrwertsteuer

DSP-PC2 unter Windows. Als Testtools liegen Apfelmännchenprogramme für DOS und Windows sowie ein vierkanaliges Scopemeter-Programm für den Einsatz unter Windows bei. Mit dem Apfelmännchenprogramm kann man (beim Umschalten von PC-Berechnung auf DSP-Berechnung) sehr schön den Beschleunigungszuwachs des Berechnungsvorgangs bei hohen Iterationstiefen feststellen. Im Unterschied zum MH-DSP-Board besteht für das

DSP-PC2-Board die Möglichkeit, statt des Debuggens über den PC-Bus einen fensterorientierten Debugger über die OnCE-Schnittstelle (On Chip Emulation) einzusetzen.

### miniKit-56002

Das miniKit-56002 von electronic tools ist ein DSP-Board-Konzept, das im Gegensatz zu allen anderen hier vorgestellten Lösungen nicht als PC-Karte, sondern als externes Modul im

Test war und eine völlig andere Philosophie widerspiegelt. Auf Scheckkartengröße (85 mm x 55 mm) stellt das MiniKit ein DSP-System zur Verfügung, welches über die an den Kartenrändern angebrachten Steckerleisten in Sandwichbauweise erweiterbar ist. Das miniKit versteht sich als offenes System, das sowohl zur Entwicklung von DSP-Applikationen als auch zum schnellen Entwurf von Prototypen geeignet ist. Durch die geringe Größe kann

das miniKit wie ein großes IC in Anwendungen integriert werden, wodurch der Aufwand, ein eigenes DSP-System zu entwickeln, entfällt. Es stehen an den Steckerleisten drei Busverbindungen zur Verfügung. Als erste eine 8-Bit-Parallel-Bus-schnittstelle (Host-Bus) zum komfortablen Anschluß an beliebige Mikroprozessorsysteme oder als universeller I/O-Port. Dann ein schneller 16-Bit-Parallel-Bus (mini-Bus, bis 20 MWorte/s) für den Anschluß



<b>miniKit56002</b> electronic tools electronic tools Zum Blauen See 7 40878 Ratingen Tel: 02102/88010 Fax: 02102/880123 2795,- u. 2765,- <sup>1)</sup>	<b>31-PC-F</b> Innovative Integration GBM mbH Kölner Straße 37 41363 Jüchen Tel: 02165/914040 Fax: 02165/914041 4350,-	<b>Elf-31</b> ASPI MEDAV GmbH Gräfenberger Str.34 91080 Utenreuth Tel: 09131/5830 Fax: 09131/58311 2498,-	<b>AT-DSP2200</b> National Instruments National Instruments Konrad-Celtis-Str. 79 81369 München Tel: 089/7145093 Fax: 089/7146035 7838,-
12 <sup>1)</sup> 2 <sup>1)</sup> 10 <sup>1)</sup> 1-500 <sup>1)</sup> AD7870 <sup>1)</sup> 100 000 <sup>1)</sup> - > 67 dB <sup>1)</sup>	16 2 x 4 5, 10, 0-10 1 BB DSP102 2 x 200 000 DC/DC-Wandler 86 dB	16 2 x 2 2,8 1 Crstal CS4215 2 x 48 000 Linearregler 80 dB	16 -/2 2,8 CS5327 2 x 51 200 2 x DC/DC-Wandler 93 dB
12 <sup>1)</sup> 2 <sup>1)</sup> AD7247 <sup>1)</sup> 0-5, 0-10, 5 <sup>1)</sup>	16 4 BB DSP202 1, 10	16 2 Crystal CS4215 2,8	16 2 CS4328 2,8
-	48	-	-
Motorola DSP 56002 40 MHz Festkommasignalprozessor	Texas Instruments TMS320C31 33 MHz Gleitkommasignalprozessor 17 (33 MFLOPS) Memory Mapped IRQ 3-15 Default: I/O 280H (JTAG 1149 Interface)	Texas Instruments TMS320C31 33 MHz Gleitkommasignalprozessor 17 (33 MFLOPS) DMA 5,6,7 IRQ 10-15 Default: I/O 220H	AT&T WE DSP32C 50 MHz Gleitkommasignalprozessor 12,5 (25 MFLOPS) DMA 0-3, 5-7 IRQ 3-5, 9-15 Default: I/O 140H
Seriell	16-Bit AT-Bus	16-Bit AT-Bus	16-Bit AT-Bus
-	32 KByte SRAM	1 MByte SPOX	128 KByte SRAM
-	-	-	NI-DAQ, NI-DSP für DOS, Windows, LabWin
Beispiele	-	Beispiele	SpectrumWare
-	-	Spx-Server	-
Basispaket (2950,-) C-Compiler, Ass., Applikationsbibliothek	IBM Hostsoftware C-Compiler, Ass., Lib, (5690,-) Debugger (3690,-)	Algorithmen Dev Pak. C-Compiler, Debugger Ass., Lib, Shell, Spox (7237,-)	Developer Toolkit C-Compiler, Linker Assembler, Simulator (4200,-)
HyperSignal-Macro (3275,-) QEDesign (2495,-)	-	Mathlab-Anbindung (980,-) DFDP3/plus (2727,-) Spektroskop (7482,-)	LabView 3.0 für Win FDS (5598,-) LabWindows CVI (5598,-)
englisch, deutsch	englisch	englisch	englisch
Hotline	Hotline	Hotline	Hotline

tools ein zweikanaliges Datenerfassungs-Ausgabesystem (AD1, für 2765,- DM) mit 12-Bit-Umsetzern und 100 kHz Abtastrate lieferbar. Wobei hier auf Scheckkartengröße zusätzlich zu den A/D- und D/A-Umsetzern programmierbare Ein- und Ausgangsverstärker, programmierbare Anti-Aliasingfilter und programmierbare Rekonstruktionsfilter untergebracht sind. Für die Hardwareentwicklung steht eine Basisplatine in halbem Europakartenformat zur Verfügung, auf die das miniKit-56002 aufgesteckt wird und serielle Schnittstelle (V.24), OnCE-Port und Stromversorgung mittels robuster Steckerverbindungen angeschlossen werden können.

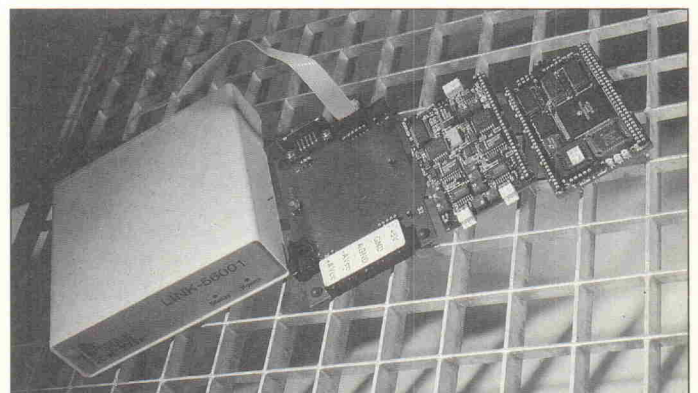
Zur Programmentwicklung kann auf die Motorola-Entwicklungsplattform mit C-Compiler, Debugger, Assembler, Linker und Software-Simulator zugegriffen werden. Das Paket enthält zusätzlich zu den Motorola-Tools eine standardisierte Treiberbibliothek zum Anschluß an beliebige Hostsysteme und eine große Sammlung von Applikationsbeispielen zur Signalverarbeitung im Quellcode. Den anschließenden Kontrolldurchlauf des erstellten Programms auf dem miniKit kann man mit dem im Paket enthaltenen Debugger (V.24) oder mit einem zusätzlich erhältlichen, fensterorientierten Debug-Monitor (OnCE-Port - On Chip Emulation) durchführen. Durch diesen ist die Programmausführung (mit Haltepunkten) in Echtzeit und auch im Einzelschrittbetrieb möglich. Dargestellt werden in frei definierbaren Fenstern Programmcode, Speicherinhalte, I/O, DSP-Register und vieles mehr. Damit steht für die Motorola-Entwicklungsumgebung ein Source-Level-Debugger zur Verfügung, der im Vergleich zum TI-Debugger noch einiges

von miniKit-Peripherie-Modulen oder kundenspezifischer Interface-Hardware. Und als dritte der Expansion-Bus, durch den der Zugriff auf den Signalprozessor möglich ist. Weiterhin gibt es zwei serielle Schnittstellen, von denen eine RS-232C-kompatibel ist, um die Kommunikation mit beliebigen Hostrechnern zu ermöglichen.

Der Hardwareaufbau des miniKit ist ein kleines Wunder, wenn man bedenkt, wieviel

Funktionalität auf so kleinem Raum untergebracht wurde. Beide Seiten der Platine sind in SMD-Technik bestückt, die obere beherbergt unter anderem den Motorola DSP56002 und 96 KByte statisches RAM (0 Waitstates). Weiterhin sind auf der miniKit-Karte ein Watchdog-Timer und ein 384 KByte großes Flash-EPROM vorhanden.

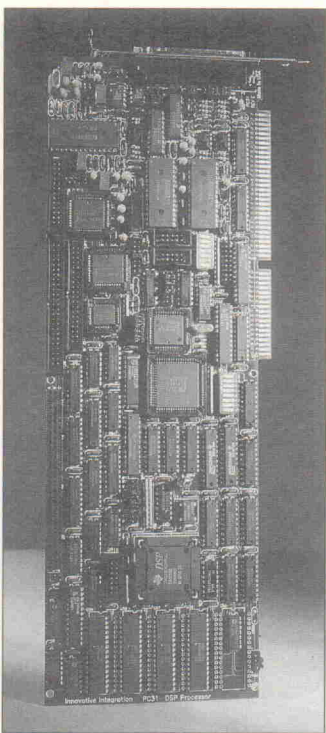
Für den analogen Kontakt zur Außenwelt ist von electronic





mehr an Komfort bietet. Die Kommunikation mit dem miniKit erfolgt über Motorolas OnCE-Port. Die OnCE bietet zusätzlich zum Source-Level-Debugging weitere Möglichkeiten zur Hardware-Fehlersuche, mit den geringstmöglichen Auswirkungen auf das miniKit-System. Außerdem ermöglicht der mit einer Linkbox (Umsetzung OnCE-Port auf RS-232) ausgelieferte Debugger die Fehlersuche in Motorola-DSPs in beliebigen Hardwareumgebungen und kann auch in Fremdprodukten eingesetzt werden. Der Debugger stellt eine Gemeinschaftsentwicklung von Domain-Technology und electronic tools dar und ist für 4900,- DM bei electronic tools erhältlich. Softwareseitig wird das miniKit-56002-System von einem großen Angebot führender DSP-Anbieter unterstützt, wie Virtuoso, QEDesign und Hypersignal Windows zum Filterdesign sowie DSPWorks für die Signalanalyse. Die Programme QEDesign (2495,- DM) zum Filter-Design und als Analyse-Software sowie HS-MAKRO (Hypersignal-Makro-Softwarepaket, 3275,- DM) sind optional bei electronic tools erhältlich.

### 31-PC-F



Das 31-PC-F-DSP-Board von GBM ist ein DSP-Board, das als Zielrichtung den OEM-Bereich hat. Es bietet als zusätzli-

che Option die Lieferung sämtlicher Hardware-Manuals für das Board, inklusive aller Schaltpläne und Bauteilspezifikationen. Man bekommt durch die völlige und detaillierte Offenlegung aller Einzelheiten einen guten Überblick über Aufbau und Eigenschaften des Boards.

Das 31-PC-F-Board hat volle Baulänge und ist durch die Verwendung von Bauelementen der 74xxx Familie dicht bestückt. Als DSP wird ein Texas Instruments TMS320C31 verwendet, dem serienmäßig 64 KByte statisches RAM zur Verfügung steht (optional auf 1 MByte erweiterbar). Mittels eines aufsteckbaren Erweiterungsmoduls ist ein RAM-Ausbau mit Standard-SIMMs bis 8 MByte möglich. Die Verbindung zum Host-PC ist 'memory mapped' über 4-KByte-Dual-Port-RAM oder über den PC-I/O-Bus realisierbar. Das Board stellt eine Unmenge an Schnittstellen zur Verfügung, die bis auf den im DSP integrierten Serial Port in den Adreßraum des 31-PC-F-Board eingebunden sind. Dadurch nimmt man allerdings 4 Waitstates in Kauf. Für die analoge Eingabe werden zwei 16-Bit-A/D-Umsetzer von Burr Brown verwendet, die gemultipliziert acht Eingangskanäle ergeben. Für den Analogausgang wurde ein 16-Bit-DAC von Burr Brown verwendet. Der Analogteil ist mit den beiden Burr-Brown-A/D-Umsetzern hochwertig bestückt und weist mit einem Störabstand von 86 dB und 200 kHz Abtastrate gute Daten auf. Auf der digitalen Seite stellt das 31-PC-Board sechs bidirektionale 8-Bit Ports (8255), drei 16-Bit-Timer, zwei 32-Bit-Timer (im TMS-320C31) und 15 Interrupt-Linien bereit. Zur Kommunikation können zwei AT-kompatible serielle Schnittstellen und ein DSP-Link-Interface mit 50 gepufferten I/Os eingesetzt werden. Dies macht das Board für die Lösung einer Vielzahl von Regelungs- und Steuerungsproblemen interessant. Zusätzlich ist ein JTAG-1149.1-Interface für den Anschluß eines Source-Level-Debuggers vorgesehen. Die entsprechende Interfacekarte für den PC gehört zum Lieferumfang des Source-Level-Debuggers und ermöglicht Remote-Debugging.

Auf dem 31-PC-F-Board ist ein 108poliger Erweiterungsstecker

angebracht, für den es viele optionale Erweiterungsmodule gibt, unter anderem ein Grabber-Modul mit 8 analogen Eingängen und 20 MHz Abtastrate bei 12-Bit-Auflösung. Ein besonderes Feature ist die Möglichkeit, eine Stand-alone-Version des DSP-Boards zu bekommen.

Zur Programmierung des 31-PC-F-Boards ist eine Entwicklungsplattform, wahlweise in mehreren Ausbaustufen, bei GBM erhältlich. Ratsam ist es, bei erstmaliger Anschaffung des Boards das 31-C Dev Package PC zu wählen. Hier sind für 10 000,- DM zusammen mit dem Board alle benötigten Tools enthalten, alle Source-Codes, der TI C-Compiler, Assembler und Linker, die IBM-Hostsoftware, ein Editor und alle Manuals. Nur der TI-Source-Level-Debugger mit JTAG-Interfacekarte müßte bei Bedarf dann noch für 3690,- DM erworben werden. Allerdings ist eine Softwareentwicklung im größeren Stil ohne Source-Level-Debugger ziemlich mühsam, so daß man diese Kosten bei der Anschaffung wohl gleich mit einkalkulieren sollte.

Dem Board liegt reichlich Demosoftware bei, die über den mitgelieferten Monitor geladen wird und zum Testen der Funktionsfähigkeit des Boards benutzt werden kann, was im Test reibungslos klappte. In Turbo C geschriebene Beispiele dokumentieren die Kommunikationsmöglichkeiten mit dem Host für die Verwendung in selbstgeschriebenen DOS-Programmen. In der mitgelieferten Source-code-Sammlung sind über 120 in C, manchmal auch in Assembler geschriebene Funktionen und Minimalprogramme zu allen in Frage kommenden Einsatzbereichen des Boards zu finden, so auch Routinen zur FFT und Filterberechnung.

Die Entwicklungsumgebung ist komplett von Texas Instruments in der Version 4.5, so daß ein Arbeiten mit dem Source-Level-Debugger fast genauso komfortabel ist wie z. B. beim Turbo Debugger für DOS. Es sind Breakpoints mit Randbedingungen im Source-Code möglich sowie das gleichzeitige Anzeigen von C-Sourcecode, disassemblierten Programmcode, Datenbereichen und die Darstellung der Registerinhalte des DSP. Kompilieren, Linken,

und Debuggen bereitet nach kurzer Einarbeitung keine Mühe mehr, wenn man schon mit entsprechenden DOS-Systemen gearbeitet hat. Fertige Softwarepakete, die die Möglichkeiten der Karte ausnutzen und sie dem Anwender ohne Programmieraufwand zur Verfügung stellen, existieren zur Zeit noch nicht. In Vorbereitung ist eine Kopplung an DasyLab, wodurch wohl auch Routinen oder Treiber für eine unproblematische Nutzung unter Windows vorhanden wären. So ist man leider noch gezwungen, die Hürden einer 31-PC-F-Programmierung unter Windows selbst zu lösen.

### WIN30D

Das Win30-Board der Firma Meilhaus ist eine PC-Einsteckkarte mit voller Baulänge (270 mm), die in verschiedenen Bestückungsvarianten ausgeliefert wird. Im Test war die 'D'-Version (ohne DACs) ausgerüstet mit 16 single-ended 12-Bit-A/D-Kanälen und 3 digitalen 8-Bit-Ports. Als Portbaustein wird hier der 8255 eingesetzt. Gegen Aufpreis sind Lösungen mit simultanen Sample-and-Hold-Eingängen, Differenzeingängen, programmierbaren Eingangsverstärkern und mehrkanaligen D/A-Umsetzern zu bekommen. Bei genauerer Betrachtung der Platine fällt auf, daß sehr viel Logik diskret aufgebaut ist, wodurch die Platine die ganze Baulänge beansprucht. Ansonsten ist der Aufbau recht ordentlich, könnte allerdings in der Analogsektion etwas besser geschirmt sein, gerade weil die Karte mit ihrer 1-MHz-Sample-Rate auch höhere Frequenzen verarbeiten kann. Der Störabstand von 68 dB entsprach aber den Datenblattangaben.

Der Eingangsspannungsbereich ist auf 0 V...5 V und  $\pm 5$  V einstellbar; mit der 'PG'-Version sind programmierbare Verstärkungsfaktoren bis 1000 möglich. Als DSP wird ein ADSP-2105 von Analog Device eingesetzt, der eine Rechenleistung von 10 MIPS zur Verfügung stellt und 3 KByte Programmspeicher plus 1 KByte Datenspeicher im Chip integriert enthält. Es gibt eine Sonderversion der Win30, die einen ADSP-2115 statt des ADSP-2105 verwendet und doppelt soviel Programm- und Datenspeicher integriert hat. Die Rechenleistung wird mit 16,6 MIPS angegeben.





Der Datentransfer von der Win30 zum Hostrechner kann per Burst-DMA-Zugriff oder aber über einen 1 KByte großen FIFO (bis 64 MByte erweiterbar) erfolgen.

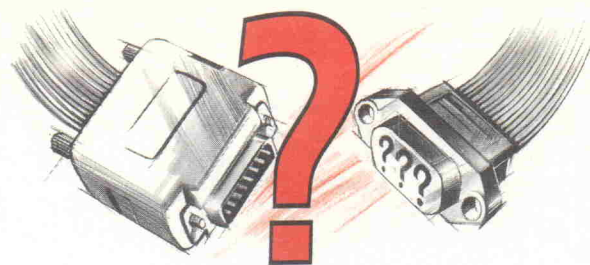
Die Programmierung der Karte erfolgt unter DOS über mitgelieferte Softwarebibliotheken in C, Pascal oder Fortran, deren Funktionen dann auch den Code für die gewünschten DSP-Funktionen laden. Windowsapplikationen werden mit einer UEIDAQ-DLL und einem virtuellen Device-Treiber (UEIDAQ.386) unterstützt, die ebenfalls kostenlos mitgeliefert werden. Programmierbeispiele liegen reichlich bei. Als Testprogramme sind die Programme StatDos und StatWin recht nützlich. Man kann mit StatDos unter DOS, wie auch mit StatWin unter Windows, Zeitfunktionen aufnehmen und analysieren. Das allerdings nur offline, da bei den höheren Abtastfrequenzen die Rechenzeit (1024-Punkte-FFT, 3,42 ms) etwas zu groß wäre. Das Berechnen der FFT nimmt deshalb subjektiv mehr Zeit in Anspruch als bei den anderen im Test befindlichen DSP-Karten. Die Programmierung des DSP-Boards ist relativ einfach, da man nur Bibliotheksfunktionen verwendet. Man kann den DSP allerdings auch direkt programmieren, hierzu ist Win30-DSPK (Digital Signal Prozessor Kit) erforderlich. Dieses Produkt ist allerdings nur direkt vom Hersteller United Electro-

nic Industries zu beziehen. Es enthält alle notwendigen Tools wie C-Compiler, Assembler, System Builder, Libraries und Simulator. Mit dem Programm StatDos lief die Win30 im Test reibungslos mit der höchsten Abtastrate. Unter StatWin war auf unserem Testrechner allerdings bei 20 kHz Abtastrate Schluß, da die Interrupts unter Windows nicht mehr verarbeitet werden konnten. Auch der Einbau der Karte in einen schnellen 80486/50-MHz-PC brachte nur insofern eine kleine Änderung, als daß erst bei 50 kHz das Ende der Fahnenstange erreicht war. Höchstwahrscheinlich kommt man trotz Blocktransfer in Bereiche, wo die Interruptauslastung für Windows zu groß wird und ein größerer FIFO notwendig wird, der allerdings bis 64 MByte lieferbar ist.

### Welche nehmen?

Als Ergebnis kann man feststellen, daß es das 'optimale' DSP-Board nicht gibt. Alle DSP-Systeme haben ihre Stärken und Schwächen. Es muß vom Anwender im Einzelfall geprüft werden, welches DSP-Board für sein spezielles Problem am besten einsetzbar ist.

Die Einarbeitung scheint bei der DAP2600 gefolgt von der Elf-31 am einfachsten zu sein, da hier dem Anwender die direkte Programmierung des DSP durch ein komfortables Betriebssystem abgenommen wird. Beide Systeme haben auch mit der ausführlichsten Dokumentation und der größten Programmunterstützung die Nase vorn. Mit der Win30 ist die Programmierung unter Windows durch die mitgelieferte Routinensammlung und den virtuellen Device-Treiber wohl am einfachsten. Mit den Goldammerboards bekommt man liebevoll aufgebaute und auf höchste Verarbeitungsgeschwindigkeit getrimmte DSP-Boards. Als Pluspunkte sind hier die deutsche Bedienungsanleitung und der direkte Support des Herstellers zu sehen. Das PC31-Board wiederum ist für Steuerungs- und Regelungsaufgaben durch eine Vielzahl von Ein-/Ausgängen prädestiniert, genießt aber so gut wie keine Unterstützung durch Anwendungsprogramme. Mit dem miniKit bekommt man ein System, daß durch seine Miniaturisierung und Flexibilität bequem in eigene Entwicklungen integriert werden kann. hr



## PROBLEMS? „RING OUR ING.!”



Für alle Fragen, die die Anwendung unserer Produkte betreffen, können Sie uns direkt anwählen: Tel. 06105/401-222. Unsere Technische Anwendungsberatung mit 6 Ingenieuren hat keine lange Leitung. Falls Ihr Problem nicht sofort zu lösen ist, wird Rückruf garantiert...

**RS ist ISO 9002 zertifiziert**



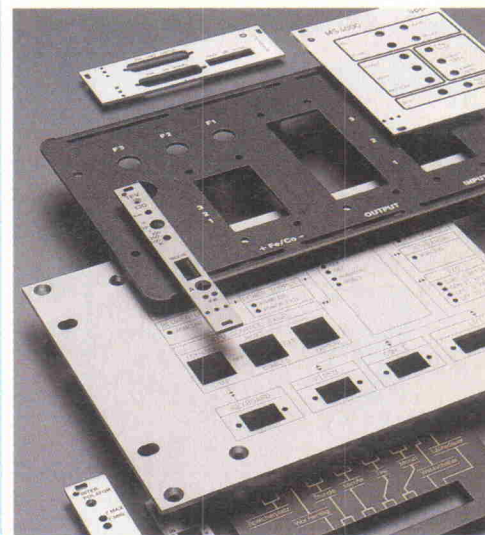
RS Components GmbH  
Postfach 13 65  
64528 Mörfelden-Walldorf

**Gleich anrufen! Ihre Bestellung oder Ihr Katalog geht sofort raus! Tel. 06105/401-234**

**DIE  
PFLICHTLEKTÜRE  
NACH DEM  
PFLICHTENHEFT.**

### Front-/Sonderfrontplatten Stanzen, Veredeln, Bedrucken, Beschriften nach Ihren Wünschen

**POLY  
RACK**



**Polyrack  
Electronic-Aufbau-  
systeme GmbH  
Steinbeisstraße 4  
75334 Strauben-  
hardt-Conweiler**

**Telefon  
0 70 82/79 19-0  
Telefax  
0 70 82/79 19-30**

Einen besonderen Service bietet Polyrack bei Frontplatten, die den speziellen Anforderungen der Kunden angepaßt werden können. Neben den Standardmaßen für 19" Racks sind Platten in fast jedem Format lieferbar. Variationen zum Klappen und Schwenken gehören ebenfalls dazu. Dabei werden die entsprechenden Normen eingehalten.

Bitte fordern Sie unseren Berater an.



# REICHELT ELEKTRONIK

Kaiserstraße 14 26122 Oldenburg  
Marktstraße 101-103 26382 Wilhelmshaven

Postfach 1040  
26358 Wilhelmshaven

Telefon-Sammel-Nr.: 0 44 21 / 2 63 81  
Telefax: 0 44 21 / 2 78 88  
Anrufbeantworter: 0 44 21 / 2 76 77

## Katalog kostenlos!

Versand ab DM 10,-/Ausland ab DM 100,-  
Versand per Nachnahme oder Bankinzug  
(außer Behörden, Schulen usw.)  
Versandkostenpauschale: Nachnahme DM 7,00  
Bankinzug DM 5,80  
UPS DM 9,00

## Transistoren

BC	BD	BDX	BFQ	BUX
107A 0.26	239C 0.60	33C 0.73	69 4.15	86 1.05
107B 0.26	240C 0.60	34 0.76		87 1.05
108B 0.26	241B 0.62	34C 0.73		98 9.30
108C 0.26	241C 0.62	53A 0.72		
140-10 0.41	242B 0.62	53C 0.76	16A 1.95	
140-16 0.41	242C 0.57	54A 0.72	92 0.67	
141-10 0.39	243 0.65	54C 0.72		
141-16 0.39	243B 0.60	66B 3.80		
160-10 0.41	243C 0.60	66C 3.80		
160-16 0.41	244 0.64	67B 3.30	90 1.20	
161-10 0.39	244B 0.62	67C 3.55		
161-16 0.39	244C 0.63	87C 2.45		
177A 0.31	245B 1.45	88C 2.55		
177B 0.26	246B 1.45			
237A 0.08	246C 1.45			
237B 0.08	246C 1.45			
238A 0.09	249 1.75	198 0.16		
238B 0.08	249B 1.85	199 0.16		
239B 0.07	249C 1.80	224 0.18		
327-25 0.09	250 1.90	240 0.16		
327-40 0.09	250B 2.00	241 0.17		
328-25 0.09	250C 1.85	244A 0.69	108 2.40	
328-40 0.09	317 2.40	245A 0.51	126 2.40	
337-25 0.09	318 2.40	245B 0.51	180A 2.90	
337-40 0.09	410 0.79	245C 0.51	205 2.20	
338-25 0.09	433 0.49	246A 0.67	208 2.10	
338-40 0.09	434 0.53	246B 0.67	208A 2.10	
368 0.25	435 0.53	246C 0.67	208D 3.30	

## Metex 4650CR

179,-

### Funktionsübersicht:

→ Große 4 1/2 stellige Bargraph-Anzeige

→ Serielle Schnittstelle mit Datenkabel und Software (IBM PC's oder kompatibel).

→ Dioden-, Transistor- & Logictester

→ Min/Max-Messung und DATA-HOLD

→ Geräteschutze, Prüfkabel und Batterie



Messbereiche:  
V-DC: 0,2/2/20/200/1000V  
V-AC: 0,2/2/20/200/750V  
A-DC: 2/200mA 20A  
A-AC: 2/200mA 20A  
Ohm: 0,2/2/20/200K 2/20M  
Kap: 2nF, 200nF, 20uF  
Frequ: 20kHz, 200kHz

Bestellnr.: METEX 4650CR  
Kein Rabatt möglich!

BD	BDV	BDW	BFG	BFR
640 0.26	85 2.60	86 2.60	87 2.60	88 2.60
87 0.56	95 2.40	96 2.40	97 2.40	98 2.40
87 0.56		99 1.25	100 1.25	101 1.25
87 0.56		102 1.25	103 1.25	104 1.25
87 0.56		105 1.25	106 1.25	107 1.25
87 0.56		108 1.25	109 1.25	110 1.25
87 0.56		111 1.25	112 1.25	113 1.25
87 0.56		114 1.25	115 1.25	116 1.25
87 0.56		117 1.25	118 1.25	119 1.25
87 0.56		120 1.25	121 1.25	122 1.25
87 0.56		123 1.25	124 1.25	125 1.25
87 0.56		126 1.25	127 1.25	128 1.25
87 0.56		129 1.25	130 1.25	131 1.25
87 0.56		132 1.25	133 1.25	134 1.25
87 0.56		135 1.25	136 1.25	137 1.25
87 0.56		138 1.25	139 1.25	140 1.25
87 0.56		141 1.25	142 1.25	143 1.25
87 0.56		144 1.25	145 1.25	146 1.25
87 0.56		147 1.25	148 1.25	149 1.25
87 0.56		150 1.25	151 1.25	152 1.25
87 0.56		153 1.25	154 1.25	155 1.25
87 0.56		156 1.25	157 1.25	158 1.25
87 0.56		159 1.25	160 1.25	161 1.25
87 0.56		162 1.25	163 1.25	164 1.25
87 0.56		165 1.25	166 1.25	167 1.25
87 0.56		168 1.25	169 1.25	170 1.25
87 0.56		171 1.25	172 1.25	173 1.25
87 0.56		174 1.25	175 1.25	176 1.25
87 0.56		177 1.25	178 1.25	179 1.25
87 0.56		180 1.25	181 1.25	182 1.25
87 0.56		183 1.25	184 1.25	185 1.25
87 0.56		186 1.25	187 1.25	188 1.25
87 0.56		189 1.25	190 1.25	191 1.25
87 0.56		192 1.25	193 1.25	194 1.25
87 0.56		195 1.25	196 1.25	197 1.25
87 0.56		198 1.25	199 1.25	200 1.25
87 0.56		201 1.25	202 1.25	203 1.25
87 0.56		204 1.25	205 1.25	206 1.25
87 0.56		207 1.25	208 1.25	209 1.25
87 0.56		210 1.25	211 1.25	212 1.25
87 0.56		213 1.25	214 1.25	215 1.25
87 0.56		216 1.25	217 1.25	218 1.25
87 0.56		219 1.25	220 1.25	221 1.25
87 0.56		222 1.25	223 1.25	224 1.25
87 0.56		225 1.25	226 1.25	227 1.25
87 0.56		228 1.25	229 1.25	230 1.25
87 0.56		231 1.25	232 1.25	233 1.25
87 0.56		234 1.25	235 1.25	236 1.25
87 0.56		237 1.25	238 1.25	239 1.25
87 0.56		240 1.25	241 1.25	242 1.25
87 0.56		243 1.25	244 1.25	245 1.25
87 0.56		246 1.25	247 1.25	248 1.25
87 0.56		249 1.25	250 1.25	251 1.25
87 0.56		252 1.25	253 1.25	254 1.25
87 0.56		255 1.25	256 1.25	257 1.25
87 0.56		258 1.25	259 1.25	260 1.25
87 0.56		261 1.25	262 1.25	263 1.25
87 0.56		264 1.25	265 1.25	266 1.25
87 0.56		267 1.25	268 1.25	269 1.25
87 0.56		270 1.25	271 1.25	272 1.25
87 0.56		273 1.25	274 1.25	275 1.25
87 0.56		276 1.25	277 1.25	278 1.25
87 0.56		279 1.25	280 1.25	281 1.25
87 0.56		282 1.25	283 1.25	284 1.25
87 0.56		285 1.25	286 1.25	287 1.25
87 0.56		288 1.25	289 1.25	290 1.25
87 0.56		291 1.25	292 1.25	293 1.25
87 0.56		294 1.25	295 1.25	296 1.25
87 0.56		297 1.25	298 1.25	299 1.25
87 0.56		300 1.25	301 1.25	302 1.25
87 0.56		303 1.25	304 1.25	305 1.25
87 0.56		306 1.25	307 1.25	308 1.25
87 0.56		309 1.25	310 1.25	311 1.25
87 0.56		312 1.25	313 1.25	314 1.25
87 0.56		315 1.25	316 1.25	317 1.25
87 0.56		318 1.25	319 1.25	320 1.25
87 0.56		321 1.25	322 1.25	323 1.25
87 0.56		324 1.25	325 1.25	326 1.25
87 0.56		327 1.25	328 1.25	329 1.25
87 0.56		330 1.25	331 1.25	332 1.25
87 0.56		333 1.25	334 1.25	335 1.25
87 0.56		336 1.25	337 1.25	338 1.25
87 0.56		339 1.25	340 1.25	341 1.25
87 0.56		342 1.25	343 1.25	344 1.25
87 0.56		345 1.25	346 1.25	347 1.25
87 0.56		348 1.25	349 1.25	350 1.25
87 0.56		351 1.25	352 1.25	353 1.25
87 0.56		354 1.25	355 1.25	356 1.25
87 0.56		357 1.25	358 1.25	359 1.25
87 0.56		360 1.25	361 1.25	362 1.25
87 0.56		363 1.25	364 1.25	365 1.25
87 0.56		366 1.25	367 1.25	368 1.25
87 0.56		369 1.25	370 1.25	371 1.25
87 0.56		372 1.25	373 1.25	374 1.25
87 0.56		375 1.25	376 1.25	377 1.25
87 0.56		378 1.25	379 1.25	380 1.25
87 0.56		381 1.25	382 1.25	383 1.25
87 0.56		384 1.25	385 1.25	386 1.25
87 0.56		387 1.25	388 1.25	389 1.25
87 0.56		390 1.25	391 1.25	392 1.25
87 0.56		393 1.25	394 1.25	395 1.25
87 0.56		396 1.25	397 1.25	398 1.25
87 0.56		399 1.25	400 1.25	401 1.25
87 0.56		402 1.25	403 1.25	404 1.25
87 0.56		405 1.25	406 1.25	407 1.25
87 0.56		408 1.25	409 1.25	410 1.25
87 0.56		411 1.25	412 1.25	413 1.25
87 0.56		414 1.25	415 1.25	416 1.25
87 0.56		417 1.25	418 1.25	419 1.25
87 0.56		420 1.25	421 1.25	422 1.25
87 0.56		423 1.25	424 1.25	425 1.25
87 0.56		426 1.25	427 1.25	428 1.25
87 0.56		429 1.25	430 1.25	431 1.25
87 0.56		432 1.25	433 1.25	434 1.25
87 0.56		435 1.25	436 1.25	437 1.25
87 0.56		438 1.25	439 1.25	440 1.25
87 0.56		441 1.25	442 1.25	443 1.25
87 0.56		444 1.25	445 1.25	446 1.25
87 0.56		447 1.25	448 1.25	449 1.25
87 0.56		450 1.25	451 1.25	452 1.25
87 0.56		453 1.25	454 1.25	455 1.25
87 0.56		456 1.25	457 1.25	458 1.25
87 0.56		459 1.25	460 1.25	461 1.25
87 0.56		462 1.25	463 1.25	464 1.25
87 0.56		465 1.25	466 1.25	467 1.25
87 0.56		468 1.25	469 1.25	470 1.25
87 0.56		471 1.25	472 1.25	473 1.25
87 0.56		474 1.25	475 1.25	476 1.25
87 0.56		477 1.25	478 1.25	479 1.25
87 0.56		480 1.25	481 1.25	482 1.25
87 0.56		483 1.25	484 1.25	485 1.25
87 0.56		486 1.25	487 1.25	488 1.25
87 0.56		489 1.25	490 1.25	491 1.25
87 0.56		492 1.25	493 1.25	494 1.25
87 0.56		495 1.25	496 1.25	497 1.25
87 0.56		498 1.25	499 1.25	500 1.25

## Integrierte Schaltungen

uA	ICM	MC	SAS	TDA	TLC	MOS	LS	74F	
7805	1.15	7216D 68.65	1310DIL 1.50	2593 1.75	251DIP 3.55	4000 0.33	00 0.29	00 0.63	
7805K	1.70	7217IUI 30.55	1327DIL 4.50	2594 4.50	271DIP 0.94	4001 0.33	01 0.35	02 0.63	
7806	0.73	7218A 13.20	1350P 5.05	2595 3.60	272DIP 1.70	4002 0.33	02 0.35	04 0.63	
7807	1.00	7224 25.00	1377DIL 5.65	2611A 1.90	274DIL 2.40	4006 0.69	03 0.35	08 0.72	
7808	0.73	7226A 80.50	1408DIL 3.30	2653A 5.25	372DIP 1.50	4007 0.33	04 0.35	10 0.63	
7809	0.87	7555 0.72	1458DIP 0.53	2750 8.60	374DIL 2.05	4008 0.75	05 0.35	11 0.80	
7810	0.73	7556 1.60	1496DIL 1.65	2789AQ31.50	393DIP 1.95	4009 0.58	06 0.87	14 0.73	
7812	0.65		1558DIP 1.90	2822 1.95	555DIP 0.76	4010 0.44	07 0.87	20 1.20	
7812K	1.70		3361N 3.90	3047 2.60	556DIL 1.20	4011 0.39	08 0.35	27 0.50	
7815	0.65		3403DIP 0.61	3048 2.60		4012 0.33	09 0.35	30 0.63	
7815K	1.70	1700N 2.80	3423DIP 1.75	3048 2.60		4013 0.49	10 0.35	32 0.79	
7818	0.92		3486DIL 1.50	3190 2.20		4014 0.69	11 0.35	37 1.00	
7820	0.65		3487DIL 2.00	3301 15.45	3104 6.20	4015 0.69	12 0.35	38 0.00	
7824	1.05			3501 7.00		4016 0.41	14 0.44	74 0.78	
7824K	1.65			3501 7.00		4017 0.80	15 0.35	86 1.65	
78H05	23.20	200-220	5.36	611T 1.40	3506 6.95	U	4018 0.66	19 2.20	112 0.80
78L02	0.71	200-T03	6.95	765A 1.20	3510 7.25	106BS 4.30	4019 0.49	20 0.35	113 2.70
78L05	0.87	203B 0.95		861A 1.15	3541 4.65	111B 4.95	4020 0.69	21 0.35	125 1.80



## Japan-Halbleiter

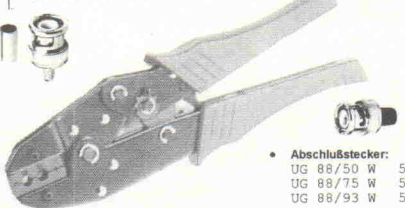
SA	SC	uPC	TA
473	1.11	2824	2.85
562	0.57	2837	1.95
608	0.31	2878	0.43
673	0.37	2898	8.93
733	0.46	2901	0.88
798	0.94	2921	12.61
817	0.91	2922	13.16
872	0.37	3039	2.37
933	0.53	3040	4.14
949	0.81	3117	1.51
965	1.06	3150	3.68
966	0.86	3153	6.00
968	1.87	3181	3.88
970	0.46	3182	4.49
984	0.53	3199	2.98
988	0.88	3225	0.98
992	0.46	3263	8.93
999	0.35	3279	0.77
1011	1.51	3280	6.96
1012	2.22	3281	7.67
1013	1.11	3298	1.66
1015	0.27	3306	0.94
1016	0.45	3309	2.72
1020	0.71	3310	3.03
1085	0.75	3311	0.51
1095	27.70	3318	7.97
1106	7.36	3330	0.86
1123	0.70	3355	1.36
1124	0.75	3358	1.66
1145	0.72	3400	0.35
1186	7.57	3419	1.01
1264	4.14	3449	1.31
1265	4.59	3421	1.61
1301	5.80	3423	1.01
1302	5.85	3457	3.73
1306	1.60	3459	5.90
1370	0.81	3460	6.46
1491	6.00	3461	7.72
1625	1.30	3467	0.79
SB			
647	0.55	3502	1.41
649	1.30	3519	8.68
688	3.05	3552	16.09
754	3.45	3679	7.87
755	5.50	3688	17.35
772	0.75	3795	4.49
774	0.52	3807	1.21
861	1.45	3854	5.90
892	0.56	3855	7.36
897	7.00	3857	7.57
1010	0.98	3883	12.10
1243	1.60	3886	19.22
SC			
458	0.47	4237	12.16
536	0.15	4242	6.86
828	0.25		
945	0.20		
1061	2.17		
1213	0.24	313	0.91
1307	14.53	400	0.43
1317	0.43	424	7.82
1318	0.38	438	0.75
1364	0.77	467	0.86
1383	0.65	468	0.55
1384	0.63	471	0.67
1400	1.06	551	9.08
1413	3.43	555	11.10
1674	0.34	600	1.21
1675	0.30	636	0.43
1678	2.22	667	0.74
1685	0.46	669	1.11
1730	0.39	716	3.03
1740	0.18	718	2.98
1775	0.43	756	0.95
1815	0.23	774	0.80
1841	0.56	820	8.42
1845	0.44	880	0.21
1846	0.88	882	0.91
1904	1.77	965	0.99
1923	0.38	1047	4.64
1947	10.90	1062	2.42
1959	1.41	1065	5.25
1969	5.90	1138	1.55
1971	6.76	1148	3.93
2001	0.55	1163	4.94
2021	0.46	1207	0.56
2029	5.60	1266	1.41
2053	1.77	1273	2.72
2078	2.03	1275	1.97
2086	0.43	1279	11.63
2120	0.37	1292	1.31
2166	2.90	1311	2.47
2229	0.59	1397	4.44
2230	0.90	1398	5.75
2235	0.80	1402	6.15
2236	0.62	1425	10.04
2238	1.71	1426	5.04
2240	0.47	1427	6.05
2259	1.51	1431	7.77
2274	0.59	1432	14.22
2312	8.52	1433	17.00
2314	1.01	1497	6.96
2320	0.32	1541	7.16
2335	5.04	1548	12.91
2344	1.56	1554	10.59
2362	0.72	1555	8.32
2383	0.86	1571	6.20
2440	6.71	1577	10.24
2482	1.82	1609	1.31
2547	0.77	1650	4.09
2564	25.90	1651	5.90
2570A	0.87	1669	4.74
2577	4.74	1710	8.68
2579	6.46	1739	9.18
2581	7.46	1877	7.47
2591	1.92	1878	5.15
2603	0.32	1911	10.74
2608	16.75	1913	1.77
2625	9.18	2125	13.97
2631	0.73		
2632	0.81		
2634	0.66		
2655	0.73		
2668	0.59		
2705	0.79		
2785	0.38		
2810	10.84		
2818	135		
2819	8.60		
2820			
2821			
2822			
2823			
2824			
2825			
2826			
2827			
2828			
2829			
2830			
2831			
2832			
2833			
2834			
2835			
2836			
2837			
2838			
2839			
2840			
2841			
2842			
2843			
2844			
2845			
2846			
2847			
2848			
2849			
2850			
2851			
2852			
2853			
2854			
2855			
2856			
2857			
2858			
2859			
2860			
2861			
2862			
2863			
2864			
2865			
2866			
2867			
2868			
2869			
2870			
2871			
2872			
2873			
2874			
2875			
2876			
2877			
2878			
2879			
2880			
2881			
2882			
2883			
2884			
2885			
2886			
2887			
2888			
2889			
2890			
2891			
2892			
2893			
2894			
2895			
2896			
2897			
2898			
2899			
2900			
2901			
2902			
2903			
2904			
2905			
2906			
2907			
2908			
2909			
2910			
2911			
2912			
2913			
2914			
2915			
2916			
2917			
2918			
2919			
2920			
2921			
2922			
2923			
2924			
2925			
2926			
2927			
2928			
2929			
2930			
2931			
2932			
2933			
2934			
2935			
2936			
2937			
2938			
2939			
2940			
2941			
2942			
2943			
2944			
2945			
2946			
2947			
2948			
2949			
2950			
2951			
2952			
2953			
2954			
2955			
2956			
2957			
2958			
2959			
2960			
2961			
2962			
2963			
2964			
2965			
2966			
2967			
2968			
2969			
2970			
2971			
2972			
2973			
2974			
2975			
2976			
2977			
2978			
2979			
2980			
2981			
2982			
2983			
2984			
2985			
2986			
2987			
2988			
2989			
2990			
2991			
2992			
2993			
2994			
2995			
2996			
2997			
2998			
2999			

## Crimpzange

für RG 58 / 59 + 62

### BNC-Crimp-Stecker

- Stecker:
  - UG 88U-C58 1.65
  - UG 88U-C59 1.65
  - UG 88U-C62 2.20



### Crimpzange

DM 49.00

- Kupplung:
  - UG 89U-C58 2.90
  - UG 89U-C62 3.10

- Abschlußstecker:
  - UG 88/50 W 5.30
  - UG 88/75 W 5.80
  - UG 88/93 W 5.80

- Knickschutzstülpe:
  - BNCT-58 0.40
  - BNCT-62/59 0.40

## Ethernet-Anschluß-Dosen

Anschlußflexibilität bei höchster Sicherheit



Typ: EAD AP

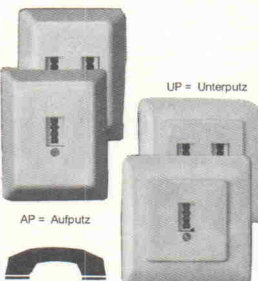
Jedes einzelne Endgerät kann ohne Beeinträchtigung des PC-Netzwerksystems beliebig an oder abgekoppelt werden. Beim Ziehen des Endgerätesteckers wird der aktive Netzbetrieb nicht unterbrochen.

- EAD-AP 53.50
- EAD-UP 56.50
- EAD-2M 46.50
- EAD-5M 55.30
- EAD-7M 65.50

- Aufputzdose
- Unterputzdose
- Anschlußkabel 2m
- Anschlußkabel 5m
- Anschlußkabel 7m

Kein Rabatt möglich

## TAE - Anschlußdosen



AP = Aufputz

F-kodiert

TAE 6F-AP 4.40

TAE 6F-UP 5.70

N-kodiert

TAE 6N-AP 4.40

TAE 6N-UP 5.70

F/F-kodiert

TAE 2x6FF-AP 5.95

TAE 2x6FF-UP 7.95

N/F-kodiert

TAE 2x6NF-AP 5.40

TAE 2x6NF-UP 6.70

N/F/F-kodiert

TAE 3x6NFF-AP 6.20

TAE 3x6NFF-UP 7.80

N/F/N-kodiert

TAE 3x6NFN-AP 5.85

TAE 3x6NFN-UP 7.70

Kein Rabatt möglich.

## Speicher

### EProms

- 27C64-150 8Kx8 5.40
- 27C64-200 8Kx8 5.30
- 27C128-150 16Kx8 6.20
- 27C256-120 32Kx8 6.55
- 27C256-150 32Kx8 6.50
- 2

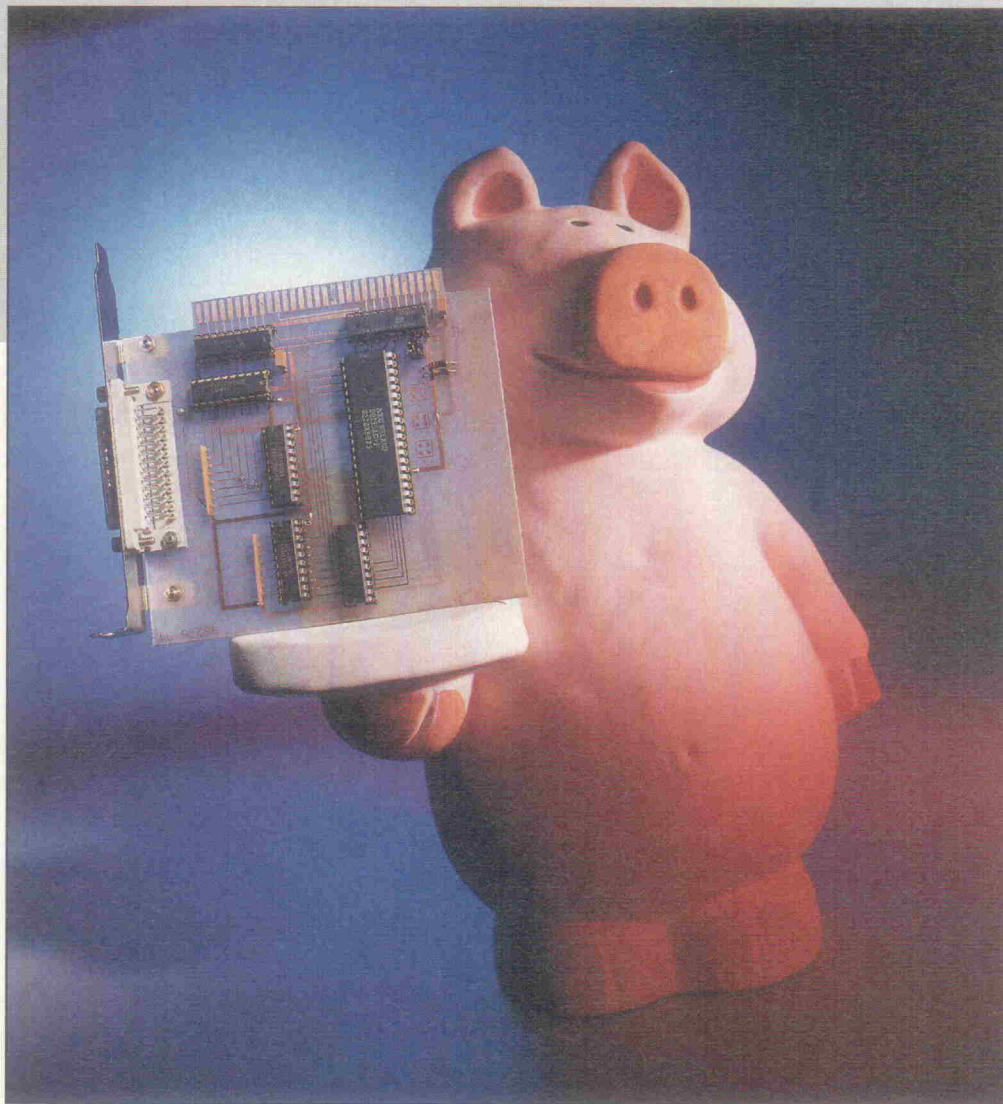


# Sparschwein

**Low-Cost-IEEE-488-Controller für den PC, Teil 1:  
Hardware, Testprogramm und Quick-BASIC-Routinen**

**Karl-Heinz Weiß  
Frank Heines**

**Light im Preis, aber  
fett in der Leistung  
lautet das Motto für  
das Sparschwein.  
Stecken Sie rund  
70 Mark hinein und es  
dient Ihnen als IEC-  
Bus-Controller im PC.**



**W**enn ELRAD sich schon wieder mit dem Evergreen 'General Purpose Interface Bus' (GPIB) beschäftigt, dann muß es damit eine besondere Bewandnis haben. Der Titel deutet es an: Bei diesem Projekt handelt es sich um eine GPIB-Karte in Sparsausführung – aber nur, was die Belastung Ihres Geldbeutels betrifft. Denn trotz der niedrigen Kosten stellt das Sparschwein einen vollwertigen IEEE-488-Controller dar, der den Anschluß von bis zu 15 Geräten – je nach Kabellänge schaffen die eingesetzten Treiber auch mehr – an einen PC ermöglicht. Der Witz dabei:

Dank Verzicht auf einen speziellen Controller-Chip und Einsatz eines gängigen PIO-Bausteins des Typs 8255 ist der Bus vollständig vom PC kontrollierbar. Um das Übertragungsprotokoll kümmert sich die Software. Dabei schluckt das Sparschwein sogar verschiedene 'Währungen': Quick-BASIC, Turbo Pascal und Visual-BASIC für Windows. Hierfür stellt eine DLL die nötigen Routinen und Funktionen bereit.

Natürlich sind mit diesem Konzept keine Hochgeschwindigkeitsübertragungen möglich und ebensowenig ist DMA-Betrieb

vorgesehen. Aber eine Datenrate von 10...50 KByte/Sekunde je nach Rechner ist durchaus drin. Das reicht zur Steuerung der meisten marktüblichen Geräte völlig aus. Denn die wenigsten System-Multimeter liefern mehr als 100 Meßwerte pro Sekunde. Und wenn, dann kosten diese Geräte soviel, daß die Anschaffung eines professionellen IEC-Bus-Adapters daneben kaum noch ins Gewicht fällt.

Als praktischer Anwender des GPIB schüttelt man bisweilen den Kopf, wenn man die Anzeigen zu solchen Profikarten liest. Da wird mit Übertragungsraten

*Dipl.-Ing. (FH) Karl-Heinz Weiß ist seit 25 Jahren Mitarbeiter am Institut für mechanische Verfahrenstechnik und angewandte Mechanik der Universität Karlsruhe. Seine Aufgaben umfassen Neuentwicklung sowie Wartung und Pflege von selbstgenutzten elektronischen Geräten. Dipl.-Ing. Frank Heines studierte Elektrotechnik mit dem Schwerpunkt Industrielle Informationstechnik an der TU Karlsruhe und ist seit Juli '93 wissenschaftlicher Mitarbeiter am gleichen Institut.*



geworben, die die wenigsten Busteilnehmer erreichen. Diese Boliden finden ihre Anwendung dort, wo entweder viele Teilnehmer am Bus hängen, die kurze Datenpakete senden, wo einige Geräte lange Datenströme produzieren oder empfangen – beispielsweise Audiodaten oder Rasterdrucke. Oder dort, wo sich die Meßkonfiguration ohne Neuverkabelung häufig ändert. Das Sparschwein kommt dagegen vorzugsweise dann zum Einsatz, wenn nur wenige Geräte mit moderatem Datenaufkommen am Bus lauschen – zum Beispiel einzelne Plotter oder langsame Digitalmultimeter.

Aus diesen Überlegungen heraus und weil es an dem Institut, an dem die Autoren arbeiten, noch einige per GPIB steuerbare Plotter gibt, die einerseits zu schade zum Wegwerfen sind, andererseits aber auch keinen so hohen Wert darstellen, daß die Beschaffung mehrerer kommerzieller IEEE-488-Controller gerechtfertigt wäre, wurde das Sparschwein entwickelt. Dabei galten folgende Randbedingungen:

- Bauteilkosten so niedrig wie möglich
- kurze Karte mit doppelseitigem Layout
- Durchkontaktierungen per beidseitigem Löten realisierbar
- nur Standardbauteile inklusive der mechanischen Elemente (Stecker, Slotblech) unter Verzicht auf spezielle Controller-ICs
- softwareseitig einfache Prozeduraufrufe unter QuickBASIC, Turbo Pascal oder einer DLL

Bei näherer Betrachtung der Schaltung (Bild 1) erkennt man deutlich, daß das ganze Interface lediglich aus zwei bidirektionalen 8-Bit-Ports besteht. Dabei weist jeder Port einen unidirektional betriebenen 74LS245 für die Leserichtung und einen Open-Collector-Treiber 74LS641 für die Ausgabe auf. Der 8255 dient nur zum Zwischenspeichern der Daten. Prinzipiell hätte dieser auch durch zwei 8fach-Latches ersetzt werden können, allerdings zeigten weitere Überlegungen, daß dann der Adreßdecoder nicht mehr mit einem GAL 16V8 realisierbar gewesen wäre.

Grundsätzlich hätte man auch noch IC6 einsparen können,

indem IC7 die Datenleitungen DIO0 bis DIO7 als bidirektionaler Treiber ansteuert. Darauf haben wir aber verzichtet: Ein robuster Buscontroller darf nämlich bei der Fehlfunktion einzelner Geräte keinen Hardwareschaden erleiden oder verursachen, beispielsweise wenn zwei Ausgangstreiber gleichzeitig auf den Bus zugreifen. Ein LS245 würde aber in so einer Situation mächtig ins Schwitzen kommen, falls der eine Baustein alle Ausgänge auf '0' geschaltet hat und der andere auf '1'. Einem Open-Collector-Treiber macht so etwas nichts aus. Die gleiche Überlegung gilt natürlich auch für den Steuerport. Hier kommt noch hinzu, daß die beiden Leitungen 'NRFD' und 'NDAC' zwingend eine Open-Collector-Struktur haben müssen, weil damit die für den ordnungsgemäßen Handshake benötigte Wired-Or-Verknüpfung hergestellt wird.

## Kreuzweise

Wundern Sie sich nicht über die seltsamen Leitungskreuzungen im Schaltplan. Diese sind nur deshalb erforderlich, weil beim 8255 die Ein-/Ausgabeleitungen eine etwas eigenwillige Reihenfolge haben. Die Bits DIO0-DIO7 auf dem IEC-Bus werden selbstverständlich richtig auf die entsprechenden Bits der Ports A und B verteilt. Auch die acht Interface-Steuerleitungen sind so angeordnet, daß beim Schreiben und Lesen für dieselbe Leitung dasselbe Bit dient. Irgendwelche undurchsichtigen Bit-Vertauschungen zwischen Schreiben und Lesen können also entfallen.

Als Adreßdecoder kommt ein GAL des Typs 16V8 zum Einsatz. Per Jumper kann man eine von drei Basisadressen wählen. Die angegebene Adresse 2B8H wird auch von kommerziellen Controllern gerne verwendet. Dank trickreicher Programmierung des Decoders belegt die Karte nur vier Adressen: Wenn man auf das Auslesen von Port C des 8255 – und des Controlports, bei dem das sowieso verboten ist – verzichtet, kann man IC4 zum Lesen aktivieren, indem man einen Term A1\*/RD einführt (siehe Kasten 'Sparschweins Adressen').

Der 8255 ist ein weit verbreiteter Oldie unter den programmierbaren Peripheriebausteinen. Auf die Interna dieses Bausteins soll hier nicht näher

## Der direkte Weg ...

... das Sparschwein zu testen, führt über das Programm IEC\_BUS.EXE. Dieses liegt unter anderem in der ELRAD-Mailbox (05 11/53 52-401, 14k4, V.32bis). Man kann es auf verschiedene Weisen aufrufen:

**IEC\_BAS ?** initialisiert den Bus, sucht danach angeschlossene Listener und gibt deren Adressen aus.

**IEC\_BAS -T** startet den Hardwaretest, am Bus darf dabei kein Gerät angeschlossen sein.

**IEC\_BAS -Sga kdo** gibt das Kommando 'kdo' an das Gerät mit der Geräteadresse 'ga' aus, anschließend liest das Programm die Antwort des Gerätes und zeigt diese an. Zwischen -S und der Geräteadresse darf kein Leerzeichen stehen.

**IEC\_BAS Dateiname.ga** sendet den Inhalt der angegebenen Datei an das Gerät mit der Adresse 'ga'. Man kann damit beispielsweise einen Plotter oder Drucker direkt ansteuern.

Das kompilierte Programm ist auf die Kartenadresse 2B8H eingestellt. Falls auf der Karte eine andere Adresse gejumpert ist, muß in der Datei IEC\_BUS.BAS die Konstante IOADR entsprechend angepaßt und das Programm neu übersetzt werden.

eingegangen werden, dazu sagt der Artikel in [1] das Nötige. In dieser Schaltung kommt er in seiner einfachsten Betriebsart (Mode 0) mit 16 Ausgabe- und 8 Eingabeleitungen zur Anwendung: Port A = Mode 0 = Output, Port B = Mode 0 = Input, Port C = Mode 0 = Output. Das auf IOADR+3 auszugebende Steuerwort ist demzufolge 82H.

## Sparschweins Schnauze

Der Prototyp wurde ursprünglich mit der korrekten Buchse nach IEEE-488 aufgebaut. Dabei stellte sich aber heraus, daß die Stecker nicht richtig in die Slotausschnitte eines PC passen, weil die 'Halskrause' um 2 mm zu kurz geraten ist. Aufgrund dessen stößt das recht dicke IEC-Bus-Kabel an das PC-Gehäuse an. Entweder knickt man es beim Anschrauben scharf ab, damit der Stecker ganz auf der Buchse sitzt oder man unterläßt das Anschrauben und riskiert einen unsicheren Kontakt.

Als preiswerte Lösung zum Busanschluß dient deshalb eine gewöhnliche 25polige Sub-D-Buchse für Platinenmontage. Sie ist so belegt, daß man ein Adapterkabel auf die üblichen IEEE-488-Stecker ohne Aderdreh-Akrobatik leicht in Anpreßtechnik herstellen kann. Die Buchsenbelegung entspricht zwar nicht IEC-625, dafür kommt man aber erstens mit Standardbauteilen aus und spart zweitens einiges Geld, weil man sich ein Adapterkabel bestehend aus ein paar (Zenti-) Metern 24poligem Flachbandkabel, Sub-D-Anpreßstecker und IEEE-488-Anpreßstecker selbst konfektioniert kann. Man muß lediglich darauf achten, daß Pin 1 des Sub-D-Steckers mit Pin 1 des IEEE-Steckers verbunden ist. Dabei bleibt Pin 13, die optionale 5-V-Versorgung, frei.

Wer unbedingt die teuren, kommerziellen Kabel mit angesetzten stapelbaren Steckern verwenden will, kann sich auf diese Art auch einen Adapter herstellen. Ob das sehr sinnvoll

## Sparschweins Adressen

```
chip IEEEAddr GAL16V8A
A2 A3 A4 A5 A6 A7 A8 A9 AEN GND
RD C3 C2 C1 A1 A0 JP1 JP0 NC VCC
```

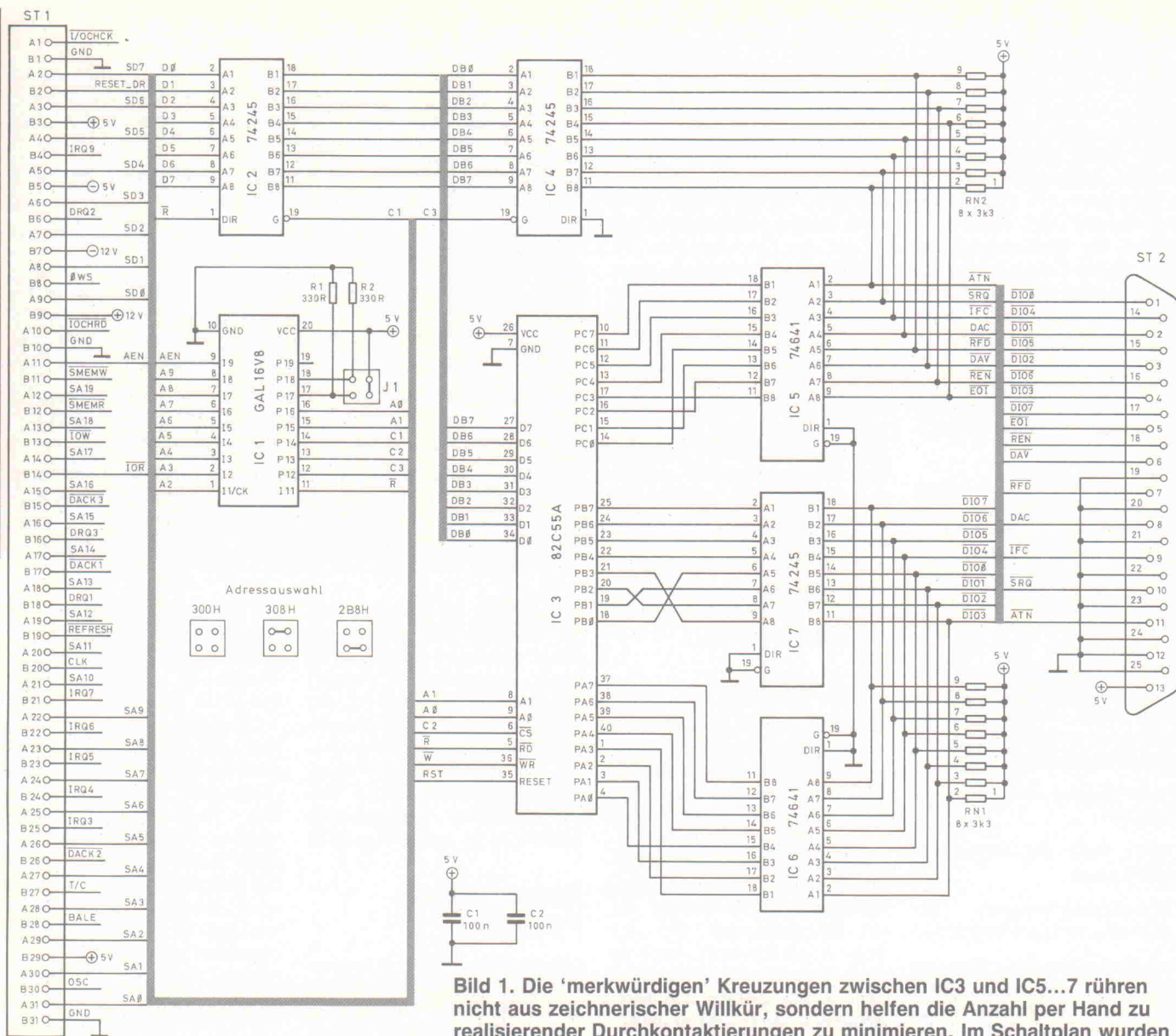
```
@ues IEEEAddr
```

```
@define H300 "/AEN*A9*A8*/A7*/A6*/A5*/A4*/A3*/A2*/JP0*/JP1*"
@define H308 "/AEN*A9*A8*/A7*/A6*/A5*/A4*A3*/A2*JP0*/JP1*"
@define H2B8 "/AEN*A9*/A8*A7*/A6*A5*A4*A3*/A2*/JP0*JP1"
```

```
equations
```

```
/C1 = H300+H308+H2B8
/C2 = H300*RD+H300*/A1*/RD+H308*RD+H308*/A1*/RD+H2B8*RD+H2B8*/A1*/RD
/C3 = H300*A0*A1*/RD+H308*A0*A1*/RD+H2B8*A0*A1*/RD
```





**Bild 1.** Die 'merkwürdigen' Kreuzungen zwischen IC3 und IC5...7 rühren nicht aus zeichnerischer Willkür, sondern helfen die Anzahl per Hand zu realisierender Durchkontaktierungen zu minimieren. Im Schaltplan wurden die Kreuzungen beibehalten, um nicht die Portbits verwirren zu müssen.

ist, sei dahingestellt. Schließlich kostet so ein 2 m langes Edelkabel gut und gerne seine 150 Mark, also weitaus mehr als das ganze Interface. Der bessere Störabstand der professionellen Kabel gegenüber einem Flachkabel mag zwar in der Theorie vorhanden sein, in der Praxis waren auch in einer sehr rauen Umgebung selbst bei einem 6 m langen Flachkabel keine Probleme erkennbar. Dies aber sicherlich mit an der softwaremäßigen Realisierung des Drei-Draht-Handshakes, die gegenüber zeitlichen Einschwingproblemen sehr robust ist.

Bei der Bestückung der Platine ist zu beachten, daß zur Herstellung der Durchkontaktierungen auch auf der Oberseite gelötet werden muß. Da sich fast alle 'Vias' an den IC-Beinchen be-

finden, empfiehlt sich der Einsatz von Sockeln. Am besten eignen sich als Meterware erhältliche Streifensockel. Lediglich sechs Durchkontaktierungen muß man mittels Drahtstücken realisieren.

Ungewöhnlich für den IEC-Bus ist die mit 'Vcc' bezeichnete Brücke. Diese legt bei Bedarf +5 V auf Pin 25 des Sub-D-Steckers. Das wird dann sinnvoll, wenn man die Karte nicht als GPIB-Karte, sondern als universelles Allzweckinterface mit 16 frei programmierbaren Ein-/Ausgängen verwenden will. Denn dank ihrer einfachen Konzeption eignet sich diese Karte auch dazu. Die 641er-Treiber (IC5 und IC6) kann man beispielsweise zur Steuerung von 5-V-DIL-Relais verwenden. In dem Fall sollte man aber die gegen +5 V ge-

schaltete Löschdiode nicht vergessen, sonst ist der Treiberbaustein nach dem ersten Abschalten hinüber und möglicherweise der parallelgeschaltete LS245 dazu.

Im Rohzustand der Platine sind die Steckerzungen des PC-Slots miteinander verbunden. Dies erleichtert ein eventuelles Vergolden der Zungen zwecks besserer Kontaktgabe. Vor dem ersten Einstecken in den PC MUSS der Stecker selbstverständlich soweit abgefräst oder gefeilt werden, daß diese Kurzschlüsse entfallen. Sonst kriegt das Sparschwein gegrillte Haxen.

## Schweinsgalopp

Die Karte kann mit der im BASIC-Treiber befindlichen Subroutine 'hardtest' komplett gecheckt werden. Dabei darf am

Bus kein Gerät angeschlossen sein. Wer den Treiber kompiliert hat, kann den Hardwaretest auch durch Aufruf der EXE-Datei mit der Kommandozeilenoption '-t' starten (siehe auch Kasten 'Der direkte Weg ...').

Nach der Initialisierung des 8255 setzt das Programm alle Ausgänge auf '1'. Dann schiebt es eine '0' durch sämtliche Bits des Datenports und vergleicht das ausgegebene Bitmuster mit dem rückgelesenen. Außerdem prüft es, ob die Signale des Steuerports auf '1' gesetzt bleiben. Im zweiten Durchgang wiederholt es dieses Spiel mit vertauschten Daten- und Steuerports. Erkennt es einen Fehler, dann werden die jeweilige Bit-Nummer, das Prüfmuster und die zurückgelesenen Bitmuster als Hexadezimalwerte ausgegeben.



# Quickes BASIC

Die Prozedur **IBCLEAR** muß nach einem Rechnerstart vor der erstmaligen Verwendung der Karte aufgerufen werden. Sie initialisiert die Karte, aktiviert die REN-Leitung und schickt via IFC ein Reset-Signal an die angeschlossenen Geräte. Danach sollte eine angemessene Erholzeit – ein bis zwei Sekunden – bis zum Beginn der weiteren Kommunikation abgewartet werden. Die Fehlervariable wird auf 0 gesetzt.

**IEEEInit** ruft **IBCLEAR** auf und wartet anschließend zwei Sekunden. Gegebenenfalls sollte man nach **IEEEInit** noch eine weitere Warteschleife einhängen, da manche Geräte deutlich längere Erholzeiten aufweisen können.

Mittels **IBLISTEN ga%,sa%** adressiert das Programm ein Gerät mit der Adresse ga% als Listener. ga% darf zwischen 0 und 30 liegen, 31 ist das 'Unlisten'-Kommando. sa% ist die optionale Sekundäradresse. Normalerweise – das heißt, wenn keine Sekundäradressierung verlangt wird – ist sa% = 0. Werte > 0 gibt die Routine ohne weitere Umrechnung aus. So können unter anderem auch beliebige Befehle aus der Gruppe der adressierten Befehle oder Universalbefehle ausgegeben werden. Ein einmal adressiertes Gerät bleibt bis zur Ausgabe eines 'IBUNL'-Kommandos im Listen-Mode.

Nachdem ein Gerät als Listener empfangsbereit geschaltet wurde, kann man mit **IBWRITE cmd\$** die in cmd\$ enthaltene Zeichenkette an das Gerät senden. Das letzte Zeichen dieses Strings bekommt automatisch das Interfacesignal 'EOI', das von den meisten Geräten als 'Ende der Nachricht' verstanden wird. Oft fordern IEC-Bus-Teilnehmer aber auch ein explizites Schlußzeichen, zum Beispiel Linefeed (chr\$(10)). Dieses Zeichen muß in cmd\$ enthalten sein, wird also vom Treiber nicht automatisch erzeugt.

**IBUNL** beendet den Listen-Modus aller angeschlossenen Geräte.

Ein Aufruf von **IBTALK ga%,sa%** adressiert den Busteilnehmer mit der Adresse %ga (0...30, 31 ist 'Untalk') als Talker. %sa stellt eine Sekundäradresse wie bei **IBLISTEN** dar. Bis zur Ausgabe eines 'IBUNT'-Kommandos verbleibt der Bus im Talk-Modus.

Nach der Talker-Adressierung fragt man mit **IBREAD a\$** die Geräteantwort ab. Die Übertragung ist beendet, wenn simultan mit dem letzten Zeichen das Interfacesignal 'EOI' gesetzt ist oder wenn das benutzerdefinierbare Schlußzeichen EOL erkannt wurde (siehe SETEOL).

**IBUNT** beendet den Talk-Modus aller angeschlossenen Geräte.

Mittels **SETEOL chr%** setzt man das Zeichen mit dem ASCII-Code chr% als Schlußzeichen für **IBREAD**. Unabhängig davon wird eine Eingabe immer beendet, wenn ein 'EOI'-Signal auf einem Zeichen liegt. Ein negativer Code in chr% schaltet die Schlußzeichenabfrage aus, dies ist auch die Standardeinstellung.

Eine Timeout-Zeit legt man über **SETTOUT t!** fest. Die Real-Variable t! bestimmt die maximale Zeit in Sekunden, die eine Datenübertragung auf dem Bus beanspruchen darf. Nach Ablauf dieser Zeit wird die Fehlervariable gesetzt, und das Interface bleibt bis zur Fehlerabfrage abgeschaltet. Das heißt, alle weitere

ren Funktionsaufrufe werden ohne weitere Behandlung sofort abgebrochen. Standardmäßig steht das Timeout auf zwei Sekunden.

Die Funktion **f% = GETFAIL%** dient zur Fehlerabfrage und Zurücksetzen des Fehlerflags. Der zurückgegebene Wert ist 0, wenn ein vorhergehender IB-Aufruf fehlerfrei ablief. Nach einem Fehler ist dieser Wert ungleich 0 und alle IB-Kommandos werden bis zum Aufruf dieser Funktion oder bis zum Aufruf von **IBCLEAR** abgebrochen.

**IBTEST** ist eine Hilferoutine, die die Adressen aller am Bus angeschlossenen als Listener identifizierbaren Geräte ausgibt.

Über **st% = IBIN(a\$)** kann man ein einzelnes Zeichen von einem als Talker adressierten Gerät lesen. Das Zeichen steht nach Aufruf der Funktion in a\$. Der Zustand der Steuerleitungen (u. a. zur Abfrage des 'EOI'-Signals) wird als Funktionswert in st% zurückgegeben. Trat beim Lesen ein Fehler auf – beispielsweise bei einem unzulässigen Buszustand oder Timeout – dann ist a\$ leer.

**IBOUT a%** ermöglicht, eine Adresse, ein Buskommando oder ein Zeichen (abhängig vom Zustand der ATN-Leitung) aus der Variablen a% direkt auf den Bus zu geben. Die ATN-Leitung setzt man dabei mit den folgenden Befehlen: **OUT ctrlout,natn** setzt ATN auf 0 (aktiver Zustand), **OUT ctrlout,natn+1** setzt ATN auf 1 (inaktiver Zustand). Die Konstanten ctrlout und natn sind im BASIC-Modul vordefiniert.

Alle weiteren Prozeduren sind nur intern verwendbar. Vergessen Sie nicht, vor Programmstart oder Compilerlauf dem Treiber die auf der Karte eingestellte Basisadresse in der Konstante IOADR mitzuteilen. Diese ist per Vorgabe auf 2B8H eingestellt (siehe Listing). Entsprechendes gilt für die Turbo-Pascal-Unit IEC\_BUS.PAS (Parameter BasisAddr) und bei Verwendung der DLL (Procedure-Aufruf IBINIT()).

Ausschnitt aus IEC\_BUS.BAS:

```

DECLARE SUB ibout (a%)      'Zeichen an Gerät senden
DECLARE SUB ibwrite (cmd$) 'Ausgabe an Gerät senden
DECLARE SUB ibclear (i)    'Interface und Geräte aktivieren
CONST ioadr = &H2B8        'Basisadresse der IEEE488-Karte
' I/O-Definitionen:
CONST dout% = ioadr        'Ausgabeport Daten
CONST din% = ioadr + 1     'Eingabeport Daten
CONST ctrlout% = ioadr + 3 'Controlsignal-Ausgabe-Port
CONST ctrlin% = ioadr + 3  'Controlsignal-Eingabe-Port
CONST piomode% = &H82      'Betriebsart der 8255 PIO
' Schreibkommandos (Single-Bit-Set, Port C):
CONST natn = 2 * 7, nsrq = 2 * 6, nifc = 2 * 5, ndac = 2 * 4
CONST neoi = 2 * 0, nren = 2 * 1, ndav = 2 * 2, nrfd = 2 * 3
' Lese-Masken:
CONST matn = 128, msrq = 64, mifc = 32, mdac = 16
CONST meoi = 1, mren = 2, mdav = 4, mrfd = 8
' Globale Variablen:
DIM SHARED ibfail, tout!, eol
ibfail = 0                  'Fehlervariable (0 = kein Fehler)
tout! = 2                  'Timeout in Sekunden (max. Reaktionszeit)
eol = -1                   'end of line (abgeschaltet)

```

Das Sparschwein wurde für Anwendungen im Laborbereich beziehungsweise in der industriellen Meßtechnik entwickelt. Diese Applikationen erfordern eine Programmiersprache, die das im Labor übliche Vorgehen nach dem 'Trial and error'-Prinzip gut unterstützt. Microsofts Quick-BASIC kommt dieser Arbeitsweise dank eines ausgefeilten Debuggers sehr entgegen.

Außerdem ermöglicht diese Sprache das Einbinden hardwarenaher Routinen durch selbsterstellte Bibliotheksmodule, weshalb der Treiber für diese Karte auch zunächst mit Quick-BASIC erstellt wurde. Zu einem späteren Zeitpunkt kamen dann eine Turbo-Pascal-Unit und eine Windows-DLL hinzu (beides von Frank Heines), so daß der Anwender nun

die Auswahl zwischen den beiden im Laborbereich am weitesten verbreiteten Programmiersprachen hat und mit Hilfe der IEEE488.DLL sogar echte Windows-Applikationen schreiben kann. Dazu mehr im zweiten Teil des 'Sparschweins' im nächsten Heft.

Das Programm-Listing zeigt auf der Modulebene einige prakti-

sche Beispiele für die Anwendung der Funktionen (siehe Kasten 'Quickes BASIC') in einem BASIC-Programm. Nach Übersetzung erhält man ein ausführbares Programm namens IEC\_BAS.EXE. Ruft man es ohne Parameter auf, dann initialisiert das Programm die Karte und den Bus. Weitere Aufrufparameter zeigt der Kasten 'Der direkte Weg'.



# Hard- und Software mit MCU



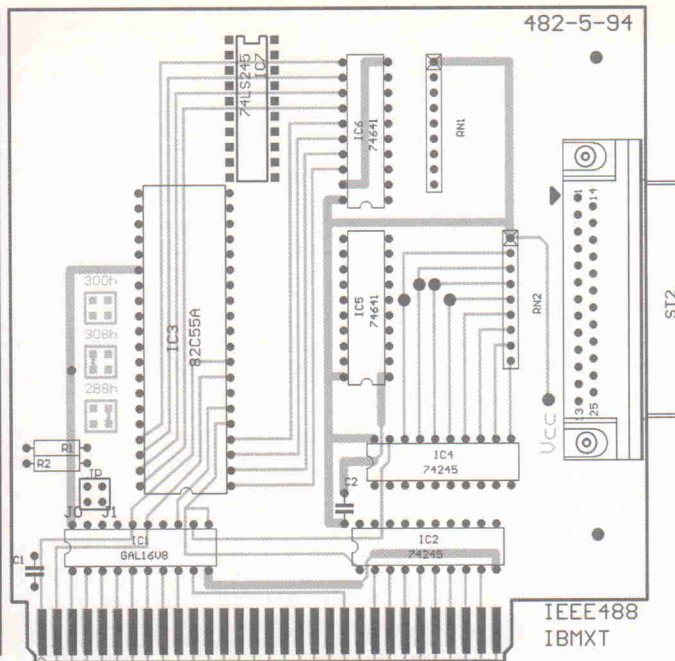
Die Entwicklung im MCU-Markt zeigt, daß eine MCU nicht allein über Preis und Funktion Zugang zu Applikationen findet. Eine entscheidende Rolle im Entwicklungsvorgang spielt der Faktor Zeit. Dabei stehen die Fragen nach Entwicklungswerkzeugen und bereits existierenden Applikationen im Vordergrund. Der Autor bietet dem professionellen Entwickler ein rein funktionell aufgebautes Handwerkszeug, das „in depth“ alle Aspekte der MC68HC05-MCU behandelt. Eine große Zahl an Abbildungen macht die Darstellung anschaulich. Die beigelegte Diskette enthält neben zahlreichen Beispielprogrammen eine funktionierende Shell.

**1. Auflage 1994**  
**Gebunden, 269 Seiten**  
**mit 3,5"-Diskette**  
**DM 68,-/öS 530,-/sfr 68,-**  
**ISBN 3.88229-034-X**



Verlag  
 Heinz Heise  
 GmbH & Co KG  
 Postfach 610407  
 D-30604 Hannover

Projekt



**Bild 2.** Die bestückungsseitigen Lötungen sollte man besonders bei den etwas breiteren Leiterbahnen sorgfältig vornehmen: An IC4 kommen sich Vcc und Gnd recht nahe.

## Stückliste

### Sparschwein

Widerstände	
R1,R2	330 Ω
RN1,RN2	8 × 3k3
Kondensatoren	
C1,2	100 nF, RM 5
Halbleiter	
IC1	GAL 16V8, 15 ns
IC2,4,7	74LS245
IC3	82C55A
IC5,6	74LS641
Sonstiges	
IC-Streifensockel (160 Pins)	
J1	Pfostenleiste 2 × 2
Slotblech	z. B. Bürklin Kartenhalter für PC-Boards, Typ Fischer KHPC
ST2	25pol. Sub-D-Buchse für Platinenmontage, z. B. Conrad 741361-55 oder Bürklin 52F1802

Das Programm wendet einen Kniff an, um zu erkennen, ob die Karte schon initialisiert war: Nach dem Einschalten des Rechners befindet sich der 8255 noch in der 'Aufwachphase' und alle Ports sind als Eingang geschaltet. Deswegen befinden sich alle Interface-Leitungen auf '1', auch die REN-Leitung (Remote Enable). Geräte lassen sich aber nur dann über den Bus steuern, wenn diese Leitung '0' ist. Der Dreh besteht also darin, die REN-Leitung abzufragen und

wenn diese Leitung noch auf '1' liegt, die IEEEInit-Routine zu starten. Diese Routine setzt dann REN nach dem Initialisieren ordnungsgemäß auf '0'.

Der hier vorgestellte Quick-BASIC-Treiber dürfte den meisten Ansprüchen genügen. Allerdings fehlen noch Funktionen zur Auswertung von SRQ-Anfragen. Die Geräte kommen zwar in aller Regel durchaus auch ohne diese Anfrage aus, aber wer unbedingt will, kann natürlich den Treiber selbst um die benötigten Prozeduren erweitern. Da die SRQ-Leitung aber nicht auf einen Hardware-Interrupt geführt ist, muß diese Leitung per System-Ticker oder durch Polling in einer Endlosschleife abgefragt werden. Die Behandlung der Anfrage kann dann per Serial- oder Parallel-Poll erfolgen. Einzelheiten hierzu können den einschlägigen Publikationen (zum Beispiel in [3]) entnommen werden. Im nächsten Heft lernt das Sparschwein dann Turbo Pascal und Visual-BASIC. ea

## Literatur

- [1] Kurt Oswald, PIO 8255, Eigenarten und Programmierung, c't 7/85, S. 102
- [2] Rolf Keller, Helmut Hurling, Hartmut Rogge, E.M.M.A. meets IEC, ELRAD 6/88, S. 48
- [3] Dr. Anton Piotrowski, IEC-Bus, Franzis Verlag, München



# MOPS-Talk

Toshiba Sprachmodul TC8830AF am 68HC11-Controller

György Pongracz

Im Multimedia-Zeitalter lernen nicht nur PCs sprechen. Auch kleine Controller-Karten sind – ausgestattet mit der entsprechenden Hardware – durchaus in der Lage 'Rede und Antwort zu stehen'. Es gibt heute verschiedene Sprachchips, die sich in den unterschiedlichsten Applikationen wie sprechende Multi-meter, Alarmsysteme, Telefonanlagen oder Spielzeugen wiederfinden. Mit dem Toshiba Sprachmodul lassen sich Textbausteine erfassen, in einem 'Wörterbuch' ablegen und wie auf einem 'sprechenden Drucker' wieder ausgeben.

*Dipl.-Ing. György Pongracz arbeitet als Hard- und Softwareentwicklungsingenieur im Bereich Industrie-Controller.*



**M**OPS-Talk ist eine Sprach-Ein-/Ausgabe-Karte, die speziell für die Zusammenarbeit mit dem 68HC11-Controller-Board MOPS (ELRAD 3/91) konzipiert wurde. Die Hardware ist in der Lage, beliebig viele Wörter, Phrasen oder sonstige Klangerlebnisse über Mikrofon zu sampeln und in freier Reihenfolge und Wiederholung über Lautsprecher auszugeben. Die Steuerung übernimmt der 68HC11, die Kommunikation geschieht mittels Terminalprogramm auf dem PC (Bild 1). Natürlich ist ebenso eine Standalone-Lösung denkbar, bei der MOPS-Talk beispielsweise in Verbindung mit einer Meßelektronik aktuelle Meßergebnisse ausposaunt oder bei Über-/Unterschreiten eines Schwellwerts Warnmeldungen oder gar konkrete Anweisungen ausgibt. Der

Phantasie sind hier keine Grenzen gesetzt.

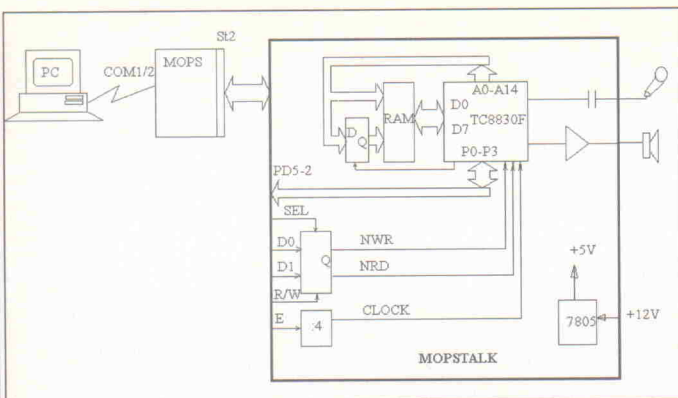
## Tough Talk

Die Elektronik ist auf einer halben Europakarte untergebracht (Bild 2). Sie läßt sich einfach auf die Erweiterungsleiste ST2 des MOPS aufstecken. Neben dem Sprachchip mit seiner analogen Eingangs- und Ausgangsbeschaltung sowie einem separaten SRAM-Baustein, der nur für die Speicherung der Sampling-Daten zuständig ist, befindet sich auf der Platine außer etwas Ansteuerlogik auch noch die Stromversorgung für die gesamte Hardware. Ein 7805 stellt hierbei die notwendigen 5 V zur Verfügung. An 12 V beträgt die maximale Stromaufnahme – inklusive MOPS – circa 200 mA.

Die Analogseite ist schnell beschrieben. Der TC8830 bietet zwei Mikrofoneingangsstufen, eine mit 26 dB und eine weitere mit 20 dB Verstärkung. Sie lassen sich wahlweise einzeln oder aber auch kaskadiert auf den Eingang des A/D-Wandlers schalten. MOPS-Talk nutzt beide Verstärker in Serie geschaltet, so daß sich über den Kondensator C12 ein dynamisches Mikrofon an Pin 59 (MICIN) anschließen läßt. Die Kapazität C10 leitet das Signal vom Ausgang der ersten Verstärkerstufe an die zweite weiter. Die Brücke zwischen Pin 64 und Pin 65 bildet schließlich die Verbindung zum A/D-Wandler.

Für die Ausgangsspannung bietet der Analogteil zwei Varianten an: zum einen das pure Signal vom 10-Bit-D/A-Wandler





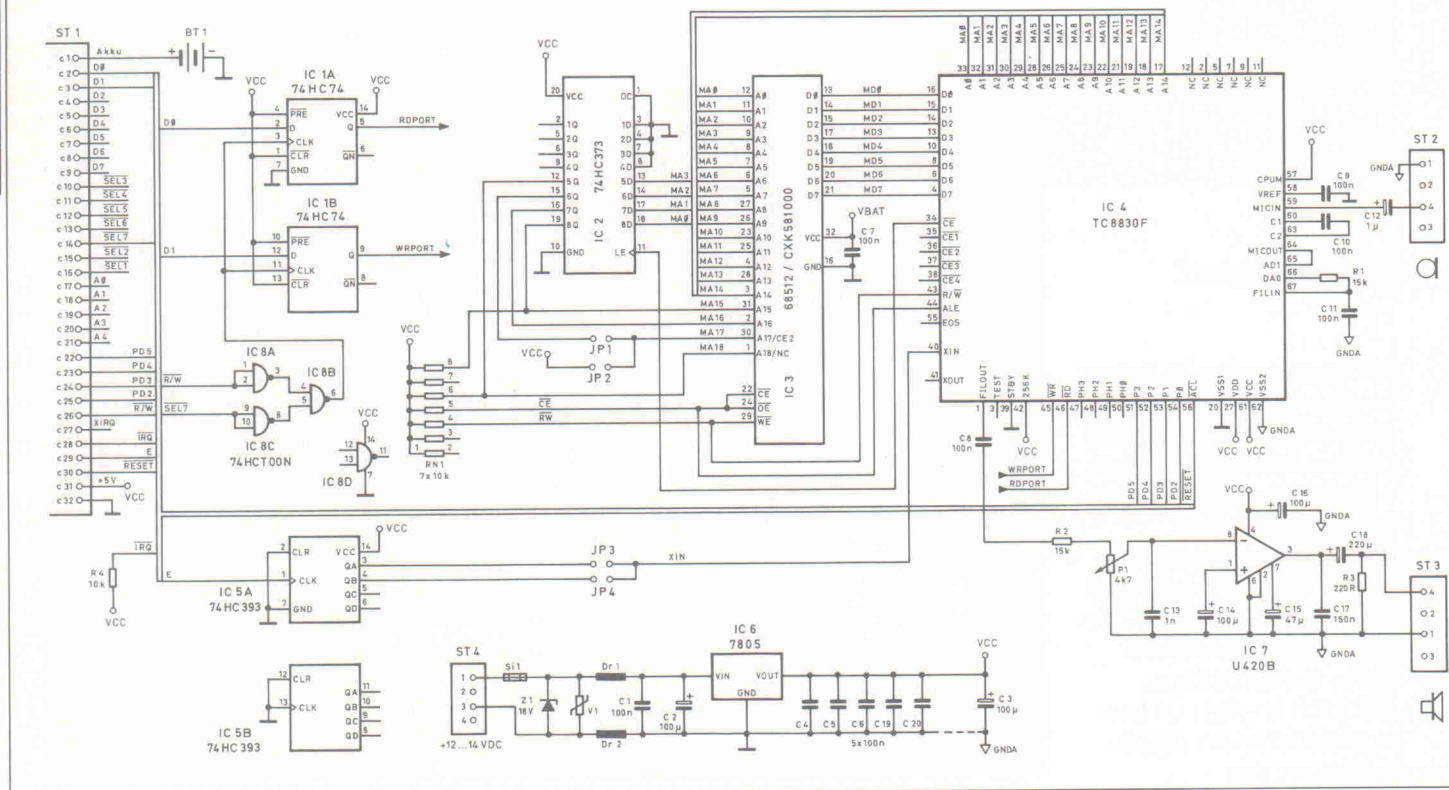
**Bild 1. Die prinzipielle Funktionsweise von MOPS-Talk sowie das Zusammenspiel mit Mikrofon, Lautsprecher, Controller und PC.**

oder 512-KByte- (JP1 gesteckt) SRAM-Typen voreinstellen.

### Small Talk

Die Verbindung zwischen MOPS und der Sprachkarte läuft über die I/O-Port-Leitungen PD2...PD5. Zusätzlich benötigt der TC8830AF noch ein Lese- (RDPORT, Pin 46) und ein Schreibsignal (WRPORT, Pin 45). Wegen der relativ langsamen Verarbeitungsgeschwindigkeit des Chips müs-

(128 KByte) oder MSC: MS8512FKX-10 (512 KByte) oder kompatible Typen in Frage. Mit den Jumpfern JP1, JP2 läßt sich die Adressierung für 128-KByte- (JP2 gesteckt)



**Bild 2. In der Schaltungsausführung spielt der Sprachchip eindeutig die dominierende Rolle. BT1 dient als Pufferbatterie für die MOPS-Mutterplatine.**

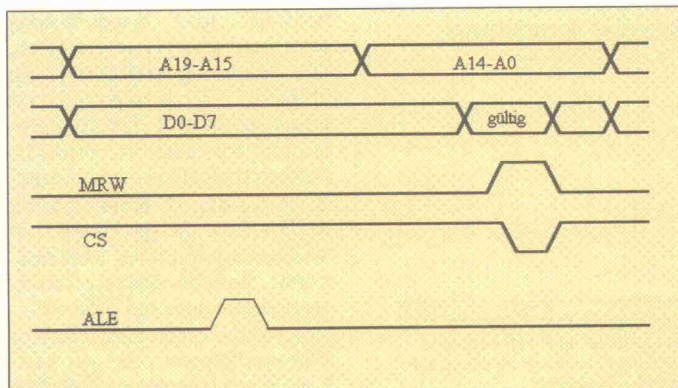
(DAO, Pin 66), zum anderen das gleiche Signal nur zusätzlich gefiltert. In der Schaltung, Bild 2, ist die Filtervariante dargestellt. Die Spannung gelangt über R1, C11 zum Eingang des Bandpaßfilters (FILIN, Pin 67). Letzteres setzt sich zusammen aus einem Hochpass erster und einem Tiefpass zweiter Ordnung. Als Audioverstärker kommt ein Leistungs-OP vom Typ U420B (IC7) zum Einsatz, der immerhin 1 W an einen Lautsprecher mit einer Impedanz von 8  $\Omega$  abgibt. Mit P1 läßt sich das Filterausgangssignal Pin 1 (FILOUT) in seiner Lautstärke beeinflussen.

Der Sprachchip benötigt einen eigenen externen Speicherbaustein, dessen Inhalt er selbst verwaltet. Um einen Adreßbereich von maximal 8 MBit

(A0...A19) adressieren zu können, sind die Adreßleitungen A0...A14 gemultiplext. Die oberen Adreßbits – beim MOPS-Talk sind es nur die Leitungen A15...A18 entsprechend einer maximalen Ausbaustufe von 4 MBit – werden im Latch IC2 (74HC373) zwischengespeichert. Das Adreß-Strobe (ALE, Pin 44) und das Chip-Enable-Signal (/CE, Pin 34) übernehmen die Steuerung der Adressierung. Der TC8830AF gibt zunächst die oberen Adreßsignale A15...A19 zusammen mit dem ALE-Impuls aus, und danach die unteren A0...A14 (Bild 3). Im selben Augenblick schaltet /CE die Daten des Latch frei.

Als Speicherchips kommen statische RAMs entweder vom Typ TOSHIBA: CXK581000

**Bild 3. Der Ablauf des Schreibzyklus bei der Kommunikation des Sprachchips mit dem SRAM.**





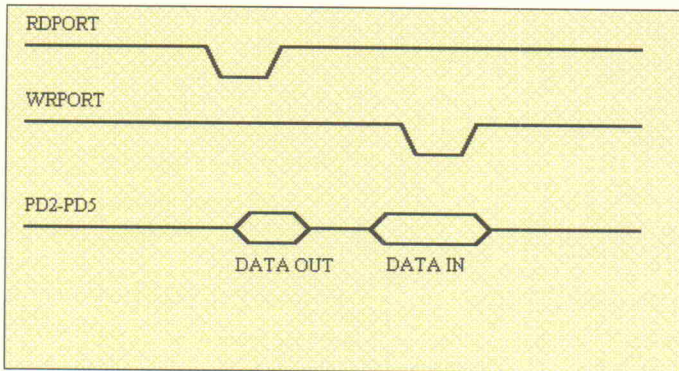


Bild 4. Das Timing beim Datenaustausch zwischen dem TY8830F und dem 68HC11-Board.

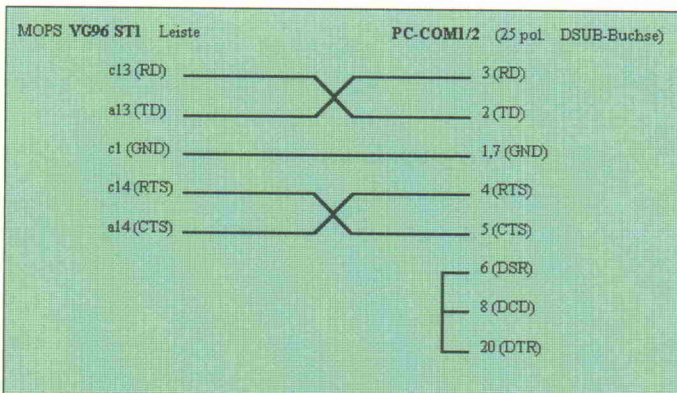


Bild 5. Belegung des seriellen Verbindungskabels zwischen MOPS und PC.

sen diese beiden Signale mittels zweier D-Flipflops generiert werden. Das Clock-Signal der Flipflops wiederum erzeugt man durch die R/W-Leitung des MOPS und gleichzeitiges Schreiben auf Adresse \$13F0 (SEL7). Die Zustände von WRPORT und RDPORT lassen sich softwaremäßig mit den Datenbits D1 und D0 einstellen (Tabelle 1, Bild 4).

Das Clock-Signal für den TC8830AF XIN (Pin 40) sollte typischerweise 512 kHz betragen. Es läßt sich leicht mit einem 1:4-Teiler IC5A (74HC393) vom Engine-Takt des HC11 ableiten. Ist  $E = 2$  MHz (bei 8 MHz Quarzfrequenz), reduziert sich der Takt durch Stecken von JP4 auf 500 kHz. Mit Jumper JP3 gelangt man für  $E = 1$  MHz (bei 4 MHz Quarzfrequenz) auf dieselbe Taktrate. Schließlich sorgt das /RESET-Signal des MOPS auch am Toshiba-Baustein (/ACL, Pin 56) für einen definierten Einschaltzustand.

Zur Steuerung der MOPS-Software bedarf es eines Monitorprogramms auf dem PC und einer entsprechenden seriellen Anbindung des MOPS an den

Hostrechner. Hierbei werden die Modemleitungen RTS, CTS als Hardware-Handshake benutzt (Bild 5).

### Cross Talk

Zentraler Baustein von MOPS-Talk ist der TC8830AF von Toshiba (Bild 6). Für möglichst naturgetreue Sprachwiedergabe sorgt der sogenannte ADM-Algorithmus [1]. Die Adaptive-Delta-Modulation findet vor allem bei der digitalisierten Fernspreübertragung Verwendung. Es handelt sich dabei um ein 1-Bit-Wandlungsverfahren, wobei der Datenstrom sowohl die Richtung als auch den Pegel des Analogsignals repräsentiert (Bild 7). Der A/D-Wandler besteht aus einem Komparator, Daten-Flipflop und einem D/A-Wandler. Der Komparator vergleicht das rückgewandelte Signal am Ausgang des D/A-Wandlers mit dem Eingangssignal und kippt – welches Signal gerade größer ist – entweder auf logisch Eins oder Null, so daß innerhalb der geschlossenen Schleife auf kleinstmögliche Abweichung ausgeregelt wird. Der Vorteil dieses Verfahrens liegt in seiner

D0	D1	Signal	Funktion
0	1	RDPORT	Read Strobe
1	0	WRPORT	Write Strobe
1	1		Grundstatus

Tabelle 1. Generierung der Schreibe/Lese-Strobe-Signale für den TC8830AF mittels D0 und D1.

guten Tonqualität bei gleichzeitig geringem Speicherbedarf.

Für die gesamte Adreßverwaltung sind der Adreßzähler, das Stopp-Adreßregister und der Adreßkomparator zuständig. Der 20-Bit-Zähler generiert die Adresse für das externe SRAM. Während der Sprachaufzeichnung beziehungsweise -wiedergabe wird der Inhalt des Zählers inkrementiert. Der Inhalt des Adreßzählers ist per CPU-Kommando schreib- und lesbar. Die Stopp-Adresse für Schreiben und Lesen ist im 20 Bit breiten Stopp-Adreßregister abgelegt, wobei das Register selbst nur beschreibbar aber nicht lesbar ist. Der Adreßkomparator vergleicht den Stand des Adreßzählers mit der Stopp-Adresse, bei Übereinstimmung stoppt er den Zähler.

HostWchr	BSR	SendByte
	RTS	
HostRChr	LDAB	#2
	BRA	NOP
		ReadByte
HostKeypr	LDAB	#1
	LDAB	SCSR
	ANDB	#\$20
	BEQ	HEND
	LDAB	SCDR
	RTS	
HEND	LDAB	#1
	RTS	

Listing 1. Die notwendigen Änderungen bei den Runtime-I/O-Routinen.

Der TC8830AF läßt sich grundsätzlich auf zwei verschiedene Arten betreiben:

- Manual-Mode,
- CPU-Mode.

Im Manual-Mode (CPUM = low, Pin 57) kann die Steuerung per Dip-Schalter und Taster an den Ports PH0...PH3 und P0...P3 realisiert werden. In diesem Mode stehen nur 16 verschiedene Phrasen für Aufnahme und Wiedergabe zur Verfügung. Bei MOPS-Talk kommt der CPU-Mode zum Tragen: der Chip läßt sich als 4-Bit-Peripherie in ein Mikrocon-

## GPS · MODULE · KARTEN · ANTENNEN

Rockwell International

MICRO PULSE

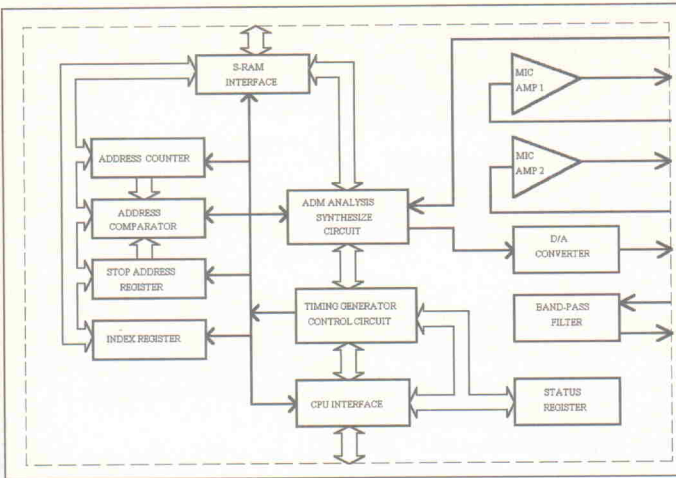
MicroTracker · NavCore · NavCard

GPS Antennen

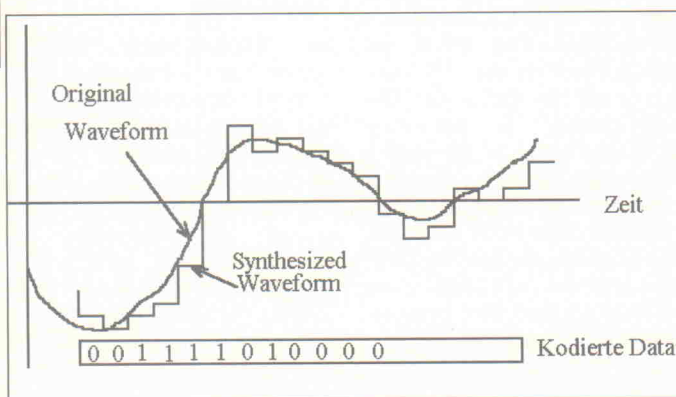
**UNITRONIC®** Elektronische Bauelemente  
Geräte · Systeme · Peripherie

Hauptsitz, 40472 Düsseldorf, Müdelheimer Weg 9, Tel.: 02 11/95 11-0, Fax: 02 11/95 11-111  
 VK-Büro Berlin, 13585 Berlin, Eiswerderstr. 18/Geb. 129, Tel.: 0 30/3 36 20 54  
 VK-Büro Nord, 31785 Hameln, Kaiserstr. 59, Tel.: 0 51 51/87 07 10  
 VK-Büro West, 58730 Fröndenberg, Burland 3, Tel.: 0 23 78/48 74  
 VK-Büro Mitte, 61203 Reichelsheim, Goethestraße 42 a, Tel.: 0 60 35/9 00 10-0  
 VK-Büro Südwest, 70794 Filderstadt, Echterdinger Str. 111, Tel.: 07 11/70 40 11  
 VK-Büro Ost, 07551 Gera, Am Schafgraben 8, Tel.: 03 65/73 00 04-0





**Bild 6.** Das Innenleben des TC8830AF ist in einem Flatpack mit 67 Pins untergebracht.



**Bild 7.** Das Prinzip der Adaptiven Delta Modulation (ADM).

trollersystem einbinden. Für die Steuerung stehen die elf Befehle aus Tabelle 3 zur Verfügung. Tabelle 4 zeigt das Datenformat, für die einzelnen Befehle. Der CNDT-Code legt nicht nur fest, ob eine Aufnahme automatisch bei Address Overflow gestoppt werden soll (OV = 1, Automatik eingeschaltet), sondern legt mittels B1 und B2 auch die Aufnahme- und Wiedergabegeschwindigkeit wie folgt fest:

Bit-Rate	B1	B2
8 KBit/s	0	0
11 KBit/s	0	1
16 KBit/s	1	0
32 KBit/s	1	1

In der controller-gesteuerten Betriebsart stehen zwei verschiedene Modi zur Verfügung: Im Index-Mode generiert der TC8830 automatisch Start- und Endadresse einer Phrase, nur die Indexnummer muß mit dem Kommando LABEL angegeben werden. Sie kann zwischen 0 und 62 liegen. Die Adresse für das Index-Gebiet im RAM ist im Index-Register zu finden. Beim Direkt-Mode müssen die

beiden Adressen für Start und Stopp per ADLD1 und ADLD2 festgelegt werden. Hier kann man beliebig viele Phrasen verwenden, eine Begrenzung ergibt sich nur durch die Kapazität des SRAM gegeben. Die hier vorgestellte Anwendung des Sprachchips nutzt nur den Direkt-Mode. Bild 8 zeigt die Flußdiagramme für die Befehlsabläufe bei Aufnahme (links) und Wiedergabe (rechts) in dieser Betriebsart.

Das Statusregister besteht aus vier Bit und gibt Auskunft über den Betriebszustand des Toshiba-Chips:

- P0 (EOS) liegt während einer Aufnahme beziehungsweise Wiedergabe auf high,
- P1 (BUSY) liegt auf high, während sich der TC8830AF im RESET-Mode befindet oder mit der Abarbeitung eines Kommandos beschäftigt ist,
- P2 (OVR) wechselt auf high, sobald die maximale Speicheradresse überschritten ist. Die-

Signal	Pin	Richtung	Funktion
P0...P3	54...51	I/O	Peripherie-Bus im CPU-Mode
/RD	46	I	Lese-Signal für Peripherie-Bus
/WR	45	I	Schreib-Signal für Peripherie-Bus
EOS	55	O	Internes Status-Signal H = Warte-Status bei Aufnahme/Wiedergabe L = während Aufnahme/Wiedergabe
CPUM	57	I	Mode Einstellung H = CPU-Mode L = Manueller Mode
PH0...PH3	50...47	I	Phrase-Selection-Eingänge in Manuell Mode
256K	42	I	SRAM Type Select H = 256-KBit-Type L = 64-KBit-Type
A0...A5	33...28	O	Speicher-Adreßleitungen, sind im DMA-Mode hochohmig
A6...A11	26...21		
A12...A14	19...17		
D0...D3	16...13	I/O	SRAM Data Bus, sind im DMA-Mode hochohmig
D4...D7	10,8,6,4		
/CE1.../CE4	35...38	O	SRAM-Select-Ausgänge, sind im DMA-Mode hochohmig SRAM Select Ausgang für Memory Expansion ist im DMA-Mode hochohmig
/CE	34	O	
RW	43	O	
ALE	44	O	SRAM Schreib/Lese-Leitung ist im DMA-Mode hochohmig Address-Strobe-Signal für Speichereinerweiterung Schaltet die Adreßsignale von A0...A14 auf A15...A19
STBY	39	I	Im Standby-Mode STBY = H
XIN	40	I	Quarzananschluß (512 kHz), bei externem Takt auf XIN bleibt XOUT unbeschaltet.
XOUT	41	O	
/ACL	56	I	RESET-Pin
MICIN	59	I	Mikrofonverstärkereingang AMP1
C1	60	O	Mikrofonverstärkerausgang AMP1
C2	63	I	Mikrofonverstärkereingang AMP2
MICOUT	64	O	Mikrofonverstärkerausgang AMP2
ADI	65	I	Eingang zur Analyse des Sprachsignals
DAO	66	O	D/A-Wandler-Ausgang
FILIN	67	I	BP-Filter Eingang
FILOUT	1	O	BP-Filter Ausgang
VREF	58	O	Referenzausgangsspannung für Analogteile
TEST	3	I	Test Input
VDD	27,61	Power	+5-V-Speisespannung
VSS1	20	GND	Digitalmasse
VSS2	62	GND	Analogmasse

**Tabelle 2.** Die Anschlüsse des TC8830AF und ihre Bedeutung.

ses Bit läßt sich mit Command NOP wieder löschen.

## Soft Talk

Natürlich ist es möglich, sich eine eigene auf eine spezielle Problemlösung zugeschnittene Software zu schreiben. Auch hilft der Autor gerne bei der Entwicklung einer speziellen Anwendung. Um sich aber einen ersten Eindruck von der Leistungsfähigkeit von MOPS-Talk zu machen, gibt es das Programm Soft-Talk. Es ist in MOPS-Pascal geschrieben und belegt circa 24 KByte im MOPS-EPROM. Mit Hilfe dieser Software kann man eine

Sprachbibliothek zusammenstellen, speichern und später zur Sprachausgabe verwenden. Die serielle Schnittstelle des MOPS muß mit dem COM1 oder COM2 eines PC verbunden sein. Auf dem PC läuft das Kommunikationsprogramm MONI.EXE. Für eine richtige Zusammenarbeit war es notwendig, drei Runtime-I/O-Routinen anzupassen (Listing 1).

Wird das Programm ohne Parameter aufgerufen, geht es davon aus, daß die Hardware an COM2 liegt. Zusammen mit dem Parameter '1' (MONI 1) wechselt die Software zu COM1. Ist der MOPS betriebs-



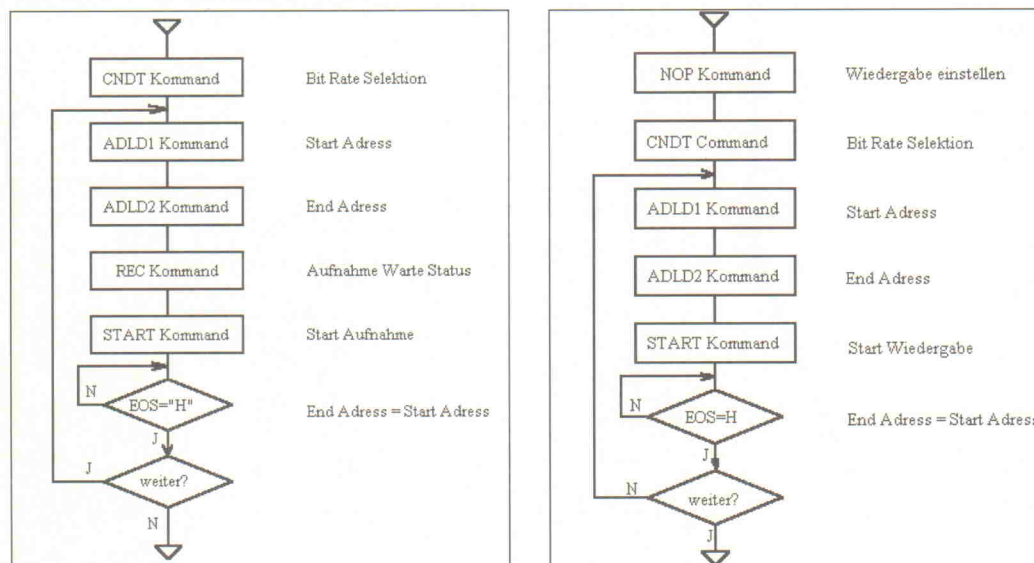
Name	Code	Funktion
NOP	0001	Stellt die Betriebsart Wiedergabe ein und löscht das OVER-Bit im Status-Register.
START	0010	Startet Aufnahme/Wiedergabe im Direkt-Mode von der Adresse im Adreßzähler.
STOP	0011	Stoppt Aufnahme-/Wiedergabe-Operation. Bei Wiedergabe wird anschließend der Warte-Status aktiv.
ADLD1	0100	Schreibt die nächsten 5 4-Bit-Daten auf den Start-Adreßzähler und setzt den Chip in den Wiedergabe-Wartezustand.
ADLD2	0101	Schreibt die nächsten 5 4-Bit-Daten auf den End-Adreßzähler und setzt den Chip in den Wiedergabe-Wartezustand.
CNDT	0110	Selektiert die Aufnahme/Wiedergabe Sample-Rate und aktiviert die automatische Aufnahme-Stopp-Operation bei Detektion der Endadresse des RAMs.
LABEL	0111	Stellt die Phrase-Index-Nummer für die Index-Operation.
ADRD	1000	Liest den Inhalt des Adreßzählers aus.
REC	1001	Startet die Aufnahme.
DTRD	1010	Liest RAM-Inhalt ohne Inkrementierung des Adreßzählers.
DTRW	1011	Schreibt 4-Bit-Daten ins RAM ohne Inkrementierung des Adreßzählers.

**Tabelle 3. Elf Befehle stehen zur Ansteuerung des Sprachchips zur Verfügung.**

Befehl	1. 4-Bit	2. 4-Bit	3. 4-Bit	4. 4-Bit	5. 4-Bit	6. 4-Bit
NOP	0001	—	—	—	—	—
START	0010	—	—	—	—	—
STOP	0011	—	—	—	—	—
ADLD1	0100	A3...A0/WR	A7...A4/WR	A11...A8/WR	A15...A12/WR	A19...A16/WR
ADLD2	0101	A3...A0/WR	A7...A4/WR	A11...A8/WR	A15...A12/WR	A19...A16/WR
CNDT	0110	0 OV B1 B2	—	—	—	—
LABEL	0111	LB3...LB9/WR	LB5, LB4/WR	—	—	—
ADRD	1000	A3...A0/RD	A7...A4/RD	A11...A8/RD	A15...A12/RD	A19...A16/RD
REC	1001	—	—	—	—	—
DTRD	1010	D3...D0/RD	D7...D4/RD	—	—	—
DTWR	1011	D3...D0/WR	D7...D4/WR	—	—	—

**Tabelle 4. Die Formate der TC8830AF-Befehle.**

**Bild 8. Die Befehlsflußdiagramme für Aufnahme (links) und Wiedergabe (rechts) im Direkt-Mode des Sprachchips.**



bereit, erscheint das Hauptmenü mit folgenden Menüpunkten:

(L)oad Dictionary: Laden einer früher gespeicherten Wörterbuchdatei mit dem Namen DICT.DIC vom PC.

(S)ave Dictionary: Speichern eines Wörterbuchs auf PC-Disk unter dem Name DICT.DIC.

(R)ecord Word steuert die Sprachaufnahme über Mikrofon nach folgendem Ablaufschema:

– Eingabe eines neuen Wortes (ohne Leerzeichen) per Tastatur,

– Abschließen mit CR,

– (sofort danach) Eingabe des Wortes in den Sprachchip über Mikrofon,

– Drücken einer beliebigen Taste zur Beendigung der Aufnahme.

(P)lay Dictionary: Ausgabe des gesamten Wörterbuchs über Lautsprecher.

(T)alk Text: Im 'Ansagebetrieb' wartet das Programm darauf, daß über Tastatur ein Wort bis zu einem Leerzeichen (Wortgrenze) eingegeben wird und sucht dann im Wörterbuch. Wenn es das passende Wort gefunden hat, wird es 'ausgesprochen'. Findet die Software keine Übereinstimmung, wird automatisch der erste Eintrag im Wörterbuch ausgegeben. Diese Prozedur wiederholt sich so lange, bis das Programm auf einen 'Punkt' als Abschluß stößt und kehrt dann zum Hauptmenü zurück. Beispiel: 'eins und zwei gleich drei.' Texte in diesem Format kann man mittels Batch-Datei auch direkt zum MOPS-Talk schicken:

MODE COM2:9600,N,8,2,P  
COPY SAYTEXT.TXT COM2:

Zuvor muß das Terminal-Programm nach Aufruf von 'T' mittels 'ctrl Q' verlassen werden. SAYTEXT.TXT ist eine ASCII-Datei mit Wörtern aus dem Wörterbuch.

(W)rite EEPROM: Diese Routine schreibt die Programmparameter und -variablen ins EEPROM. Mit batteriegepufferem RAM kann man das gleiche Wörterbuch später ohne neue Aufnahme benutzen.

Rea(D) EEPROM: liest die Programm-Parameter vom EEPROM.

(B)aud Rate: Einstellen der Aufnahme/Wiedergabegeschwindigkeit:

- 8 KBit/s,
- 11 KBit/s,
- 16 KBit/s,
- 32 KBit/s.

Je größer dieser Werte, desto besser die Tonqualität, desto größer aber auch der RAM-Bedarf. Mit einem 128-KByte-RAM ergibt sich bei 8 KBit/s eine maximale Aufnahmezeit



**Gratis anfordern!**

Jetzt wieder neu: Führende Design Tools für Windows, NT und Workstation

# Der interessanteste Katalog für Elektronik-Entwickler

Alles über: ► Schaltungsentwurf ► Simulation ► Logikdesign ► Layout ► Autorouter ► ...

**HOSCHAR**  
Systemelektronik GmbH

Postfach 2928 · 76016 Karlsruhe  
Telefax 07 21/ 37 72 41

**07 21/37 70 44**

Rufen Sie noch heute an und verlangen Sie Ihr persönliches Gratisexemplar!



# Zum Selbststudium



**P**eter HeiB legt mit dem **PC Assemblerkurs** sein bewährtes Einführungswerk in aktualisierter und erweiterter Auflage vor. Methodisch geschickt und mit vielen Übungsaufgaben, in denen der Lernende das erworbene Wissen sofort überprüfen kann, führt er in die Assemblersprache, BIOS und DOS-Betriebssystemfunktionen ein. Besonderes Augenmerk wird auf die Prozessoren 80386 und 80486 gelegt. Hinweise zur VGA-Programmierung fehlen ebenfalls nicht. Ein didaktisch gut konzipierter Einstieg in die Assemblerprogrammierung, ohne daß der Erwerb teurer Hardware nötig ist.

**2., aktualisierte Auflage 1994**  
**Broschur, 451 Seiten**  
**DM 58,-/öS 452,-/sfr 58,-**  
**ISBN 3-88229-016-1**



Verlag  
 Heinz Heise  
 GmbH & Co KG  
 Postfach 610407  
 D-30604 Hannover

## Projekt

### Stückliste

#### MOPS-Talk

##### Halbleiter

IC1	SN74HC74
IC2	SN74HC373
IC3	CX581000LP-8 (Toshiba: 128 kByte SRAM) oder MS8512FKX-10 (MSC: 512 kByte SRAM)
IC4	TC8830AF (Toshiba Sprach-IC)
IC5	SN74HC393
IC6	7805
IC7	U420B 1-W-Verstärker
IC8	SN74HC00
Z1	ZPD18V
V1	Varistor

##### Widerstände

R1,2	15k, 0,25W
R3	220R, 0,25W
R4	10k
RN1	Netzwerk 7x10k
P1	Poti 5 k

##### Kondensatoren

C1,4...10,19,20	100n, ker.
C11	10n, ker.
C13	1n, ker.
C2,3,14,16	100µ, Elko
C18	220µ, Elko

##### Sonstiges

DR1,2	Drossel
Si1	Minisicherung, 300 mA
JP1...4	Jumper 2pol.
ST1	96pol. VG-Stiftleiste
ST3,2	Klinkenbuchse, 3,5 mm
ST4	Powerbuchse
1 Platine	

von zwei Minuten, bei 32 KBit/s verbleibt nur noch eine halbe Minute.

(1)28 KByte RAM beziehungsweise (5)12 KByte RAM(1):

stellt den RAM-Typ des Sprachchips für den maximalen Adreßbereich ein.

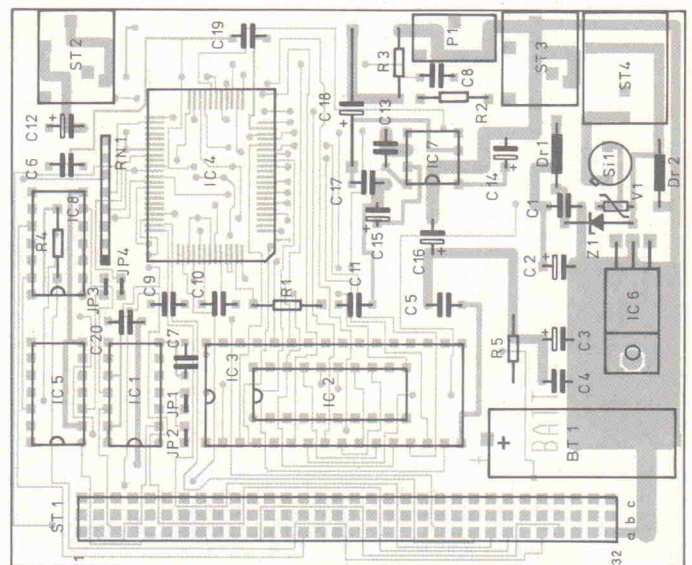
(Q)uit: Verlassen des Programms MOPSTALK und springen auf Adresse SE000. Es gibt die Möglichkeit, ein anderes Programm aufzurufen. Mit dem MOPS-EPROM.EXE-Programm kann man beispielsweise ein zweites MOPS-Assembler-Programm ins EPROM brennen. Dazu braucht man noch den Object Code MTLK.MCD, der als Hauptfile benutzt wird.

Bild 9 zeigt den Bestückungsplan der MOPS-Talk-Platine. Will man den Sprach-Chip puffern, ist auf jeden Fall ein batteriegepuffertes SRAM (z. B. BQ4013 oder BQ4015 von Benchmarq) notwendig. Die Pufferbatterie auf der Platine ist nur für den 68HC11 zuständig.

pen

### Literatur

- [1] H. J. Heckert, 'Deltamodulation für Digital Audio', ELRAD 6/86, Seite 29 ff.
- [2] H.-J. Himmeröder, 'MOPS, Prozessorkarte mit 68HC11', ELRAD 3/91, 4/91, 5/91
- [3] H.-J. Himmeröder, 'MOPS-plus, die Erweiterung des 68HC11-Controllers', ELRAD 8/92, Seite 31 ff.
- [4] 'SPEECH LSIs 1992' (Datenbuch), Toshiba
- [5] F. Banik u. a., 'RDS: Der Videotext fürs Radio, MOPS entschlüsselt das Radio Daten System', ELRAD 1/92, 2/92



**Bild 9.** Die gesamte Schaltung paßt auf eine halbe Europakarte. Beim Einlöten des Flatpack sind eine ruhige Hand und eine dünne Lötspitze erforderlich.



## 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.



### Deutsche Produktübersicht 1994



National Instruments Germany GmbH  
Konrad-Celtis-Str. 79  
81369 München

Tel.: 089/741 31 30  
Fax: 089/714 60 35

## 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!



## Analysis Advisor

*Tutorial über wissenschaftliche Datenanalyse*

Analysis Advisor ist ein kostenloses Tutorial über Analyse-Software auf Diskette. Graphische und traditionelle Programmiermethoden zur Datenanalyse werden Ihnen hier vorgestellt. Die folgenden Methoden können Sie mit dem interaktiven Tutorial kennenlernen:

- Digitale Signalverarbeitung
- Digitale Filter
- Fensterdarstellung
- Kurvenanpassung
- Mitteln von Signalen
- Simulation
- Interpolation
- Beschreibende Statistik
- Benchmarks

Analysis Advisor erfordert Windows 3.1 und 8 MB Speicher

**Den KOSTENLOSEN Analysis Advisor erhalten Sie, wenn Sie uns diese Postkarte schicken oder uns unter Tel.: 089/741 31 30 anrufen.**



## 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

Name  
Vorname  
Firma  
Abteilung  
Straße/Postfach  
PLZ/Ort  
Telefon Fax

© Copyright 1994 National Instruments Corporation. Alle Rechte vorbehalten.  
Produkte- und Firmennamen sind eingetragene Warenzeichen ihrer Hersteller.

elr 7/94



National Instruments Germany GmbH  
Konrad-Celtis-Str. 79

81369 München



## Deutsche Produktübersicht 1994



National Instruments Germany GmbH  
Konrad-Celtis-Str. 79  
81369 München

Tel.: 089/741 31 30  
Fax: 089/714 60 35

## 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-Abonnement  
Bestellkarte

- **Vertrauensgarantie** (gilt ab Vertragsabschluß)  
Diese Bestellung kann innerhalb von 8 Tagen beim Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG, Helstorfer Straße 7, 30625 Hannover, widerrufen werden.  
Zur Wahrung der Frist genügt die rechtzeitige Absendung.
- Das **ELRAD-Abonnement** ist **jederzeit** mit Wirkung zur jeweils übernächsten Ausgabe kündbar. Mit **Geld-zurück-Garantie**: Überbezahlte Beträge werden selbstverständlich erstattet.
- Bei Bankeinzug erhalten Sie den begehrten **ELRAD-Sticker** als Dankeschön.

ELRAD-Kleinanzeigen  
Auftragskarte

Nutzen Sie diese Karte, wenn Sie etwas suchen oder anzubieten haben!

Abgesandt am: \_\_\_\_\_  
199

Bemerkungen  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Abbuchungserlaubnis erteilt am: \_\_\_\_\_

eMedia Bestellkarte

Mit dieser Service-Karte können Sie

- Platinen und Software zu **ELRAD-Projekten** bestellen

Bestellungen nur gegen Vorauszahlung

ELRAD-Abonnement

**JA**, senden Sie mir bis auf Widerruf alle zukünftigen **ELRAD**-Ausgaben ab Monat:

1022

(Kündigung ist **jederzeit** zu der jeweils übernächsten Ausgabe möglich. Überbezahlte Beträge werden erstattet.)

Die Preise für das Jahresabonnement ☐ Inland: DM 79,20 ☐ Ausland: DM 86,40  
Studentenabo (gegen Nachweis) ☐ Inland: DM 69,00 ☐ Ausland: DM 76,80

Vorname/Zuname \_\_\_\_\_

Straße/Nr. \_\_\_\_\_

PLZ/Wohnort \_\_\_\_\_

Datum/Unterschrift des neuen Abonnenten (für Jugendliche unter 18 Jahren der Erziehungsberechtigte)

**Ich wünsche folgende Zahlungsweise:**

☐ Bargeldlos und bequem durch Bankeinzug

Bankleitzahl (bitte vom Scheck abschreiben) \_\_\_\_\_

Konto-Nr. \_\_\_\_\_

Geldinstitut: \_\_\_\_\_

**Bei Bankeinzug erhalten Sie als Dankeschön den begehrten ELRAD-Sticker. Andernfalls erhalten Sie nur eine Rechnung**

☐ Gegen Rechnung. Bitte keine Vorauszahlung leisten. Rechnung abwarten.

**Vertrauensgarantie (gilt ab Vertragsabschluß):** Mir ist bekannt, daß ich diese Bestellung innerhalb von 8 Tagen beim Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG, Helstorfer Straße 7, 30625 Hannover, widerrufen kann und bestätige dies durch meine Unterschrift. Zur Wahrung der Frist genügt die rechtzeitige Absendung.

Datum/2. Unterschrift des neuen Abonnenten (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	
4,30 (7,20)	
8,60 (14,40)	
12,90 (21,60)	
17,20 (28,80)	
21,50 (36,00)	
25,80 (43,20)	
30,10 (50,40)	
34,40 (57,60)	

Pro Zeile bitte jeweils 45 Buchstaben **einschließlich 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 – BESTELLUNG

Ich gebe die nachfolgende Bestellung **gegen Vorauszahlung** auf

☐ Den Betrag buchen Sie bitte von meinem Konto ab. \_\_\_\_\_

Konto-Nr.: \_\_\_\_\_

BLZ: \_\_\_\_\_

Bank: \_\_\_\_\_

☐ Den Betrag habe ich auf Ihr Konto überwiesen. Kreissparkasse Hannover, BLZ 250 502 99, Konto.-Nr. 4 408.

☐ Scheck liegt bei.

Menge	Produkt/Bestellnummer	à DM	gesamt DM
1x	Porto und Verpackung (Inland)	6,-	6,-

**Absender nicht vergessen!**

Datum, Unterschrift (für Jugendliche unter 18 Jahren der Erziehungsberechtigte)







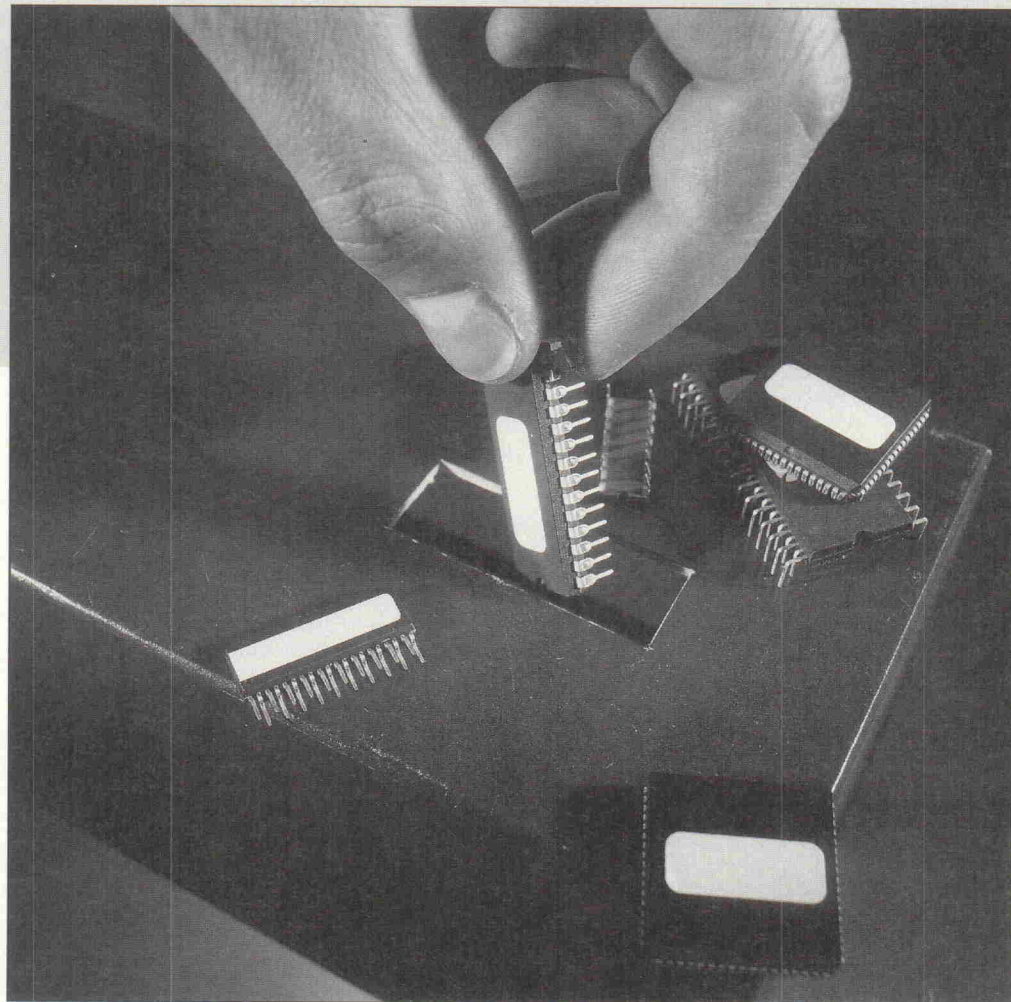
# Wahlhelfer

## Entscheidungskriterien für die PLD-Auswahl

**Gerhard Stock  
Peter Heusinger  
Karl-Heinz Ronge**

**Der Wunsch, digitale Schaltungen mit komplexen PLDs zu realisieren, geht zwangsläufig einher mit der Entscheidung für eine bestimmte Bausteinfamilie. Hier die richtige Wahl zu treffen ist insbesondere für Neueinsteiger nicht immer einfach. Der nachfolgend vorgestellte Ansatz geht nicht von abstrakten Teststrukturen aus. Statt dessen zeigt er die möglichen Anforderungen konkreter Schaltungen auf, um auf dieser Basis eine Bausteinauswahl zu erleichtern.**

*Gemeinsam ist allen drei Autoren, daß sie an der Uni Erlangen-Nürnberg Elektrotechnik studiert haben und anschließend beim Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen tätig wurden. Karl-Heinz Ronge leitet heute die Abteilung 'Digitales IC-Design' sowie das 'Demosentrum IC-Anwendungen (DIA)'. Peter Heusinger ist Leiter der Gruppe 'Schaltungsentwicklung' und unterstützt Gerhard Stock bei seiner Tätigkeit am DIA mit den Schwerpunkten Schulung, Beratung und Technologietransfer.*



Entwicklung

**I**m Rahmen der Forschungsarbeiten am Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen in Erlangen werden sehr viele der heute verfügbaren PLD-Familien in ganz unterschiedlichen Projekten eingesetzt. Aufgrund der dabei gewonnenen Erfahrungen konnte ein Anforderungskatalog für programmierbare Logik-ICs erarbeitet werden. Dieser Katalog soll keine Benchmarks aufzeigen oder ersetzen. Er stellt Entscheidungskriterien allgemeinerer Art zur Verfügung, aus denen die relevanten Punkte einer Anwendung herausgenommen und dann mit den in Frage kommenden Bausteinfamilien verglichen werden können. Man kommt aber nach wie vor nicht umhin, sich dabei mit den besonderen Architekturmerkmalen

der einzelnen Familien auseinanderzusetzen und sie auf die Eignung für ein Design zu prüfen.

### Eignungstest

Jede Schaltungsentwicklung wird heute von gewissen Randbedingungen geprägt. Dazu zählen Leistungskriterien wie Systemgeschwindigkeit und Stromverbrauch, Eigenschaften der I/O-Pads, erreichbare Integrationsdichte oder unterschiedliche Programmierstechniken. Auf der anderen Seite muß man aber auch wirtschaftliche Betrachtungen wie Entwicklungszeit oder benötigte Entwurfswerkzeuge einbeziehen.

Es werden zunächst die einzelnen Kriterien und ihr Einfluß

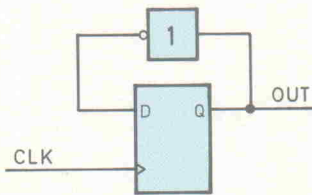
auf die Entscheidung für eine spezielle Bausteinfamilie vorgestellt und dann mit Hilfe eines einfachen Rechenverfahrens miteinander verknüpft. Als Ergebnis präsentiert sich eine sogenannte Eignungszahl, die angibt, wie gut eine PLD-Familie für die Umsetzung einer bestimmten Schaltung geeignet ist.

### Innere Uhr

Vor allem bei Bausteinen mit kanalorientierten Strukturen (FPGAs) ist es sehr schwierig, eine Aussage über den erreichbaren Arbeitstakt einer Schaltung zu machen, da Platzierung, interne Verdrahtung, Lastabhängigkeit und Auslastung der vorhandenen Integrationsmöglichkeiten einen großen Einfluß



auf das zeitliche Verhalten der Schaltung haben. Aus dieser Not machen die Halbleiterhersteller im Gegenzug oftmals eine Tugend: Sie geben als Wert für die maximale Geschwindigkeit den erreichbaren Toggle-Takt eines am Ausgang über einen Inverter zurückgekoppelten Flipflops an (Bild 1). Meist sind dies beeindruckende Zahlen im Bereich mehrerer hundert MHz, die wenig mit den tatsächlichen Geschwindigkeiten zu tun haben. Die angegebene Toggle-Rate erläutert eigentlich nur die Leistungsfähigkeit des verwendeten Herstellungsprozesses und ist deshalb mit Vorsicht zu genießen. Da sich die Gatterlaufzeiten durch ein kombinatorisches Logikmodul in etwa der gleichen Größenordnung bewegen, reduziert bereits eine zusätzliche Logikstufe zwischen zwei



**Bild 1. Die Angabe des Toggle-Taktes bezieht sich in der Regel auf ein einfaches Flipflop mit Rückkopplung [1].**

Flipflops den erreichbaren Arbeitstakt auf die Hälfte des angegebenen Toggle-Taktes. Erfahrungsgemäß kann man bei kanalarientierten Bausteinen eine Systemfrequenz von circa 25...30 % der angegebenen Toggle-Rate erzielen.

## Gruppendynamik

Im Gegensatz zur Toggle-Rate erläutert der Systemtakt, mit welchen Frequenzen komplexe Logiksysteme wie Zähler oder State Machines betrieben werden können. Da bei Bausteinen mit Multiple-Array-Strukturen

(CPLDs) die Laufzeiten durch Logikblöcke und Verdrahtungsmatrizen exakt vorhersehbar sind, kann ein Hersteller für diese Familien eine genaue Aussage über den erreichbaren Arbeitstakt machen. Wenn zusätzlich Signale in die Verdrahtungsmatrizen rückgekoppelt werden (sequentielle Schaltungen), halbiert sich natürlich auch hier der maximale Arbeitstakt.

Bei FPGAs hängt der maximal erreichbare Systemtakt vor allem vom Layout direkt auf dem Chip ab. Im Layout sind Einflüsse wie Placement, Routing, Lastabhängigkeit oder Ausnutzung enthalten. Jede interne Verbindung hat eine Leitungskapazität und einen Serienwiderstand, der sich aus der Anzahl der Verschaltungselemente (bei SRAM-basierten FPGAs Schalttransistoren, bei EPROM-basierten ICs die EPROM-Zelle, bei OTP-FPGAs die Antifuse) ergibt. Ein solcher Widerstand kann pro Verschaltungselement bis zu 1000 Ohm betragen. Zusätzlich kommen natürlich die Setup- und Hold-Zeiten der einzelnen Flipflops und die Durchlaufzeiten durch die kombinatorischen Logikmodule hinzu. Aus der Summe all dieser Zeiten läßt sich die maximale Arbeitsfrequenz errechnen. Dabei ist der kritische Pfad derjenige auf dem Chip, der die längste Durchlaufzeit besitzt. Dieser kann mit einem brauchbaren Analyseprogramm bestimmt werden. In Bild 2 ist der Zusammenhang an einem

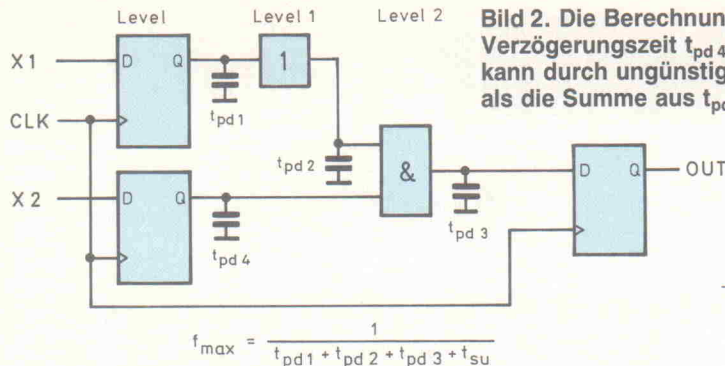
einfachen Beispiel erläutert: Der kritische obere Pfad hat die Taktfrequenz  $f_{max}$ , bestehend aus den Verzögerungszeiten  $t_{pd1...3}$  der drei Stufen sowie der Setup-Zeit  $t_{su}$  des Flipflops. Es ist übrigens durch die Platzierung und Verdrahtung auch möglich, daß der untere Teilpfad ( $t_{pd4}$ ) der kritische ist und eine wesentlich größere Durchlaufzeit besitzt als der obere ( $t_{pd1} + t_{pd2}$ ).

Der Entwickler muß anhand der beschriebenen Eigenschaften klären, ob der gewählte Baustein seinen Geschwindigkeitsanforderungen insgesamt gerecht wird. Wie gezeigt, kann dies vor allem bei FPGAs problematisch sein.

## Kraftnahrung

Programmierbare Logikbausteine weisen, bedingt durch den Einsatz unterschiedlicher Herstellungsprozesse (ECL, BIPOLAR, NMOS, CMOS, aufgelistet in der Reihenfolge abnehmenden statischen Strombedarfs), recht unterschiedliche Verlustleistungen auf, die natürlich auch einen Einfluß auf das Geschwindigkeitsverhalten der ICs haben. Vor allem beim Einsatz in batteriebetriebenen Geräten sollte man daher die folgenden Punkte beachten:

- Einige Bausteinfamilien ziehen auch im statischen Betrieb einen nicht zu vernachlässigenden Ruhestrom.
- Die dynamische Verlustleistung ist je nach verwendetem



**Bild 2. Die Berechnung des Systemtakts: Die Verzögerungszeit  $t_{pd4}$  (pd: propagation delay) kann durch ungünstige Verdrahtung größer sein als die Summe aus  $t_{pd1}$  und  $t_{pd2}$  [1].**

Halbleiterprozeß signifikant unterschiedlich.

- Einige PLDs besitzen einen sehr stromsparenden Standby-Modus.
- Bei bestimmten Familien können nicht benutzte Makrozellen abgeschaltet werden, um die Verlustleistung zu reduzieren.

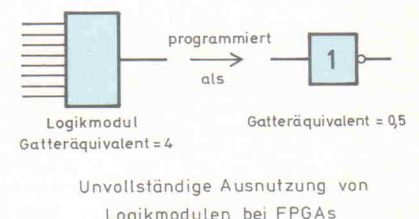
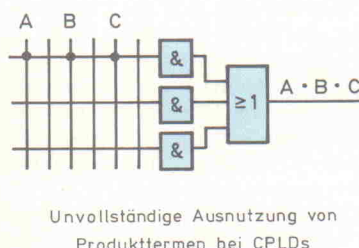
Hier gilt es zu prüfen, ob der Stromverbrauch und damit die Verlustleistung ein relevanter Faktor ist, um so den Kreis der in Betracht kommenden Bausteine weiter einzuschränken.

## Letzte Reserve

Mit dem möglichen Ausnutzungsgrad gibt der Hersteller an, wieviel Prozent der Logikressourcen eines ICs im Durchschnitt durch ein Design nutzbar sind. Dieses kann auch in Form der nutzbaren Gatteräquivalente oder einer Brutto-/Nettoangabe erfolgen. Limitierungen ergeben sich aus der möglichen Platzierung einer Schaltung, den begrenzten Verdrahtungsressourcen im Baustein sowie einer unvollständigen Ausnutzung von Logikmodulen.

Es stellt sich also zum einen die Frage nach den Grenzen des Place & Route für die Integration eines Designs. – Hier spielt übrigens nicht nur der Baustein selbst, sondern auch das passende Software Tool eine entscheidende Rolle. Zum anderen sollte man darauf achten, wie gut sich die Logikmodule der jeweiligen Familie für die Implementation im Hinblick auf den Ausnutzungsgrad eignen. Bild 3 erläutert an einem einfachen Beispiel, was gemeint ist. Liegt eine Matrix aus Signaleingängen vor, die über UND/ODER verknüpft sind, werden die möglichen Produktterme nicht

**Bild 3. Beispiele für die unvollständige Ausnutzung von Logikmodulen: Beim CPLD (links) stehen mehr Leitungen zur Verfügung, als benötigt werden. Das Logikmodul des FPGA (rechts) erlaubt im allgemeinen eine wesentlich komplexere Programmierung als den hier realisierten Inverter [1].**





ausgenutzt, wenn nur ein UND-Gatter zur Logikimplementierung nötig ist. Ebenso wenig schöpft ein als Inverter programmiertes Logikmodul mit acht Eingängen die vorhandene Kapazität aus. Interessant ist dabei die Unterscheidung zwischen registerintensiven Designs wie Zähler oder Zustandsmaschinen und kombinatorischen Designs wie Adreßdecoder oder Multiplexer: Registerintensive Schaltungen lassen sich in der Regel besser in FPGA-Strukturen implementieren, da diese sehr viele Flipflops zur Verfügung stellen. Für kombinatorische Strukturen wiederum sind CPLDs besser geeignet, da sie vielfältige Möglichkeiten für die Umsetzung von Produkttermen bieten.

## Die richtige Beinarbeit

Bei der Auswahl komplexer Logikbausteine beeinflussen auch die möglichen Verbindungen zur Außenwelt – also die vorhandenen Pads – die Entscheidung. Hier spielen in der Regel folgende Punkte eine wichtige Rolle:

*Ist die Anzahl der zur Verfügung stehenden Pads ausreichend?*

Der Trend geht eindeutig zu immer höheren I/O-Counts, es stehen also immer mehr Pins pro Baustein zur Verfügung. Da 'Kuchenbleche' mit vielen Pins große Nachteile besitzen, sollte der Griff zu einem solchen Baustein nur dann erfolgen, wenn es das Design tatsächlich erfordert. Denn mit der Pinanzahl steigt unter anderem der Gehäusepreis, man benötigt oftmals teure Spezialfassungen und das Handling bei der Bestückung ist auch nicht ganz einfach. Andererseits sind heutzutage beispielsweise in Computern Adreßbusbreiten von 64 und mehr Bit keine Seltenheit mehr. Solche busintensiven Designs werden natürlich durch Bausteine mit hohem I/O-Count besonders gut unterstützt. Man sollte auf jeden Fall prüfen, welche Gehäuseformen vom Hersteller überhaupt zur Verfügung gestellt werden, und wie sich diese auf den Endpreis auswirken.

*Existieren Slew-Rate-limitierende Pads, um Störungen oder Reflexionen zu reduzieren?*

Dieses Problem hat schon so manchen Designer zur Verzweiflung gebracht: Schnelle Designs – zum Beispiel aus dem Bereich der digitalen Signalverarbeitung – erfordern den Einsatz von schnellen Bausteinen, die extrem steile Flanken an ihren Ausgängen erzeugen. Dies kann bei einem unsauberen Platinenlayout und schlechten Leitungsabschlüssen zu Störungen auf den Versorgungsleitungen sowie Übersprechen und Reflexionen auf den Datenleitungen führen. Pins, die keine schnellen Signale liefern müssen, sollten daher sinnvollerweise auf langsamere Anstiegsflanken umschaltbar sein, damit für diese Leitungen kein weiterer Aufwand betrieben werden muß.

*Existieren Pads mit hoher Treiberkraft?*

Manche Familien bieten Pads mit einer Ausgangstreiberleistung von 24 mA und mehr – und damit beispielsweise die Möglichkeit, einen PCI-Bus anzusteuern. Beim Einsatz solcher ICs kann man sich unter Umständen einige zusätzliche Treiberbausteine zur Ansteuerung von Peripheriekomponenten auf der Platine einsparen und so die Kosten ganz erheblich senken.

*Existiert eine genügende Anzahl von Clockpins mit speziellem Clocknetzwerk?*

Wie bereits erläutert, entstehen vor allem in FPGAs beim Place & Route interne Verbindungen mit teilweise sehr unterschiedlichen Laufzeiten. Ein Design über solche Verdrahtungswege mit einem synchronen Clock zu versorgen ist nahezu unmöglich. Deshalb besitzen eigentlich alle IC-Familien einen oder mehrere Pins, die an ein spezielles Taktnetzwerk aus metallisierten Leitungen angeschlossen sind. Mit ihnen wird der Clock mit minimaler Verzögerung an alle Flipflops gebracht und so ein synchrones Arbeiten der Schaltung gewährleistet.

## Qualifikation

Neben technischen Gesichtspunkten wie Art der Programmierung, Wiederprogrammierbarkeit, Anzahl von möglichen Programmierzyklen oder Strahlungsfestigkeit spielen bei der Entscheidung auch wirtschaftliche Aspekte eine Rolle.

*Auf welcher Programmieretechnik basiert der Baustein?*

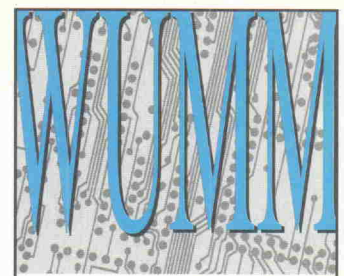
Es werden zur Zeit vier verschiedene Techniken zur Programmierung von Logikbausteinen eingesetzt: EPROM-, EEPROM- und SRAM-Zellen sowie Schmelzsicherungen (Fuses und Antifuses). Die erstgenannten sind wiederprogrammierbar: EPROM-Zellen können mit UV-Licht und EEPROM-Zellen elektrisch gelöscht werden, bei SRAM-Zellen wird einfach eine neue Konfiguration in den Baustein geladen.

Zu den ersten beiden Techniken stellt sich Frage, wie oft die Bausteine im Durchschnitt wiederprogrammierbar sind und ob es bei der EPROM-Technologie für größere Stückzahlen auch preisgünstige OTP-Versionen gibt (OTP = One Time Programmable: Gehäuse, die kein Quarzfenster enthalten, das interne EPROM also nicht mehr durch UV-Licht löschtbar ist). Für SRAM-Zellen muß man zusätzliche Elektronik (Batterie, Speicherbaustein, Steuerleitungen und Steuerlogik) auf der Platine vorsehen, mit deren Hilfe die Konfigurationsdaten in den Baustein geladen werden.

*Welche preiswerten Programmierer stehen zur Verfügung?*

Die Betonung liegt hier auf preiswert. Die Preisspanne liegt zur Zeit etwa zwischen 1000,- und circa 60 000,- DM. Der Preisunterschied ist natürlich größtenteils in der Ausstattung und in der Anzahl der unterstützten Bausteine begründet. Dabei ist ganz wichtig, daß der Programmierer für den entsprechenden Baustein qualifiziert ist, also vom Halbleiterhersteller getestet wurde. Nur dann garantiert der Hersteller eine wirklich einwandfreie Programmierung und übernimmt im Schadensfall auch die Garantie.

Die Programmieralgorithmen für Logikbausteine sind recht kompliziert und können sich schon bei ein und demselben Bausteintyp durch kleine Variationen des Herstellungsprozesses ändern. Darauf sollte der Programmiergerätehersteller natürlich möglichst schnell reagieren können und diesen modifizierten Algorithmus in sein Gerät integrieren. Dasselbe gilt für neu auf den Markt kommende Bausteine. Solche



**Neu DOSPack**  
=  
Schaltungsentwurf  
+  
Leiterplatten-Layout  
+  
Autorouter  
für nur **DM 1.495,-**  
bringt die **EAGLE2.6**  
Konkurrenz Dateikompatibel  
ins Schwitzen!

Jetzt gibt es den ultimativen PowerPack für Elektronik Designer unter DOS: Protel Schematic und Protel Autotrax im DOSPack Komplettpaket! Wenn Sie den DOSPack testen, werden Sie schnell feststellen, daß es sich ab sofort kaum noch lohnt das Doppelte oder womöglich Vielfache des Kaufpreises für DOS-Schaltplan- & Layoutsoftware auszugeben. Kein Wunder also, daß unsere Konkurrenz ins Schwitzen kommen dürfte, denn der DOSPack ist keine künstlich "abgespeckte" oder limitierte Einstiegsversion sondern bietet zu einem neuen, vielfach günstigeren Paketpreis alle Profileistungsmerkmale der weltweit tausendfach installierten Programme Protel Schematic und Protel Autotrax!

Mit einer höchst ergonomischen Roll-Down-Menüoberfläche arbeitet der DOSPack selbst auf PCs mit 80286'er CPU extrem schnell bei CAD/CAM-Auflösungen bis zu 1.024 x 768 Bildpunkten. Dank maximalen 4 MB EMS-Speicher sind riesengroße Layouts problemlos realisierbar! Das aussagekräftige DOSPack Testpaket umfaßt eine bis auf die Speicherfunktionen voll funktionsfähige Version von Schaltungsentwurf, Layout & Autorouter und das über 100 Seiten starke deutsche Demo-Handbuch. Jetzt abrufen!

**Protel DOSPack-Demopakete...18 DM**  
**Protel DOSPack-Lizenz .....1.495 DM**  
(Schematic, Autotrax & Autorouter Komplett-Paket)

(Alle Preise verstehen sich bei Voraussscheck (zur Verrechnung) frei Haus oder per Post/UPS-Nachnahme, zzgl. 7 DM Versandanteil. Universitäts- und Mengenrabatte auf Anfrage)

**ASIX**  
TECHNOLOGY GMBH

Postfach 142 · 76255 Ettlingen  
Telefon 07243/3 10 48 · Telefax 07243/3 00 80

**Bestellannahme zum Nulltarif:**  
**0130-84 66 88**



Updates müssen in der Regel extra bezahlt werden. In vielen Fällen bieten Hersteller eigene, teilweise sehr preisgünstige Programmierer an. Diese können aber in den meisten Fällen nur die speziellen Bausteine des jeweiligen Herstellers bearbeiten. Beim Umstieg auf ein anderes System muß dann ein neuer Brenner angeschafft werden.

Natürlich ist auch die durchschnittliche Dauer einer Programmierung ein Kriterium. Vor allem bei komplexeren Bausteinen kann sie mehrere Minuten bis Stunden in Anspruch nehmen. Beim Einsatz in Kleinserien sollte man dies neben dem zusätzlichen Aufwand beim Handling selbst unbedingt beachten.

Vor dem Einsatz von programmierbaren Logikbausteinen in extrem elektronikunfreundlichen Umgebungen (EMV, ESD, Röntgenstrahlung, Weltraum) muß man klären, wie sicher die Programmierung der unterschiedlichen Techniken ist. Vor allem mit der Antifuse-Technologie versprechen hier Hersteller garantieren eine sehr große Sicherheit gegen Datenverluste.

## Trainingsmethoden

Weist bereits der Bausteinmarkt eine große Vielfalt auf, so stößt man bei der Suche nach geeigneten Designwerkzeugen auf ein kaum geringeres Angebot. Alle Kriterien aufzulisten, die für die Auswahl einer geeigneten Entwicklungsumgebung relevant sind, würde den Rahmen des Artikels sprengen. Aus diesem Grund sollen nur einige wichtige Aspekte angesprochen werden (siehe auch [2]).

### Wie soll die Schaltungseingabe erfolgen?

Nach wie vor scheiden sich die Geister bei der Frage nach der optimalen Eingabeform. Viele schwören auf das gewohnte Zeichnen von Schaltplänen mit Hilfe eines sogenannten Schematic Entry. Dabei zeigt die Erfahrung, daß der Einsatz einer Hardware-Beschreibungssprache (HDL) gerade bei größeren Designs eine wesentlich schnellere, kompaktere, durchschaubarere und leichter wartbare Lösung verspricht. Wichtig ist an dieser Stelle neben dem Preis auch die Frage nach Anzahl und Umfang der vom Hersteller mitgelieferten Bibliotheken, mit

deren Hilfe eine Design-Erstellung erst möglich wird.

### Über welche Simulatoren verfügt das System?

Zur Überprüfung der Schaltungseingabe bedient man sich einer funktionalen Simulation. Sie erlaubt allerdings keine Aussagen über das zeitliche Verhalten einer Schaltung. Vor allem bei FPGAs ist dies erst nach dem Plazieren und Verdrahten mit Hilfe einer zeitlichen Analyse exakt möglich. Deswegen braucht man für die Entwicklung solcher Bausteine unbedingt einen Timing Simulator. Bei CPLDs, deren minimale Geschwindigkeiten von vielen Herstellern garantiert werden, ist eine Zeitsimulation nicht zwingend erforderlich. Wichtig für jede Art von Simulation ist unter anderem, wie die Stimuli und Ergebnisse ausgegeben werden (grafisch oder textuell), wie schnell die Simulation ist (Events pro Sekunde) und über welche zeitliche Auflösung das System verfügt. Bei FPGAs sollte immer auch das Ergebnis vom Place & Route – also die Verzögerungszeiten, die sich auf dem Chip aufgrund interner Verdrahtungswege einstellen – über eine Backnotation in die Simulation mit einfließen.

### Ist eine HDL-Beschreibung nebst Logiksynthese möglich?

Da die Komplexität der Designs immer größer wird, empfiehlt sich zunehmend der Einsatz von HDL (Hardware Description Language) mit anschließender Logiksynthese, also die Umsetzung einer funktionalen Beschreibung auf Gatterebene. Dabei ist zu beachten, welche Sprachen das jeweilige Designwerkzeug unterstützt (zum Beispiel VHDL nach Standard 1076, C-Syntax oder hersteller-spezifische Sprachen) und welche sprachlichen Konstrukte dabei möglich sind (beispielsweise bedingte Abfragen, Unterstützung von FSM-Syntax). Sehr hilfreich für die Synthese sind verschiedene fertige Komponentenbibliotheken und die Möglichkeit einer hierarchischen Gliederung des Designs. Eine Ausgabe verschiedener Netzlistenformate kann hier nützlich sein, da dies eine Weiterbearbeitung mit verschiedenen Software Tools möglich macht. Bei der Anschaffung eines Werkzeugs sollte man allerdings neben den reinen Software-Kosten auch die erforder-

liche Einarbeitungszeit in diese neue Form der Logikbeschreibung berücksichtigen.

### Wie komfortabel ist das integrierte Place & Route-Tool?

Gerade bei komplexen Designs ist der Anwender besonders auf die Fähigkeiten von Place & Route angewiesen. Neben der Schaltungsintegration auf dem Chip vollzieht so ein Werkzeug auch das automatische Pinning. Vor allem bei FPGAs sollte man auch manuell in den Implementierungsvorgang eingreifen können, da insbesondere zeitkritische Teile eines Designs manchmal besser von Hand platziert werden können. Allerdings darf ein solcher Eingriff nicht zur Regel werden oder gar zwingend erforderlich sein.

### Und was kostet das Ganze?

Wie schon erläutert, muß man neben den reinen Software-Preisen auch die Kosten für Einarbeitungszeit, Wartungsverträge und Updates einbeziehen – und natürlich auch die benötigte Hardware-Plattform (PC oder Workstation, Speicher, Plattengröße, Geschwindigkeit usw.).

## Punktsieger

Die aufgezeigte Beurteilungsliste beschreibt nur einen Teil denkbarer Kriterien und besitzt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Jeder Entwickler muß zuerst prüfen, in wieweit einzelne Punkte für die jeweilige Applikation überhaupt relevant sind. Dies kann zum einen für ein ganz spezielles Design geschehen, zum anderen aber auch für die Zusammenfassung einer ganzen Reihe von Designs. Es ist meistens notwendig, einen Entwicklungsschwerpunkt festzulegen und sich dann für eine Bausteinserie zu entscheiden. In der Regel ist der Einsatz von verschiedenen PLD-Familien innerhalb einer Firma wegen der hohen Investitionskosten nicht möglich.

Ist der geeignete Kriterienkatalog zusammengestellt, gilt es zu überprüfen, inwieweit die unterschiedlichen Architekturen diesem gerecht werden. Dabei verteilen sich die Punkte auf folgende Weise:

Kriterium gut erfüllt:	+1
Kriterium einigermaßen erfüllt	0
Kriterium nicht erfüllt	-1

Die Summe der insgesamt erreichten Punkte teilt man durch

die Anzahl der verwendeten Kriterien. Das Ergebnis ist die sogenannte Eignungszahl. Sie liegt im Intervall zwischen -1 und +1, wobei +1 die beste erzielbare Wertung darstellt.

Sind bestimmte Kriterien besonders wichtig, werden diese mehrfach gewertet. Ist also beispielsweise der maximale Stromverbrauch entscheidend für eine Applikation, multipliziert man dieses Kriterium in obigem Punkteschema mit dem Faktor 3. Natürlich muß dieser Faktor bei dem Wert berücksichtigt werden, durch den die Gesamtsumme der Punkte geteilt wird. Sonst liegt die Eignungszahl nicht mehr zwischen -1 und +1. Mit einer solchen Vorgehensweise werden Architekturen, die spezielle Anforderungen besonders gut unterstützen, entsprechend aufgewertet.

Auf der anderen Seite gibt es die sogenannten k.o.- oder Null-Kriterien. Ein solches könnte beispielsweise bei manchen Designs die zu integrierende Komplexität sein: Ist sie größer als 10 000 Gatter, fallen sofort alle Familien weg, die nicht über diese Komplexität verfügen.

## Ein Beispiel

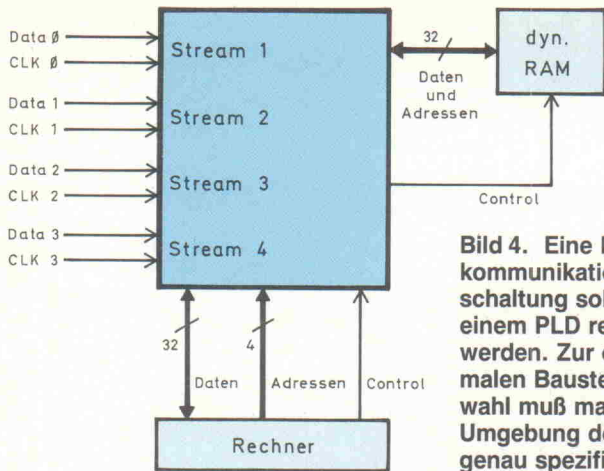
Die Erstellung eines Kriterienkataloges soll am Beispiel einer Datenkommunikationsschaltung gezeigt werden. Die Schaltung verfügt über vier serielle Datenkanäle Data 0...Data 4, die jeweils eigene Taktsignale Clk 0...Clk 4 besitzen und asynchron zueinander betrieben werden. Über die Kanäle werden unterschiedliche Datenströme aufgezeichnet und in einem RAM abgelegt. Weiterhin existiert eine 32 Bit breite Rechnerschnittstelle, die eine Übertragung der aufgezeichneten Daten zu einem Host erlaubt. Dort kann dann eine beliebige Signalverarbeitung erfolgen. Die Übertragungsrate an den vier Datenkanälen Data 0...Data 4 ist einstellbar; es stehen 4 MBit/s, 1.4 MBit/s und 64 KBit/s zur Verfügung. Bild 4 zeigt den Aufbau der Schaltung.

Basierend auf den skizzierten Anforderungen spielen bei der Auswahl eines geeigneten PLDs folgende Kriterien des Kataloges eine Rolle:

### Unterschiedliche Clocknetzwerke

Zum Betrieb der Schaltung sollten vier verschiedene Clocksi-





**Bild 4. Eine Datenkommunikations-schaltung soll in einem PLD realisiert werden. Zur optimalen Bausteinauswahl muß man die Umgebung des PLD genau spezifizieren.**

gnale Clk 0..Clk 4 eingesetzt werden können, damit die Datenkanäle Data 0...Data 4 unabhängig voneinander arbeiten.

#### Dynamisches RAM

Speicherbausteine reagieren in der Regel sehr empfindlich auf Reflexionen sowie Über- oder Unterschwingen auf Steuer-, Daten- und Adreßleitungen. Aus diesem Grund sollten die Anschlüsse des programmierbaren Logikbausteins Slew Rate limitierbar sein.

Einen entsprechend großen RAM-Bereich kann man in dieser Applikation nur generieren, indem viele Speicherbausteine parallel oder in Reihe geschaltet werden. Daher müssen die Ausgangspads über eine hohe Treiberleistung verfügen.

Außerdem muß eine entsprechend große Anzahl von Anschlußpins (> 100) zur Verfügung stehen. Nur so lassen sich alle externen Signale an den Baustein heranführen.

#### Batteriebetrieb

Die Schaltung ist für den Einsatz in sogenannten Hand-Held-Geräten vorgesehen. Deshalb darf die statische und dynamische Verlustleistung nur sehr gering sein. Der von vielen programmierbaren Logikbausteinen bereitgestellte Power Down Mode kann nicht verwendet werden, weil das dynamische RAM einen zyklischen Refresh benötigt.

#### Registerintensiv

Beim gleichzeitigen Betrieb der vier Datenkanäle können Zugriffsprobleme auf den Speicher und die Rechnerschnittstelle auftreten, weshalb die Daten intern zwischengespeichert werden müssen. Der geeignete Baustein muß also intern eine große Anzahl an Flipflops bereitstellen.

Weiterhin ist eine CRC-Check über eine sehr große serielle Tiefe (32 Bit) und eine Seriell-Parallel-Wandlung der Daten über Schieberegister vorgesehen. Auch dafür werden viele Flipflops benötigt.

#### Hohe Systemgeschwindigkeit

Da die Daten und Adressen für das dynamische RAM sehr schnell gemultiplext werden müssen, ist eine Laufzeit vom Inneren der Schaltung über die I/O-Pads in der Größenordnung < 30 ns erforderlich. Der geeignete Baustein muß über eine entsprechende Systemgeschwindigkeit verfügen.

#### Spezialgehäuse

Um die Schaltung auch in Notebooks betreiben zu können, ist eine Variante für den Einbau in ein PCMCIA-Gehäuse geplant. Dafür wird ein extrem flaches und kleines Gehäuse benötigt.

#### Auswertung

Faßt man alle aufgestellten Anforderungen zusammen, wird bereits sehr früh klar, daß die Umsetzung der Schaltung lediglich in ein FPGA erfolgen kann. Nur bei diesen Bausteinen steht die große Anzahl an Flipflops bei gleichzeitig niedrigem Stromverbrauch zur Verfügung. Alle anderen Kriterien werden mit den Eigenschaften der jeweiligen Bausteinfamilien verglichen und letztendlich über die Berechnung der Eignungszahl eine Entscheidung getroffen. uk

#### Literatur

- [1] Heusinger/Ronge/Stock, *PLDs und FPGAs in der Praxis*, Francis Verlag, München 1994
- [2] Peter Bauer, 'Augen auf beim Kauf', *ELRAD 5/94*, Seite 57 ff.



## Branchentreff Messtechnik

### Die Ausstellung

Eine vollständige Marktübersicht meßtechnischer Produkte für den professionellen Meßtechniker aus Forschung, Entwicklung, Versuch und Überwachung.

### Der Kongreß

Hier erfahren Sie, wie Ihre Kollegen meßtechnische Probleme meistern und wie sich Hersteller eine zeitgemäße Lösung Ihrer Meßprobleme vorstellen.

### Die Produktseminare

Unabhängig vom Kongreß werden die Aussteller Produktseminare durchführen. Dem Besucher bietet das die Möglichkeit, die gehörte Theorie anschließend am Ausstellungsstand in der Praxis zu erleben. Der Eintritt zu den Produktseminaren ist frei.

### Die Workshops

Auch anläßlich der MessComp '94 finden Workshops zu aktuellen Themen statt. Nähere Informationen wird das Kongreßprogramm enthalten.

#### Kostenlose Unterlagen über:

**NETWORK GmbH,**  
Wilhelm-Suhr-Straße 14, D-31558 Hagenburg,  
Telefon (0 50 33) 70 57, Telefax (0 50 33) 79 44.

Bitte senden an:



Wilhelm-Suhr-Straße 14  
D-31558 Hagenburg



#### Ich bin interessiert als

- ☐ Kongreßteilnehmer ☐ Fachbesucher
- ☐ Workshop-Teilnehmer ☐ Aussteller

Bitte senden Sie mir die entsprechenden Informationen zu.

Name \_\_\_\_\_ Abt. \_\_\_\_\_

Firma/Institution \_\_\_\_\_

Adresse \_\_\_\_\_

Telefon \_\_\_\_\_ Telefax \_\_\_\_\_

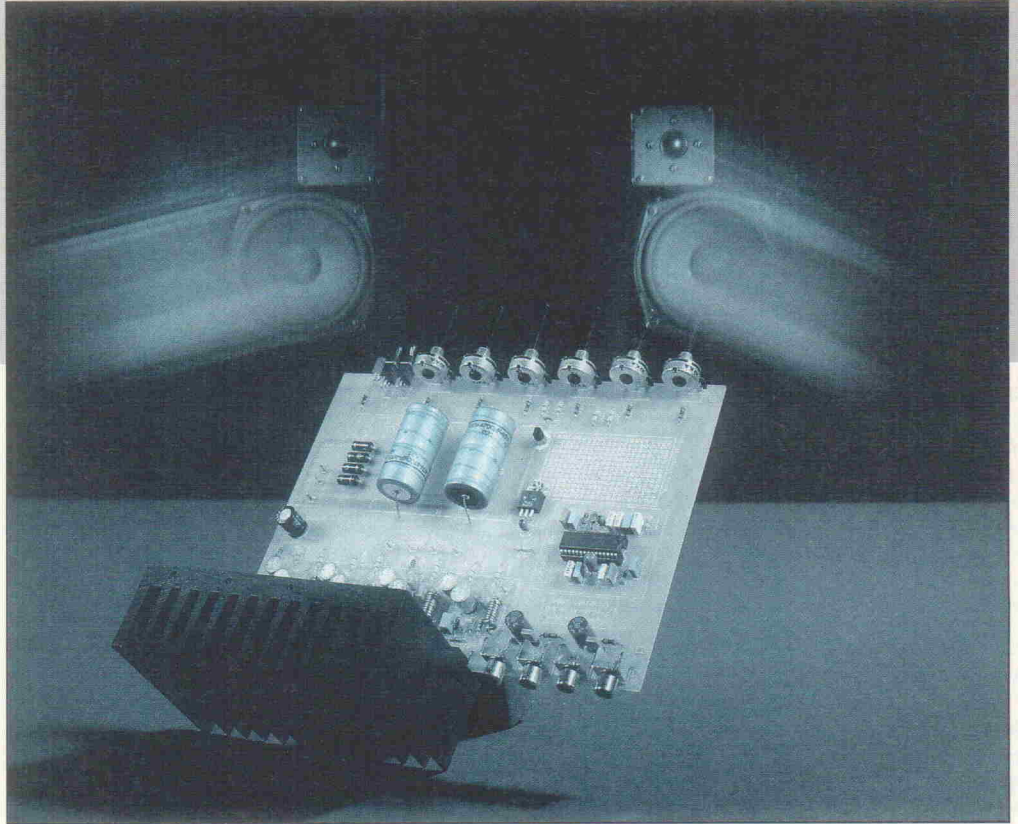


# Effekthascherei

## Audioprocessing, Teil 1: Von der Stereobasisverbreiterung zur Surround-Matrix

Matthias Carstens

Mit Einführung der Stereophonie begann der Siegeszug der räumlichen Tonwiedergabe. Um bei den Stereoeffekten möglichst unabhängig von der Position der Lautsprecher zu sein, wurden schon recht früh Schaltungen zur Manipulation der Stereo-Basisbreite entworfen. Einfachste Versionen finden sich beispielsweise in Geräten wieder, die man früher als Kofferradios bezeichnete, 'professionelle' Versionen aber auch in Tonstudios. Das 'wahre' Raumerlebnis erfährt jedoch nur, wer weiter aufrüstet. Ein Surround-Prozessor und zusätzliche Lautsprecher sind schon notwendig, wenn man hautnah erleben will, wie Kevin Costner mit dem Wolf tanzt und mitten durch eine Büffelherde reitet.



**M**edien wie Rundfunk, Fernsehen oder Kino sind seit jeher bemüht, ihre Klang- und Bildproduktionen möglichst wirklichkeitsnah an den Zuschauer (Hörer) zu bringen. Im 'Idealfall' soll man sich mit all seinen Sinnen mitten im Geschehen befinden: Ein Hauch von Virtual Reality also? Im Unterschied zu Spezialkinos, die sich mittels 3D-Leinwand und Geruchseffekten um Realitätsnähe bemühen, konzentrieren sich Standardkinos zunächst auf den Sound. Mittlerweile werden die meisten Filme in Stereo vertont. Neueren Datums sind Dolby-Surround-kodierte Filme, die nur in entsprechend ausgestatteten Kinos richtig zur Geltung kommen. Hier befindet sich der Zuschauer mit seinen Ohren mitten im Geschehen. Rückwärtige Lautsprecher übertragen nicht nur 'Umweltgeräusche', sondern auch Spezialeffekte, die jeden Film auch zu einem audiophilen Erlebnis machen sollen.

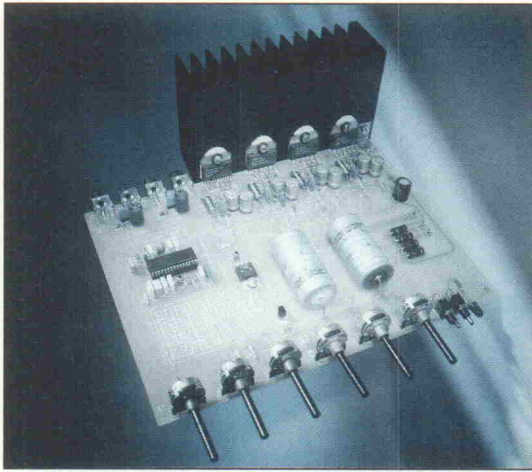
Im Heimkino haben sich die Hersteller zunächst darauf beschränkt, die Stereobasis zu verbreitern. Durch geeignete schaltungstechnische Tricks wird dem Zuhörer vorgegaukelt, die Stereolautsprecher stünden weiter auseinander. Neuerdings findet man nicht nur auf Stereoglotzen, sondern auch auf vielen sogenannten AV-Receivern oder Autoradios die Aufschrift Surround-Processing. Der Zuhörer soll die Audiokonserven nicht mehr so hinnehmen, wie er sie bekommt, sondern vielmehr den Räumlichkeiten oder seinem Geschmack möglichst frei im Sound anpassen können. Jedoch nicht immer befinden sich im Innern derartiger Geräte eine original Dolby-Surround-Decoder-Matrix und/oder ein digitaler Signal-Prozessor (DSP). Manchmal ist es einfachste Analogschaltungstechnik, die sich hinter diesem Aufdruck verbirgt und sich sogar in manch teurem Studiogerät wiederfindet. Mit welchen Tricks

beim 'Soundprocessing' im analogen Bereich gearbeitet wird, verrät dieser Teil der Audioprocessing-Trilogie anhand konkreter Schaltungstechnik.

Wie man mit einfachen Mitteln auch ohne Dolby-Lizenz in den Genuß von Surround-Sound gelangt, zeigt die Design-Corner im nächsten Heft. Das Board mit dem  $\mu$ PC1892 von NEC stellt nicht nur alle notwendigen Signale bereit, sondern liefert darüber hinaus auch die notwendige Power (Bild 1). Vier Endstufen-ICs vom Typ LM3876 aus neuester Entwicklung von National Semiconductor versorgen linken, rechten, Mitten- und Surround-Kanal mit bis zu 100 W.

Für weiteren Klangzauber sorgt schließlich der Surround-Prozessor YM7128, der im dritten Teil vorgestellt wird (Bild 2). Angesteuert und programmiert von dem 68HC11-Minicontroller MOPS-light bietet der Yamaha-Chip nicht nur die für echte Surround-Effekte notwendige Zeit-





**Bild 1. Der NEC-Baustein  $\mu$ PC1892 und die vier kompletten Endstufen vom Typ LM3876 bilden die ideale Grundlage für eigene Audioprocessing-Entwicklungen.**

verzögerung, sondern läßt darüber hinaus vielfältige räumliche Gestaltungsmöglichkeiten zu.

## Raum und Phase

Zunächst jedoch einige, auf den ersten Blick sehr einfache aber wichtige Fakten: Die Phasenbeziehung zwischen zwei Kanälen (im folgenden L und R) bestimmt zusammen mit dem jeweiligen Pegel die Position einer (Mono-)Klangquelle im Stereopanorama. Bereits hier liegt der Teufel im Detail: Ein phasengleiches (kohärentes) Signal läßt sich per Pegel frei zwischen L und R verschieben. Nichts anderes geschieht mit einem Pan- oder Balance-Poti. Doch kaum eine Klangquelle ist in der modernen Tontechnik ein reines Monosignal. Zwar scheinen viele Klangquellen in der Mitte positioniert zu sein, die Betätigung des Mono-Schalters am Verstärker beweist jedoch, daß es sich meist um ein mit diversen Stereoprocessing-Effekten räumlich verbreitertes Signal handelt. Ein Grund für diese 'Effekthascherei' liegt darin, daß ein Hörer Klänge, die links/rechts phasen- und/oder zeitverzögert wiedergegeben werden, intensiver wahrnimmt. Das ermöglicht dem Toningenieur den Einsatz geringerer Pegel.

Auch ist es möglich, sich aus einer Signalquelle ein (Pseudo-) Stereosignal zu erzeugen. Einfachstes Beispiel ist eine  $180^\circ$  Phasendrehung zwischen L und

R. Die entstehende Breitenwirkung ist je nach verwendetem Klangmaterial unterschiedlich. Dieser Fall war zu Zeiten der Langspielplatte undenkbar, doch mit der CD verschwand auch dieses Tabu aus den Köpfen der Toningenieure.

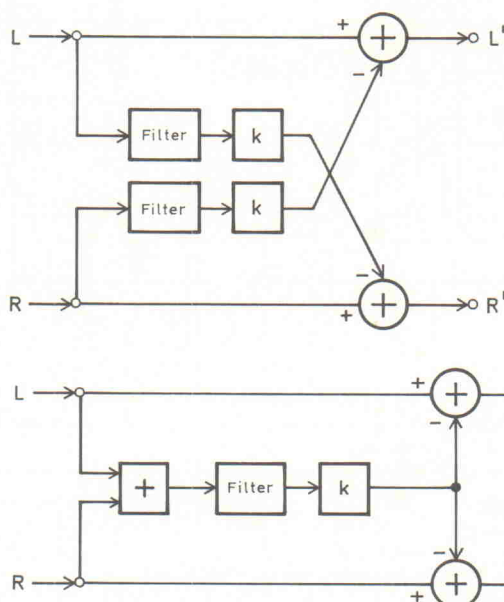
Richtig kompliziert wird es, wenn ein Signal mit unterschiedlichen Pegeln und einer Phasendifferenz zwischen L und R wiedergegeben wird. Die resultierende Stereoposition der Klangquelle ist der subjektiven Wahrnehmung des Hörers überlassen. Zudem variiert die Position mit der verwendeten Hardware: Was über Boxen sogar außerhalb der Lautsprecher platziert zu sein scheint, entpuppt sich bei Kontrolle über Kopfhörer schnell als unschön: links der Originalklang, rechts leiser das phasengedrehte Signal.

Und doch: Die Stereobasisverbreiterung ist ein guter Verkaufsschlager. Die Intensivierung der Stereoanteile und der damit meist verbundene sphäri-

sche Klang (die inkohärenten Hallanteile werden amplitudenverstärkt) wird durch gegenphasiges Übersprechen zwischen den beiden Stereokanälen erzielt, wodurch monophone (im Panorama mittig platzierte) Anteile abgeschwächt erscheinen.

Die praktische Umsetzung geschieht über eine Vielzahl von Schaltungen, die sich auf drei Grundvarianten zurückführen lassen (Bild 3). Variante eins ist durch die gekreuzte Kopplung der Kanäle bekannt. Der Abschwächer ( $k < 1$ ) verhindert eine vollständige Auslöschung des Mittensignals. Mit dem Filter wird die Basisverbreiterung frequenzabhängig. Dadurch läßt sich auch eine Verringerung des Baßanteils (der meistens Mono ist) verhindern.

Variante zwei erreicht den gleichen Effekt auch ohne Kreuzkopplung und mit weniger schaltungstechnischem Aufwand. Dazu wird das Stereosignal zunächst summiert. Das entstandene Mono-Signal läßt



**Bild 3. Die drei Grundkonzepte der Basisverbreiterung in Consumergeräten.**

**Bild 2. Aufgesteckt auf ein MOPSLight-Controllerboard entpuppt sich dieser Winzling von Yamaha als leistungsstarker Surround-Prozessor für vielfältige Raumeffekte.**

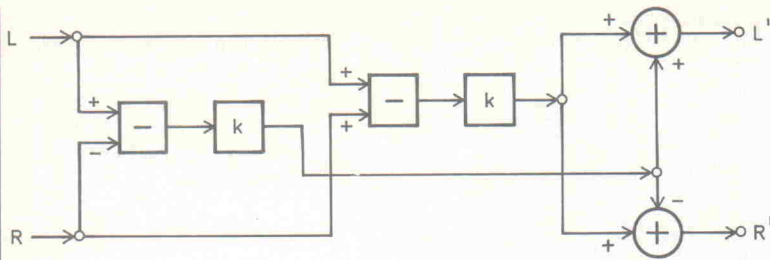
sich nun mittels eines einzigen Filters und nur eines Abschwächers bearbeiten. Schließlich wird es den Stereokanälen jeweils invertiert zugemischt. Auch hier sind in erster Linie die Monoanteile von der Subtraktion betroffen.

Variante drei sieht nur auf den ersten Blick wie die vorherige aus. Statt einer Summierung wird die Differenz  $L - R$  gewonnen. Es bleiben also die reinen Stereoanteile über. Diese werden wieder auf L und R addiert, so daß eine Verstärkung des Stereoeffekts eintritt, was natürlich exakt der vorherigen Verminderung des Monoanteils entspricht. Ein Filter kann eingeschliffen werden, muß aber nicht. Da Baßanteile die einzigen verlässlichen Monoanteile heutiger Tonkonserven darstellen, werden sie vom Differenzverstärker bereits unterdrückt. Zu beachten sind hier die etwas komplizierteren Phasenlagen.

Tatsächlich erzeugen alle drei Varianten 'identische' Ausgangssignale, klingen also auch in der erreichten Basisverbreiterung exakt gleich. Grundsätzlich können die zugemischten Signalanteile auf jede erdenkliche Weise bearbeitet werden, also verzögert, verzerrt oder auch aufwendig gefiltert. Die Ergebnisse sind jedoch nicht vorhersehbar, da sie immer vom verwendeten Klangmaterial abhängen. Am effektivsten läßt sich wohl ein Gerät einsetzen, bei dem möglichst viele Parameter frei einstellbar sind. Allerdings verleitet eine solche Allround-Schaltung auch zur Erzeugung unsinniger Klangverfälschungen.

Aus diesen Schaltungen entstanden übrigens auch die als 'Vocal Killer' oder 'Playback





**Bild 4.** Dieses Konzept ist (bis jetzt) nur in professionellen Studio-geräten zu finden.

Machine' bekannten Geräte, bei denen man das Zusatzsignal auf den Frequenzbereich der menschlichen Stimme einschränkte. Jedoch erfolgt durch Phasenverschiebungen der nötigen Filter (Bandpässe) gleichzeitig eine (klangliche) Beeinflussung der angrenzenden Bereiche. Daß diese Geräte eigentlich nicht (mehr) funktionieren, hat aber einen anderen Grund: Das eingangs erwähnte Stereoprocessing ist gerade auf den Gesangsstimmen allgegenwärtig, und macht damit dieses Funktionsprinzip unwirksam.

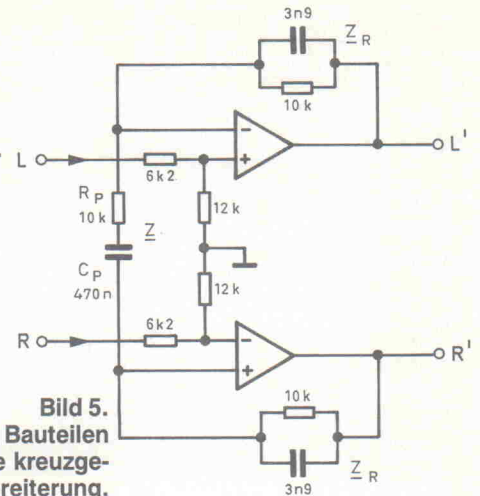
## Ungewollte Vermehrung

Ein Blick zurück zur ersten Variante verdeutlicht ein generelles

Problem der Basisverbreiterung. Signale, die nur links oder nur rechts vorhanden sind, erscheinen am Ausgang phaseninvertiert auf dem jeweils anderen Kanal. Der Pegel ist dabei abhängig vom Abschwächer  $k$  beziehungsweise vom Maß der eingestellten Basisverbreiterung. Dies ist durchaus problematisch. So kann es bei Verwendung bestimmten Musikkmaterials passieren, daß anstelle der gewünschten Verbreiterung eine Verengung des Stereopanoramas entsteht. Je nach bereits im Basisignal vorhandenen Stereoeffekten macht sich also die 'Verbreiterungstechnik' mehr oder weniger positiv bemerkbar.

Das Optimum der Basismanipulation zeigt Bild 4. Eine Differenzstufe extrahiert die reinen

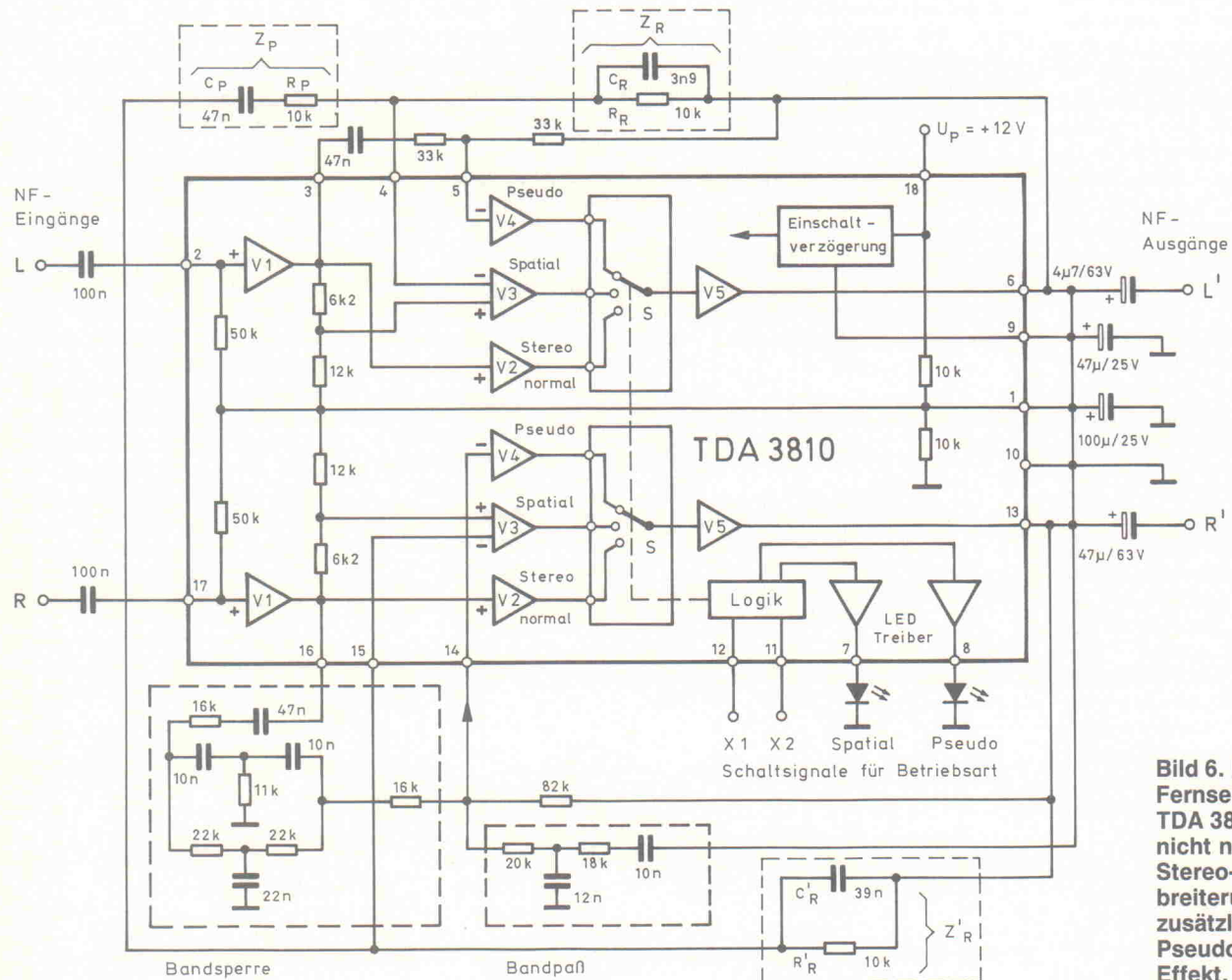
**Bild 5.** Mit nur wenigen Bauteilen begnügt sich die kreuzgekoppelte Basisverbreiterung.



Stereoanteile, ein Summierer die reinen Monoanteile des Ursprungsignals. Werden die beiden 'neuen' Signale gemischt, so entsteht bei richtiger Pegelanpassung wieder das Original. Macht man beide Signale jedoch über Potis einstellbar, läßt sich jeder Zustand zwischen Mono und basisverbreitertem Stereo stufenlos erreichen. Aufgrund geringer Phasenverschiebungen und endlicher Gleichtaktunterdrückung der Verstärker ist das Original zwar nicht hundertpro-

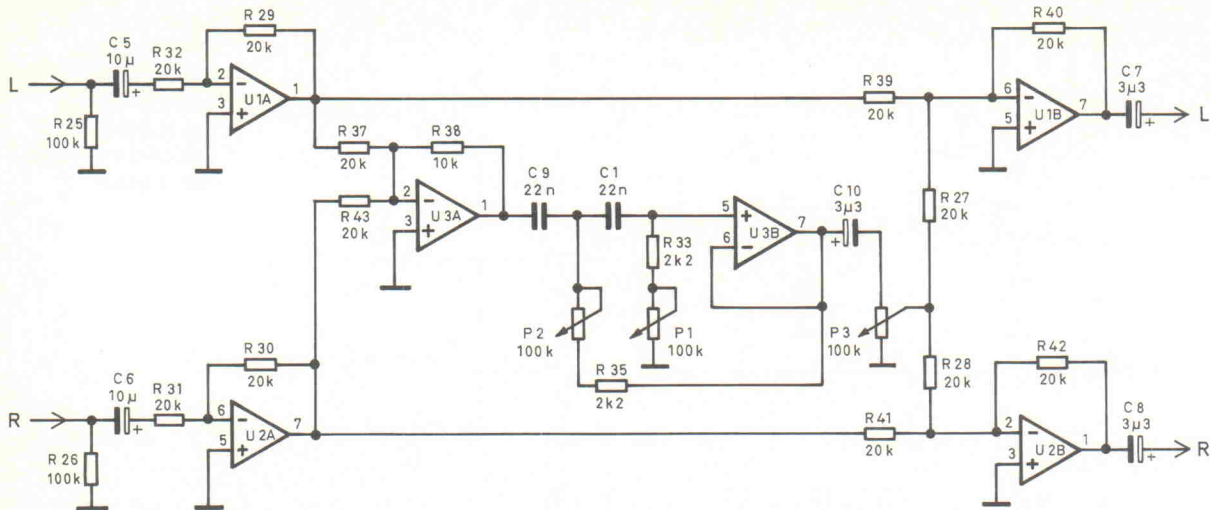
zentig wiederherstellbar, mit einer Kanaltrennung von mehr als 30 dB wird jedoch übliche Rundfunkqualität übertroffen.

Wie die Rekonstruktion vonstatten geht, läßt sich gut an einem Beispiel nachvollziehen: Ein Signal  $L$  erscheint prinzipiell durch die Summierung mit identischem Pegel an  $L'$  und  $R'$ . Gleichzeitig durchläuft es den Differenzpfad und erscheint an  $L'$  nun mit doppeltem Pegel, während es an  $R'$  zur komplet-

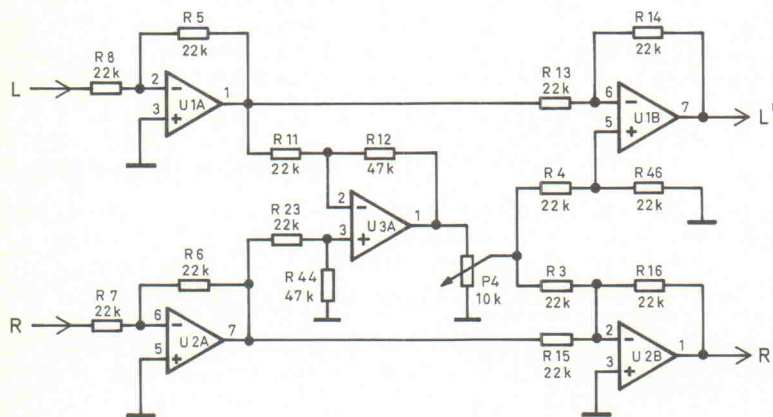


**Bild 6.** Das Fernseher-IC TDA 3810 bietet nicht nur eine Stereo-Basisverbreiterung, sondern zusätzlich einen Pseudo-Stereo-Effekt.





**Bild 8.** Diese Schaltung benötigt nur ein Zusatzsignal. Filter und Basisbreite sind einstellbar.



**Bild 9.** Um diese Ausführung mit Differenzverstärker zu verstehen, sollte man sich die Phasenlagen der einzelnen Signale genau ansehen.

anhebung der Stereoanteile endlich ist, bewirken die Kondensatoren jedoch auch eine Dämpfung des oberen Hörbereichs.

Die integrierte Schaltung TDA 3810 bietet neben der beschriebenen kreuzgekoppelten Variante zusätzlich eine Pseudo-Stereo-Schaltung (Bild 6). Ein mittels Bandpaß und Bandsperr realisierte Allpaß erzeugt hier aus einem monauralen ein Quasi-Stereo-Signal mit frequenzabhängiger Phasenverschiebung zwischen L' und R'.

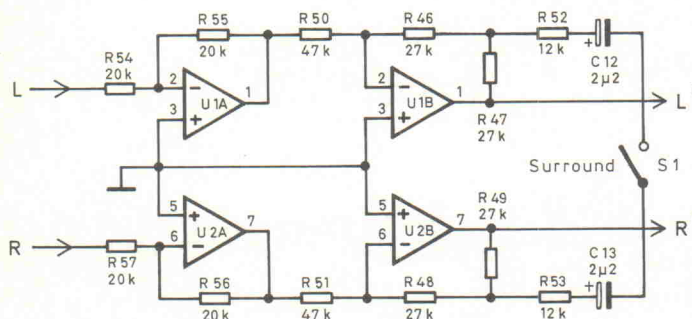
ten Auslöschung des summierten Signals führt. Ein Signal R wird vom Differenzverstärker invertiert und führt so zu einem verdoppelten Pegel an R'. An L' ist dadurch jedoch wieder die Auslöschung des summierten Signals gegeben.

Eine weitere interessante Eigenschaft aller Schaltungen ist die vollständige Monokompatibilität. Dies mag auf den ersten Blick erstaunen, erklärt sich aber sehr einfach aus der um 180° phasengedrehten Zumischung des 'Effektsignals' zum Original. Bei einer Summierung der verbreiterten Kanäle L' und R' zu einem Monosignal löscht sich der Effektkanal heraus. Das Ergebnis entspricht dem Mono-

signal L + R. Lediglich der Gesamtpegel kann je nach verwendetem Konzept variieren.

### Breite Basis in der Praxis

Die Realisierung der kreuzgekoppelten Variante ist bereits mit verblüffend wenig Aufwand möglich (Bild 5). Das Hochpaßfilter zur Bandbegrenzung besteht aus Cp und Rp. Stereoanteile oberhalb der durch Cp eingestellten Grenzfrequenz erscheinen um circa 6 dB verstärkt am Ausgang. Die beiden 3,9-nF-Kondensatoren in der Gegenkopplung der Operationsverstärker verhindern eine übermäßige Höhenanhebung. Da die Pegel-



**Bild 7.** Verbessertes Design der Kreuzkoppelung zur Nutzung in HiFi-Verstärkern.

## Schnell von der Idee zur Platine

### Schaltplan Platine Autorouter

# TARGET 2.1

In unserem professionellen Platinen CAD-System vereinen sich Geschwindigkeit, Flexibilität und Produktivität. Unsere langjährige Erfahrung setzen wir gerne für Sie ein. Wir lassen Sie nicht mit Ihren Problemen im Stich...

TARGET 2.1 bietet Ihnen folgenden Komfort: forward- und backannotation \* jederzeit mit [F3] vom Schaltplan zur Platine schalten und zurück \* automatisch umfließende Masseflächen \* objektorientierte Datenstruktur bis 65000 Elemente \* alles in deutscher Sprache \* Weltkoordinaten (1cm Platine=1cm am Bildschirm) \* frei definierbares Raster (abschaltbar) \* maßhaltige Ausgabe auf allen gängigen Druckern \* HPGL, Gerber, PostScript, Excellon, Sieb & Meyer etc. \* umfangreiche Symbol- und Gehäusebibliotheken \* kompetente Anleitung mit Übungsbuch und Bibliotheksindex \* kein Dongle \* elektrischer Design-check \* Autorouter \* Gehäuse noch in der Platine und Symbole noch im Schaltplan änderbar \* und und und...

## Neu! Platinenservice Benutzerlehrgänge

### Übungsbuch Große Bibliothek

Wir bieten Ihnen an, Ihre TARGET- und RULE-Dateien preiswert direkt in Platinen umzusetzen. Sie ersparen sich somit das lästige Konvertieren und die damit verbundenen Fehler. Sie brauchen uns nur Ihre Platinendatei auf Diskette oder per Modem zuzusenden. Wir sind Ihr schneller und zuverlässiger Partner für Prototyp oder Serienplatte. Garantiert! Fordern Sie gleich kostenlos ein Angebot oder Infomaterial an!!

Info gratis!	TARGET 2.1 komplett	nur DM 910,-	Info gratis!
	TARGET 2.1 light (Euro-Karte)	DM 298,-	
	TARGET 2.1 Demo	DM 25,-	
	RULE 1.2dM Platinen-Editor	ab DM 129,-	

Preise incl. 15% MwSt zzgl. Versandkosten. Vorkasse=DM 5,-. Nachnahme=DM 10,-. Demo nur schriftlich o. Fax.

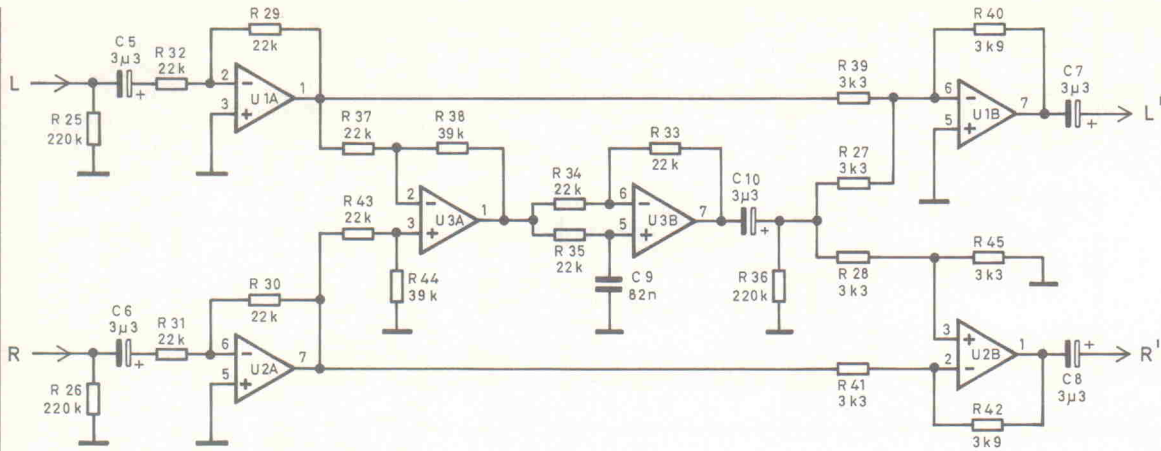
In Österreich: **RIBU-Elektronik GmbH** Mühlgasse 18, A-8160 Weiz  
Tel.: (0 31 72) 64 80 Fax.: (0 31 72) 66 69  
In der Schweiz: **Hess HF-Technik Bern** Allmendstr. 5, CH-3014 Bern  
Tel.: (0 31) 331 02 41 Fax.: (0 31) 331 68 36

## Ing. Büro FRIEDRICH

Harald Friedrich Dipl. Wirtsch. Ing (TH)

Fuldaer Straße 20 D-36124 Eichenzell  
Tel.: (0 66 59) 22 49, Fax.: (0 66 59) 21 58





**Bild 10.**  
Eine leichte  
Modifikation mit  
erstaunlichem  
Ergebnis: Die  
Differenzvariante  
mit Allpaß.

Bild 7 zeigt eine etwas anspruchsvollere Lösung. Durch die Teilung der Rückkopplungswiderstände entfällt auch die erhöhte Empfindlichkeit gegenüber Störeinstreuungen am negativen Eingang. Der Effekt, den der japanische Hersteller Sony gar mit 'Surround' betitelte, läßt sich somit störungsfrei zuschalten. Die Phase zwischen Ein- und Ausgang bleibt identisch.

Eine Umsetzung der zweiten Variante zeigt Bild 8. Die Schaltung ist mit einem um U3B aufgebauten durchstimmbaren 12-dB/Oktave-Hochpaß-Filter schon etwas komfortabler. Die Stärke der Verbreiterung ist mit nur einem Poti (P3) einstellbar.

Mit weniger Bauteilen kommt die Umsetzung von Variante drei, Bild 9, aus. Diese Schaltung verzichtet gänzlich auf eine Filterung. Die Stärke der Basisverbreiterung läßt sich ebenfalls mit einem Poti (P4) stufenlos einstellen. Wichtig ist hier nur die unterschiedliche Phasenlage bei der Zumischung des Effektsignals zum Original.

### Breite Mitten

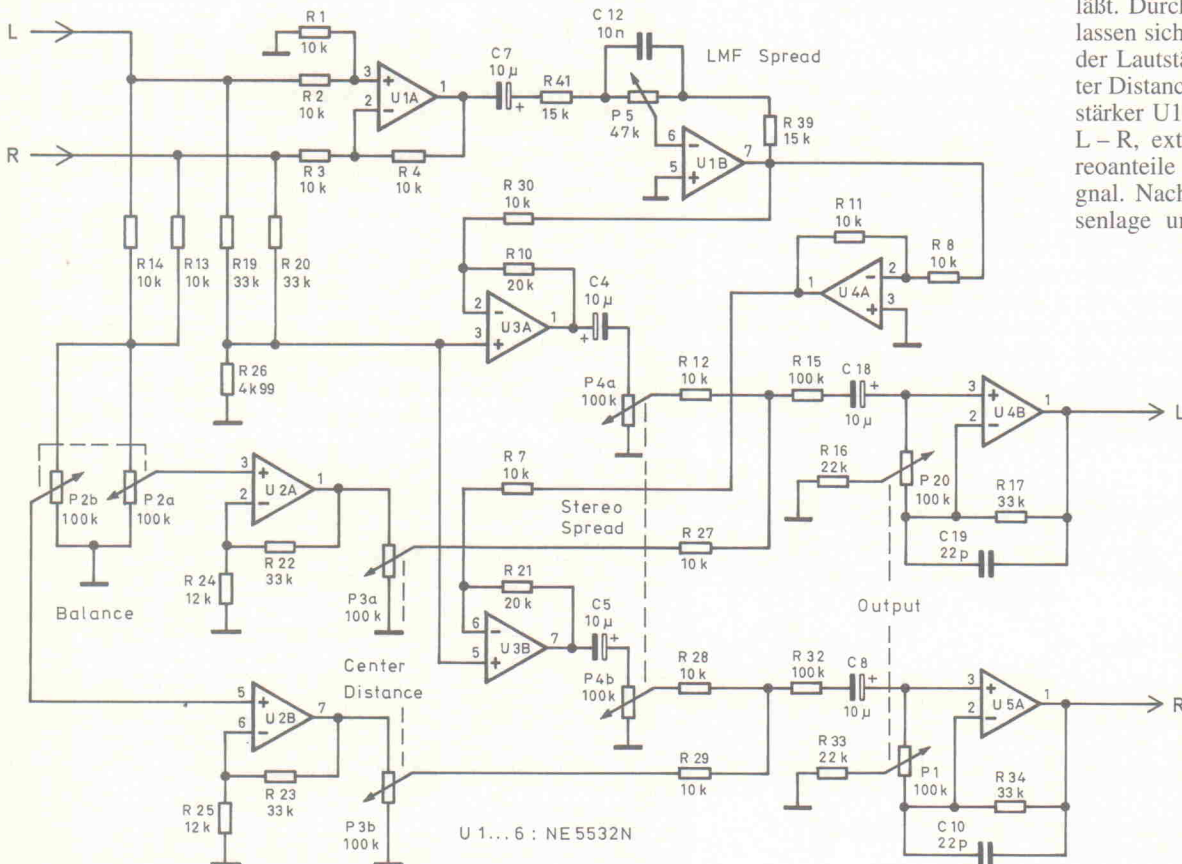
Wie bereits erwähnt, sind die Schaltungen der Varianten 1...3 im Grunde identisch und klingen auch gleich. Jedoch mit nur geringen Modifikationen läßt sich eine enorme Verbesserung erzielen. Bild 10 zeigt Variante drei mit einem zusätzlichen All-

paß im 'Effektweg'. Im Hochtonbereich geht die Phasendrehung gegen 180° und bewirkt damit die gewünschte Pegelanhebung. Im Baßbereich dagegen wird die Drehung 0°. Da nach der Differenzbildung normalerweise keine Baßanteile mehr im Signal vorhanden sind, stellt dieser Phasenverlauf kein Problem dar. Der Phasengang zwischen 100 Hz und 1 kHz erzeugt eine nur schwer zu beschreibende Verbreiterung des Panoramas im mittleren Frequenzbereich. Subjektiv würde man wohl eher auf den Einsatz eines aufwendigen Verzögerungsgerätes tippen. Die Schaltung arbeitet weit effektiver als die bisher vorgestellten und stellt wohl die derzeit beste ana-

loge Basisverbreiterung dar, die zudem mit relativ geringem Aufwand auskommt. Selbstverständlich ist eine vollständige Mono-Kompatibilität ebenfalls gegeben.

### Die dritte Dimension

Die praktische Umsetzung der Schaltung aus Bild 4 kommt zwar in der Effektivität ihrer Basisverbreiterung nicht an die Allpaß-Variante heran, die Vorteile dieses Konzeptes liegen jedoch in den mannigfaltigen Manipulationsmöglichkeiten der Mono- und Stereobasis (Bild 11). Dazu wird zuerst über R13 und R14 ein Summensignal erzeugt, das sich per Balance-Poti (P2) beliebig zwischen L' und R' positionieren läßt. Durch den Pegelsteller P2 lassen sich die L + R-Anteile in der Lautstärke verändern (Center Distance). Der Differenzverstärker U1A erzeugt das Signal L - R, extrahiert also die Stereoanteile aus dem Originalsignal. Nach Korrektur der Phasenlage und Summierung mit



**Bild 11.**  
Ein echter  
Base- oder  
Panextender:  
Diese Schaltung  
ermöglicht  
erstaunliche  
Manipulationen  
eines Stereo-  
Signals.



## Dolby-Surround

Der derzeitige Verkaufsschlager der Firma Dolby nimmt eine Sonderstellung beim Soundprocessing ein. Zwar basiert er ebenfalls auf einfachen Techniken, setzt jedoch eigentlich ein entsprechend kodierte Signal voraus.

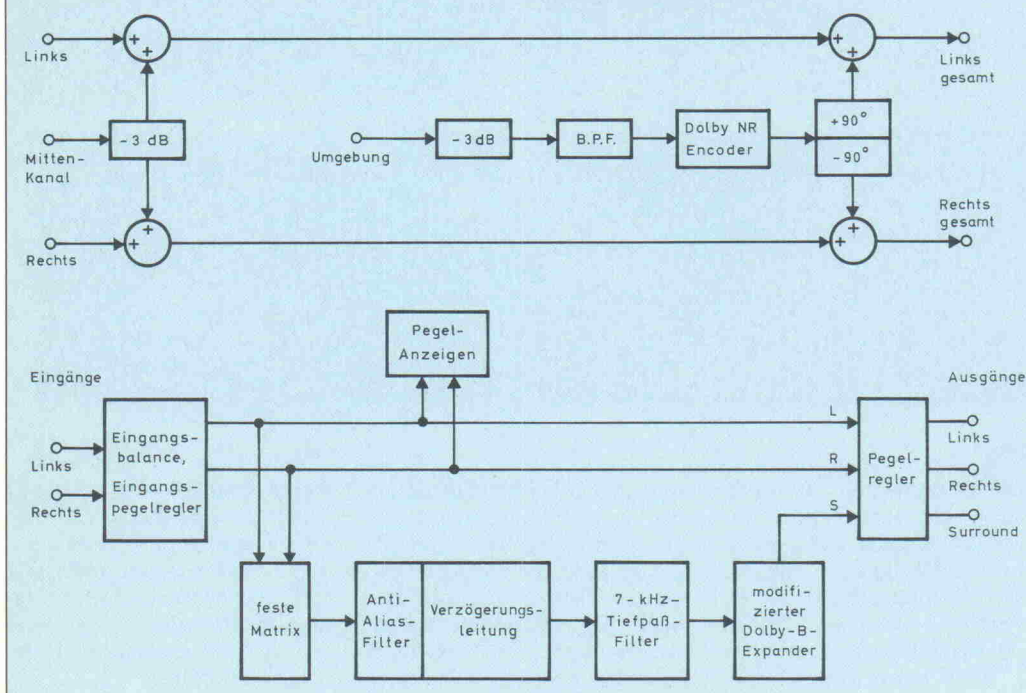
Bild 12 zeigt das Blockschaltbild eines Dolby-Surround-Encoders (oben) und eines passiven Decoders (unten). Wichtigster Punkt ist die phasengedrehte Zumischung des Surround-Signals. Die Dekodierung erfolgt mit einfachem Differenzverstärker, so daß die Surround-Signale mit 6 dB höherem Pegel als die sonstigen Stereoanteile zur Verfügung stehen. Zusätzlich erfolgt eine zeitliche Verzögerung (circa 20 ms) im Surround-Kanal, die ursprünglich bewirken sollte, daß hinten sitzende Personen in einem Kino Dialoge zuerst von der Leinwand aus wahrnehmen. Im Heimbereich überwiegt der Haas-Effekt, der ein von hinten verspätet eintreffendes Schallsignal automatisch als Umgebungsgeschall deklariert. Dieser hörtechnische Effekt vermindert das Übersprechen auf die Surround-Boxen. Da das Surround-Signal keinerlei feste Beziehung zu den übrigen Signalen besitzt, ist in der Einkodierung keine Verzögerung vorgesehen. Eine Bandbegrenzung und eine modifizierte Dolby-B Rauschunterdrückung schließlich sorgen für natürlichen Umgebungsklang und weitere Verbesserung der Kanaltrennung.

Auf den zusätzlichen Mittenlautsprecher des Dolby-Surround-ProLogic-Systems, der aktiven Variante mit adaptiver Surround-Matrix, kann im Heimbereich verzichtet werden, wenn die Sitzposition – mittig zwischen den beiden Frontlautsprechern – stimmt. Der Mittenkanal ist eine Monosumme, die wiederum im Kino für eine Ortung von Schallsignalen von der Leinwand auch in der Nähe der L/R-Lautsprecher sorgen soll.

Wie leicht zu erkennen, läßt sich unter Verzicht auf die Zeitverzögerung und die Dolby-B-Expanderung – letztere ist wegen der Bandbegrenzung auf 7 kHz recht unkritisch – mit den in der nächsten Ausgabe beschriebenen Schaltungen ein Quasi-Dolby-Surround-Decoder entwerfen. Aber auch für die Zeitverzögerung und weitere Klangeffekte gibt es Spezial-Bausteine. Einer, der Surround-Prozessor YM7128 von Yamaha, steht im Mittelpunkt einer weiteren Design-Corner in ELRAD.

pen

**Bild 12. Das Prinzip eines Original-Dolby-Surround-Encoders (oben) und Decoders. Das Konzept enthält eine Verzögerungsleitung sowie eine modifizierte Dolby-B-Rauschunterdrückung für den Surround-Kanal.**



L + R wird nun das Ausgangssignal mittels P4 (Stereo Spread) in ungewöhnlicher Art einstellbar: Stufenlos von mono bis basisverbreitert.

Der Regelbereich der Center-Distance-Potis sollte allerdings eingeschränkt werden – beispielsweise jeweils mit einem Vorwiderstand vom Fußpunkt der Regler gegen Masse. Würde nämlich der L+R-Anteil ganz-

lich fehlen, bliebe nur ein Monosignal mit 180° Phasendrehung an den Ausgängen L' und R', eben das Stereo-Spread-Signal. Statt Fußpunktwiderständen wird hier das mittels R19, R20 und R26 pegelreduzierte Summensignal den auskoppelnden Stereo-Spread-OPs (U3A, U3B) zugeführt.

Die LMF-Spread-Schaltung macht die Verbreiterung des

unteren Mittenbereiches einstellbar. Dazu dient eine einfache aktive Baßregelstufe mit U1B, C12 und P5. Steigen die Anteile des unteren Mittenbereiches innerhalb des Stereo-Spread-Signals, sollte dies auch zu einer erhöhten Basisverbreiterung in eben jenem Bereich führen.

So einfach geht es jedoch nicht. Jede Veränderung des Diffe-

renzsignals führt bei diesem Konzept zu einer Beeinträchtigung des Grundklangs und des ursprünglichen Stereopanoramas. Insbesondere die von der Baßregelstufe bei Anhebungen verursachten Phasenverschiebungen verhindern eine vollständige Rekonstruktion des Originals, der Klang wird topfig und, wegen der 180° Differenz der Zumischung, gleichzeitig räumlich hohl. Auch der Einsatz eines Allpasses kann diese Basisverbreiterung nicht über die Effektivität der am Anfang des Artikels vorgestellten Schaltungen heben, sondern hat eher negative Folgen.

Dafür kann mittels der vorhandenen Potis das Stereobild einer fertigen Produktion entscheidend beeinflusst werden. 'Balance' beispielsweise erlaubt die Verschiebung der im Panorama mittig platzierten Klangquellen, ohne daß sich der Stereoeindruck beziehungsweise die Position der nicht mittig platzierten Signale ändert. Die Lautstärkeverringerung des Monoanteils per 'Center Distance' suggeriert ein räumliches Entfernen der monauralen Anteile. Auf diese Weise kann eine Klangquelle ähnlich wie mit weit aufwendigeren 3D-Systemen frei im Raum bewegt werden. Für eine reine Basisverbreiterung bleibt jedoch die kleine Allpaß-Schaltung nach Bild 10 der unge-schlagene Champion.

Dem kundigen Audiotechniker werden sicher spontan einige Optimierungen des Schaltungsdesigns in Bild 11 einfallen. Verbesserungen des Rauschabstandes und der Einstellcharakteristika der Potis sind schnell realisiert. Um so erstaunlicher, daß genau diese Schaltung für mehrere Tausend Mark (natürlich vergossen) als Base- oder Panextender nichtsahnenden Studiobesitzern erfolgreich verkauft wird.

pen

### Literatur

- [1] P. Skritek: *Handbuch der Audio-Schaltungstechnik*, Franzis Verlag, München 1988
- [2] H. Achterberg, *Integrierte Schaltungen zur Aufbereitung von Fernseh-Stereo und Fernseh-Zweitton-Signalen*, Valvo Technische Informationen 830 527
- [3] G. Carter, J. Fisher, *Dolby-Surround-Ton*, *Praktische Aspekte, Fernseh- und Kinetik*, 44. Jg, 5/90

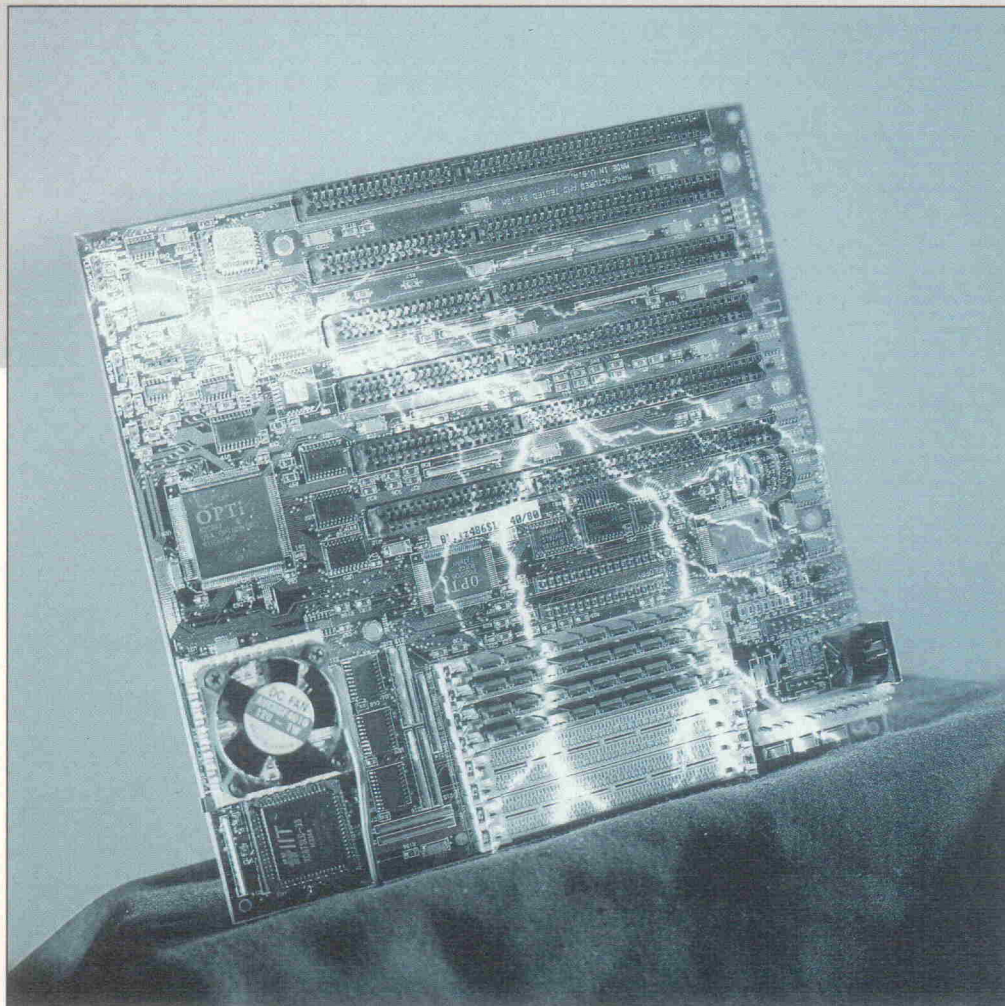


# Trotz Blitz

## Schutz elektrischer und elektronischer Geräte vor transienten Überspannungen

**Werner Hirschi  
Ralf Hoppe**

Nicht nur ein Blitzschlag, sondern schon einfache Schaltvorgänge im Versorgungsnetz gefährden empfindliche Geräte. Die Schadenspalette reicht von kurzzeitiger Verwirrung der Elektronik bis zum Totalausfall. Demnächst fordern Normen, daß ihre elektronische und elektrische Ausrüstung jedem Blitz trotzt.



Ralf Hoppe ist seit 6 Jahren 'EMV-gerecht' tätig. Neben den Aspekten der Normen und Prüfungen liegt der Schwerpunkt seiner Arbeit auf Beratung und Entwicklung elektromagnetisch verträglicher Designs. Dipl.-Ing. (HTL) Werner Hirschi ist seit 12 Jahren in einem internationalen Ingenieurunternehmen für EMV tätig. Sein Aufgabenbereich umfaßt insbesondere die Beratung bei der EMV-gerechten Entwicklung, die Realisierung von EMV-Studien sowie Seminaren.

**D**ie transienten Überspannungen, die an den Stromversorgungsklemmen und an den Ein- und Ausgangsanschlüssen von elektronischen Geräten auftreten können, haben hauptsächlich zwei Ursprünge [1]: Zum einen Blitzschläge, zum anderen Schaltvorgänge im Stromversorgungsnetz; hauptsächlich beim Zuschalten von Elementen, die eine Kapazität besitzen wie zum Beispiel Leitungen. Beide Arten von Überspannung weisen häufig einen hohen Energiegehalt auf. Die Phänomene, die von Schaltvorgängen erzeugt werden, wirken vorwiegend auf den Stromversorgungsanschluß der Geräte, im Gegensatz zu den Blitzschlägen, die alle Anschlüsse betreffen. Die Kopp-

lung erfolgt bei Schalthandlungen hauptsächlich galvanisch. Bei Blitzschlägen werden die Überspannungen entweder galvanisch (Blitzschlag auf Elemente des elektrischen Stromversorgungsnetzes) oder durch Induktion (direkter Blitzschlag auf das Gebäude oder andere Objekte in der Umgebung) gekoppelt.

### Im Induktionsofen

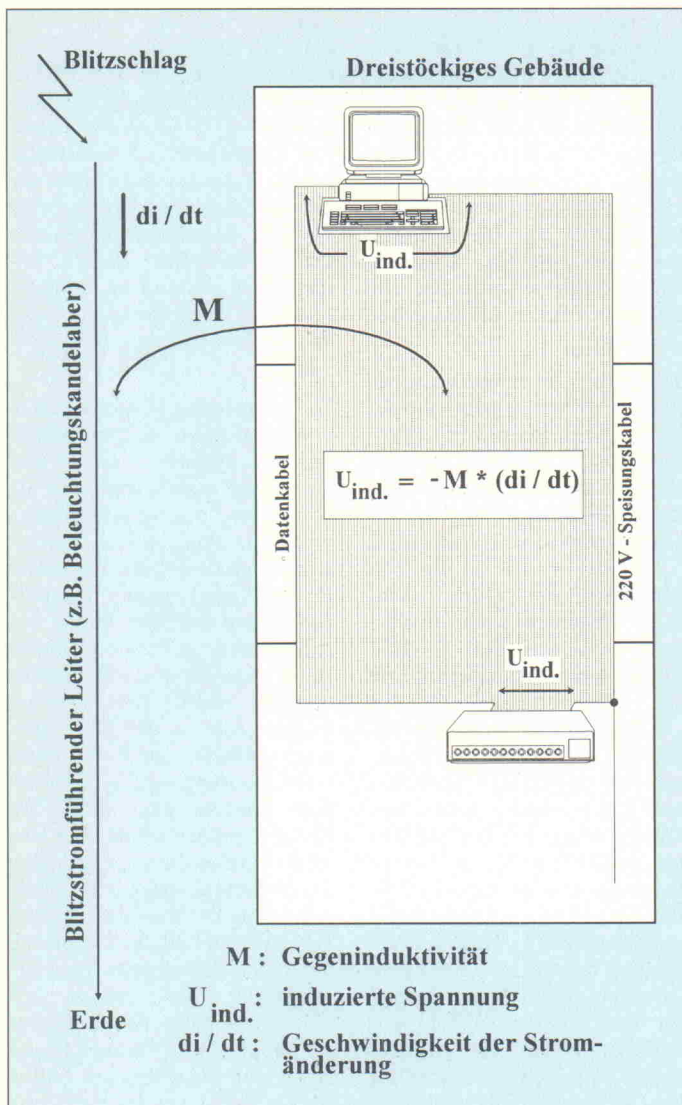
Ein Blitzschlag auf ein Gebäude oder ein Objekt in seiner Umgebung induziert zwischen den Kabeln, die an ein Gerät angeschlossen sind, Überspannungen. Der Kopplungsfaktor zwischen dem oder den blitzstromführenden Leitern und der Installationsschleife, die durch die

Kabel gebildet wird, bestimmt dabei die Amplitude. Die Geschwindigkeit der Stromänderung ( $di/dt$ ) spielt ebenfalls eine maßgebende Rolle. Der Kopplungsfaktor hängt vorwiegend von der Entfernung und der Schleifenfläche ab.

Ist das Kabel mit einem Schirm versehen, der auf beiden Seiten mit den Gehäusen der Endgeräte verbunden ist (diese Gehäuse sind zudem über den Schutzleiter des Netzkabels untereinander verbunden), so wird ein Stoßstrom in die Schleife zwischen den Netzkabeln und dem Datenkabel induziert. Dieser Strom führt zu Potentialunterschieden zwischen den Gehäusen der Endgeräte.

$$\Delta u = R \cdot i + L \cdot di / dt$$





**Bild 1. Induktion von Überspannungen durch indirekte Blitzschläge.**

$R$ : Widerstand der Schutzleiter oder des Kabelschirms

$L$ : Induktivität der Schutzleiter oder des Kabelschirms

Zudem induziert der auf dem Schirm fließende Strom wegen der Kopplungsimpedanz eine Stoßspannung zwischen den inneren Leitern des Kabels und den Gehäusen der Endgeräte:

$$U(f) = Z_L(f) \cdot I(f)$$

$U(f)$ : frequenzabhängige Komponenten der zwischen den Leitern des Kabels und dem Schirm (Gehäuse des Endgerätes) gekoppelten Spannung

$Z_L(f)$ : frequenzabhängige Kopplungsimpedanz des geschirmten Kabels

$I(f)$ : frequenzabhängige Komponenten des auf dem Kabel fließenden Stroms

Zur Zeit spezifizieren eine Vielzahl von Normen Stoß- oder

Spannungsfestigkeitsprüfungen. Die meisten dieser Normen betreffen besonders exponierte Bauteile wie zum Beispiel Transformatoren, Kondensatoren oder Kabel, die für den Einsatz in elektrischen Stromversorgungsnetzen vorgesehen sind. Eine andere Kategorie von

Normen spezifiziert Prüfungen für elektronische Geräte oder Gerätefamilien. Für Relais bestimmt zum Beispiel die IEC 255-5 die Anforderungen bezüglich Spannungsfestigkeit und Isolationswiderstand. Die CCITT K.20 gibt im Fernmeldebereich Empfehlungen für die Resistenz von Vermittlungsausrüstungen gegenüber Überspannungen oder Überströmen.

In naher Zukunft sind im Prinzip alle Arten von elektrischen und elektronischen Geräten von Normen betroffen, die Stoßspannungsfestigkeitsprüfungen spezifizieren.

Auf eine wichtige Norm soll hier näher eingegangen werden. Die IEC 801-5 – elektromagnetische Verträglichkeit von elektrischen und elektronischen Ausrüstungen – macht Vorschriften betreffend der Störfestigkeit gegenüber Stößen. Dieser Entwurf einer internationalen 'Basic'-Norm definiert die Prüfmethode und schlägt mehrere Pegel für die Prüfung der Störfestigkeit gegenüber Stößen, die durch Überspannungen bei Blitzschlägen oder Schalthandlungen entstehen, vor. Auf diese Basic-Norm bauen in Zukunft 'Generic'- und Produkt-Normen auf. Die Generic-Normen definieren Prüfpegel für Geräte in spezieller elektromagnetischer Umgebung, während Produkt-Normen die EMV-Anforderungen für ganze Produktfamilien festlegen.

Der Entwurf der IEC 801-5 sieht die Prüfpegel 500 V, 1 kV, 2 kV, 4 kV und X vor. X ist dabei eine offene Klasse, die für die Spezifikation von Produkten verwendet werden kann. Tabelle 1 faßt die empfohlenen Prüfpegel abhängig von den Installationsbedingungen für die verschiedenen Arten von Leitun-

gen zusammen. Die Tabelle berücksichtigt galvanisch und/oder induktiv gekoppelte Phänomene. Die Installationsbedingungen sind in verschiedene Klassen eingeordnet:

- Klasse 0: Gut geschützte Umgebung, oftmals diejenige eines besonderen Raums. Die Überspannung sollte 25 V nicht überschreiten.
- Klasse 1: Teilweise geschützte elektrische Umgebung. Die Überspannung sollte 500 V nicht überschreiten.
- Klasse 2: Elektrische Umgebung, in welcher die Kabel gut getrennt sind (sogar auf kurzen Strecken). Die Überspannung sollte 1 kV nicht überschreiten.
- Klasse 3: Elektrische Umgebung, in welcher die Stromversorgungskabel und die Signalkabel parallel verlaufen. Die Überspannung sollte 2 kV nicht überschreiten.
- Klasse 4: Elektrische Umgebung, in welcher die Verbindungen über externe Kabel neben den Energiekabeln erfolgen und in welcher die Kabel sowohl für elektrische als auch für elektronische Kreise verwendet werden. Die Überspannung sollte 4 kV nicht überschreiten.
- Klasse 5: Elektrische Umgebung für elektronische Ausrüstungen, die in schwach besiedelten Gebieten an Fernmeldekabel oder elektrische Freileitungen angeschlossen werden. Die Überspannungen können sehr hoch sein. Die Kabel und Leitungen sind jedoch mit primären Schutzelementen versehen.
- Klasse X: Besondere Bedingungen, die in den Spezifikationen des Produktes festgelegt sind.

Leiter zu:	Stromversorgung		Unsymmetrisch betriebene Kreise und lange Datenleitungen		Symmetrisch betriebene Kreise und Leitungen		Kurze Datenleitungen <sup>1)</sup>	
	Leiter	Erde	Leiter	Erde	Leiter	Erde	Leiter	Erde
Klasse 0	k. P.	k. P.	k. P.	k. P.	k. P.	k. P.	k. P.	k. P.
Klasse 1	k. P.	0,5 kV	k. P.	0,5 kV	k. P.	0,5 kV	k. P.	k. P.
Klasse 2	0,5 kV	1 kV	0,5 kV	1 kV	k. P.	1 kV	k. P.	0,5 kV
Klasse 3	1 kV	2 kV	1 kV	2 kV <sup>2)</sup>	k. P.	2 kV <sup>2)</sup>	k. P.	k. P.
Klasse 4	2 kV	4 kV <sup>2)</sup>	2 kV	4 kV <sup>2)</sup>	k. P.	2 kV <sup>2)</sup>	k. P.	k. P.
Klasse 5	– <sup>3)</sup>	– <sup>3)</sup>	2 kV	4 kV <sup>2)</sup>	k. P.	4 kV <sup>2)</sup>	k. P.	k. P.
Klasse X								

k. P.: Keine Prüfung vorgesehen.

<sup>1)</sup> Länge auf 10 bis max. 30 m begrenzt; bei Leitungen, die kürzer sind als 10 m, ist keine Prüfung notwendig.

<sup>2)</sup> Wird normalerweise mit einem primären Schutz geprüft.

<sup>3)</sup> Hängt von der Klasse der lokalen Stromversorgung ab.

**Tabelle 1. Prüfpegel im Entwurf der IEC-Norm 801-5.**



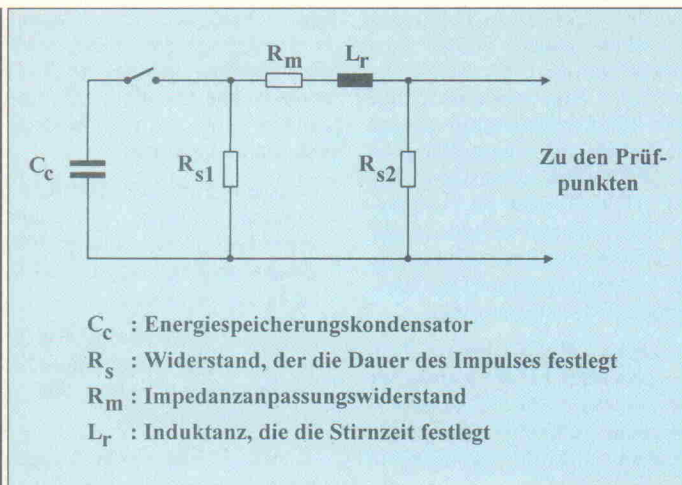


Bild 2. Der kombinierte Stoßgenerator (Hybrid-Generator).

Der Norm-Entwurf definiert die Verwendung von Generatoren, die folgende Eigenschaften aufweisen:

- Klassen 1 bis 4: Spannungstoß mit  $1,2 \mu s$  Stirnzeit und  $50 \mu s$  Dauer bis zum Halbwert und Stromstoß mit  $8 \mu s$  Stirnzeit und  $20 \mu s$  Dauer bis zum Halbwert.
- Klasse 5: Gleiche Wellenform wie für die Klassen 1 bis 4 für die Speisungsanschlüsse sowie die Kreise oder Signalleitungen über kurze Entfernungen plus Spannungstoß (gemäß CCITT) mit  $10 \mu s$  Stirnzeit und  $700 \mu s$  Dauer bis zum Halbwert für Kreise oder Leitungen über große Entfernung.

Das Prinzipschema des kombinierten Stoßgenerators (1,2/50 und 8/20) – auch Hybrid-Generator genannt – ist in Bild 2 dargestellt. Seine Innenimpedanz muß  $2 \Omega$  betragen. Das heißt, daß bei Einstellung einer Leerlaufspannung von  $1 kV$  der Kurzschlußstrom  $500 A$  betragen muß. Die Überspannungen werden zwischen den Leitungen sowie zwischen den Leitungen und Erde (bei allen Anschlüssen inklusive geschirmten Kabeln) angelegt. Ein Entkopplungsnetzwerk ist zwischen dem Prüfling und der Speisungsquelle oder Hilfsausrüstungen, an die er angeschlossen ist, einzufügen. Ein Widerstand von  $10$  oder  $40 \Omega$  muß je nach geprüftem Anschluß in Serie mit dem Generatorausgang geschaltet werden. Die abgegebene Energie stellt bei Überspannungstoßgeneratoren einen wichtigen Parameter dar. Für die IEC 801-5 muß der Generator bei einer Leerlaufprüfspannung von  $4 kV$  eine Energie von

$7 Ws$  (bei  $68 \Omega$  Lastwiderstand) beziehungsweise  $50 Ws$  (bei  $2,5 \Omega$  Lastwiderstand) abgeben. Diese Werte sind bei der Dimensionierung der Schutzmaßnahmen zu berücksichtigen.

### Gut geschützt

Ein durchdachtes Erdungs- und Verkabelungskonzept der Anlagen (minimale Schleifenflächen) – möglichst bereits beim Bau des Gebäudes realisiert – gewährleistet im Prinzip für die meisten elektrischen und elektronischen Ausrüstungen einen ausreichenden Schutz vor Blitzschlag [4]. Dies gilt wegen möglicher galvanischer Kopplung nicht für Stromversorgungsleitungen, Fernmeldeleitungen und andere Leitungen, die das Gebäude verlassen. Zudem muß ein Gerät fast gezwungenermaßen an allen Anschlüssen mit Schutzelementen versehen sein, um die bereits erwähnten Spannungs- und Störfestigkeitsprüfungen zu bestehen. Mehrere Arten von Überspannungsschutzbauteilen sind auf dem Markt erhältlich. Um sie zweckmäßig einzusetzen, muß man ihre Funktion genau kennen.

### Gasableiter

Der Gasableiter ist ein Element, das aus zwei Metallplättchen (Elektroden) besteht, die durch ein Röhrchen aus Glas oder Keramik getrennt sind. In diesem Röhrchen befindet sich ein Edelgas (Argon oder Neon) [2]. Eine 'Vorionisation' mittels einer schwach radioaktiven Dotierung des Gases oder durch Beschichtung der Elektroden mit einer elektronenemissions-

fördernden Aktivierungsmasse verbessert das Ansprechverhalten gegenüber transienten Vorgängen. Zu den großen Vorteilen des Gasableiters zählen der geringe Widerstand des Lichtbogens, der praktisch einen Kurzschluß darstellt (Reflexion der Energie auf die Leitung) sowie die niedrige Kapazität (Möglichkeit des Schutzes von Leitungen mit hochfrequenten Signalen).

Bei Einsatz von Gasableitern ist die Zeit zu berücksichtigen, die das Gas zur Ionisierung benötigt. Bis  $10 kV/s$  ist die Ansprechspannung gleich der Nennansprechspannung. Die Ansprechverzögerung ist gleich  $U_n/(du/dt)$ ; wobei  $U_n$  die DC-Nennansprechspannung darstellt. Oberhalb von  $10 kV/s$  muß der Begriff der 'dynamischen Ansprechspannung' für eine Spannungsteilheit von  $1 kV/\mu s$ ,  $U_d$  herangezogen werden. Die Ansprechzeit ist in diesem Fall gleich  $(U_d - U_n)/(du/dt)$ . Die Restspannung nach dem Ableiter hängt von der Steilheit des Stoßes ( $du/dt$ ) ab. Sie ist dementsprechend schlecht definiert und kann sehr hohe Werte erreichen (Bild 4). Bei  $50 kV/\mu s$  erreicht die Ansprechzeit von Gasableitern die von Varistoren. Ein anderer Nachteil von Gasableitern ist ihr geringes Vermögen, nach der Entladung den 50-Hz-Netzfolgestrom zu unterbrechen. Herkömmliche Ableiter, die direkt am Netz liegen, verursachen nach Ableiten der Überspannung einen Dauerkurzschluß. Als Ausweg bieten sich Spezialausführungen mit einer externen Gleitentladestrecke an.

### Varistor

Der Varistor ist ein Widerstand, dessen Wert sich abhängig von der an seinen Anschlüssen an-

gelegten Spannung stark verändert. Je höher die Spannung, desto niedriger der Widerstand. Dieses Bauteil besteht im allgemeinen aus Zinkoxyd-Körnern. Die Körner sind mit einer Isolationsschicht versehen, die wie eine Z-Diode reagiert. Ist eine gewisse Spannung überschritten, so wird diese Schicht leitend. Der Varistor ist unipolar und kann somit für Gleich- und Wechselstromkreise verwendet werden.

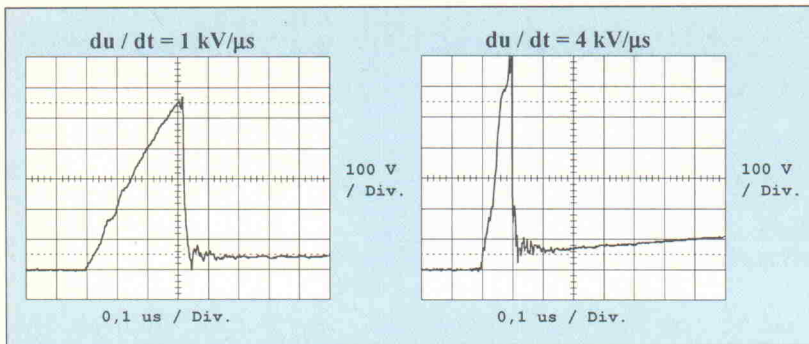
Die typischen Eigenschaften von Varistoren sind in Bild 5 zusammengefaßt. Die Ansprechzeit von weniger als  $25 ns$  ist nur gewährleistet, wenn die Anschlüsse so kurz wie möglich gehalten werden. Die mittlere Leistung, die aufgenommen werden kann, bestimmt den minimalen Zeitabstand zwischen zwei Überspannungen:  $t = E/P$  (wobei  $E$  die Energie, die in der Überspannung enthalten ist,  $P$  die maximale Leistung, die aufgenommen werden kann, und  $t$  den Zeitabstand darstellen). Die Unterschreitung dieses minimalen Zeitabstandes oder die Überschreitung der maximal zulässigen Anzahl Stöße führen zu einer Veränderung der Varistorspannung. Diese nähert sich mehr und mehr der Betriebsspannung. Die Verlustleistung steigt dann in extremen Fällen bis zur Explosion des Varistors.

Varistoren, die hohe Energien vertragen, sind groß und teuer. Aus diesem Grund sind die Elemente, die in elektronischen Schaltungen verwendet werden, im allgemeinen für Energien ausgelegt, die je nach Typ zwischen  $0,1$  und  $100 Ws$  liegen. Aufgrund der maximal zulässigen Energie, der Wiederholungsfrequenz der Überspannungen und der Isolationsspannung des Varistors erweist es

Nennansprechspannung $U_n$ (DC bis $100 V/s$ ):	70...1500 V
Dynamische Ansprechspannung ( $100 V/\mu s$ ; $U_n < 400 V$ ):	ca. $450 V \pm 100 V$
Dynamische Ansprechspannung $U_d$ ( $1 kV/\mu s$ ; $U_n < 400 V$ ):	ca. $600 V \pm 150 V$
Dynamische Ansprechspannung ( $10 kV/\mu s$ ; $U_n < 400 V$ ):	ca. $900 V \pm 200 V$
Ansprechzeit $[(U_n - U_d)/(du/dt)]$ ( $1 kV/\mu s$ ; $U_n < 400 V$ ):	ca. $700 ns$
Stoßstrom (Wellenform 8/20 $\mu s$ ):	bis $40 kA$
50-Hz-Strom während 1 s:	bis $20 A$
Isolationswiderstand:	$\geq 10^{10} \Omega$
Lichtbogenspannung:	$10...25 V$
Lichtbogenwiderstand:	$< 0,1 \Omega$
Kapazität:	$1...3 pF$

Bild 3. Eigenschaften von typischen Gasableitern.





**Bild 4. Ansprechzeit und Restspannung eines Gasableiters des Typs UC 90 bei Überspannungen von 1 und 4 kV/μs.**

Klemmen des Varistors hervor. Der Gasableiter, der praktisch einen Kurzschluß darstellt, ist für die Parallelschaltung verantwortlich. Ein ähnliches Phänomen entsteht bei einer tieferen Frequenz auch auf der Ebene der Diode.

Dem Prüfaufbau nach Bild 7 fehlt noch eine Last, die das Verhalten der gesamten Schaltung stark beeinflussen kann. Daher ist die Auslegung eines Schutzsystems stets durch praktische Versuche mit der zu schützenden Last oder einer genauen Nachbildung davon zu überprüfen. Zuletzt noch ein

sich oftmals als notwendig, einen kombinierten Schutz mittels eines Gasableiters und eines Varistors zu realisieren.

eines Varistors und einer Schutzdiode kann sich als interessant erweisen, um einen Feinschutz zu gewährleisten.

Der Parallelresonanzkreis, den die Kapazität des Varistors und die Induktivität der Drossel bilden, ruft Schwingungen an den

## Schutzdiode

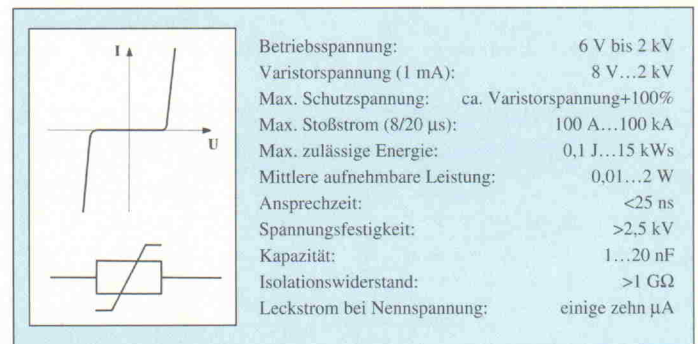
Elektronische Schaltungen sind im allgemeinen sehr empfindlich gegenüber transienten Überspannungen. Es erweist sich demzufolge als notwendig, Eingänge, die direkt an IC-Anschlüsse gelangen, mit Elementen zu schützen, die die Spannung auf einen Wert begrenzen, der nur leicht über der Betriebsspannung liegt. Hier kommen Z-Dioden zum Einsatz, die für kurze Ansprechzeit und sehr hohe Spitzenströme ausgelegt sind.

Schutzdioden sind auch die einzigen Elemente, die es erlauben, ein Gerät vor schnellen elektrischen Transienten (zum Beispiel erzeugt durch das Öffnen des Stromkreises einer induktiven Last), mit Anstiegszeiten von einigen Nanosekunden und Dauer von einigen zehn Nanosekunden, und vor Entladungen statischer Elektrizität zu schützen. Der maximale Spitzenstrom, den Schutzdioden vertragen, kann als gering bezeichnet werden, wenn man ihn mit demjenigen von Varistoren vergleicht. Die Parallelschaltung

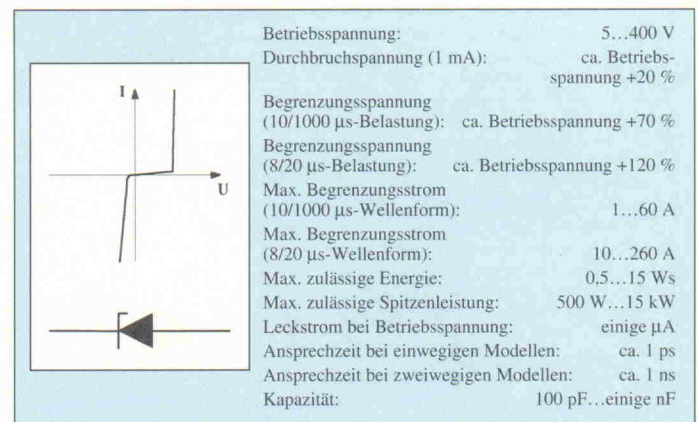
## Schutzelemente parallelgeschaltet

Die Schutzelemente weisen unterschiedliche Ansprechzeiten auf: Elemente, die am wenigsten Energie vertragen, sind in der Regel die schnellsten. Werden Gasableiter, Varistoren und Dioden parallelgeschaltet (Bild 7), so sind Vorkehrungen zu treffen, die sicherstellen, daß der Gasableiter den größten Anteil der Energie abbaut. Drosseln oder Widerstände zwischen Gasableiter, Varistor und Schutzdiode gewährleisten das stufenweise Ansprechen [3].

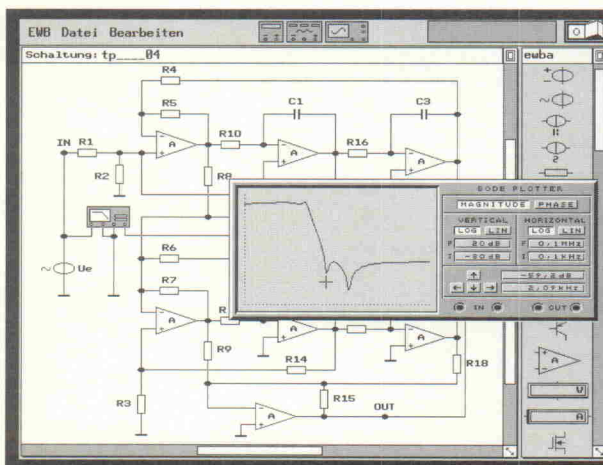
Liegt eine Überspannung am Eingang der Schaltung (auf der Seite des Gasableiters) an, so beginnt ein Strom über L1, L2 und die Diode zu fließen. Dieser Strom bewirkt an den Drosseln einen Spannungsabfall  $\Delta U = L \cdot (di/dt)$ . Der Spannungsabfall an der Drossel L2 führt dazu, daß der Varistor anspricht. Ein zweiter Strom fließt dann über L1 und den Varistor. An den Klemmen von L1 entsteht dadurch eine Spannungsabfall, der den Ableiter zündet.



**Bild 5. Die technischen Eigenschaften üblicher Netzspannungsvaristoren.**



**Bild 6. Schutzdioden bilden als Feinschutz das letzte Glied in der Schutzkette.**



Endlich ist Schluß mit den veralteten Batchsimulationen !  
dann  
Simulatoren mit interaktiver Bedienung gehört die Zukunft !  
Eines dieser zukunftsorientierten Programme gibt es schon:

**Electronics Workbench®**  
Das Elektroniklabor im Computer

Exklusiv bei:

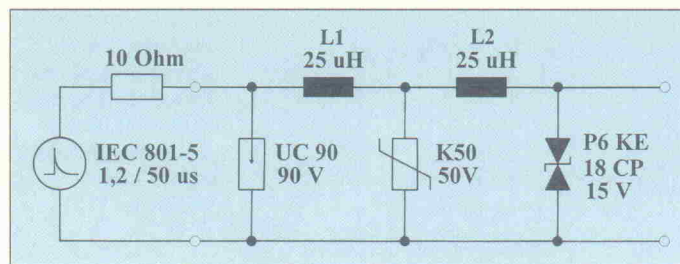
Com Pro Hard & Software Beratung  
Reinsburgstr. 82 D-70178 Stuttgart  
Tel. 0711 - 627740 Fax. 0711-627760  
(auch für Österreich, Schweiz, und Luxemburg)

Kostenloses Infomaterial und selbstablaufende Demo !



praktisches Beispiel eines Schutzsystems für ein Fernmeldegerät. Der Schutz sollte einige Anforderungen erfüllen:

- Schutz vor transienten Überspannungen (Blitz, Schaltungen im Netz, schnelle elektrische Transienten, Entladungen statischer Elektrizität, usw.).
- Personenschutz (2 kV/50 Hz Isolationsspannung zwischen den beiden geschützten Leitern und dem Gehäuse).
- Allgemeine elektromagnetische Verträglichkeit. Begrenzung der Störaussendungen sowie Störfestigkeit gegenüber externen Einflüssen.



Die Kondensatoren C1 und C2 müssen eine niedrige Kapazität aufweisen, um den Leckstrom zu begrenzen, und äußerst spannungsfest sein. Sie stellen die EMV im hochfrequenten Bereich oberhalb einiger MHz sicher. Ihre Platzierung wäre im Prinzip zwischen den Klemmen der Schutzdiode und dem

Gehäuse, oder eventuell zwischen den Klemmen des Varistors und dem Gehäuse, günstiger. Versuche haben allerdings gezeigt, daß Resonanzerscheinungen auftreten, wenn man sie dort anordnet. Die Gasableiter E1, E3, E4 und E5 schützen die Elektronik des Gerätes vor asymmetrischen Überspannungen, die mehr als 2 kV betragen. Gasableiter E2 bewahrt die galvanischen Trennelemente vor symmetrischen Überspannungen. Zwischen den in Serie geschalteten Ableitern stellen Kondensator C3 und C4 die Spannungsverteilung sicher. Drossel L1 und L2 verbessern die EMV im niederfrequenten Bereich und gewährleisten, daß der Ableiter den Großteil der Energie abbaut. Varistor V1 realisiert den Schutz der galvanischen Trennelemente vor symmetrischen Überspannungen. Drossel L3 dient der EMV im asymmetrischen Modus bei hohen Frequenzen. Daß der Varistor vor der Schutzdiode anspricht, dafür sorgt Drossel L4. Als Feinschutz fungiert Schutzdiode D1. Die galvanischen Trennelemente (Transformator und Optokoppler) ermöglichen 2 kV Isolationsspannung zwischen diesem Anschluß des Gerätes und allen anderen.

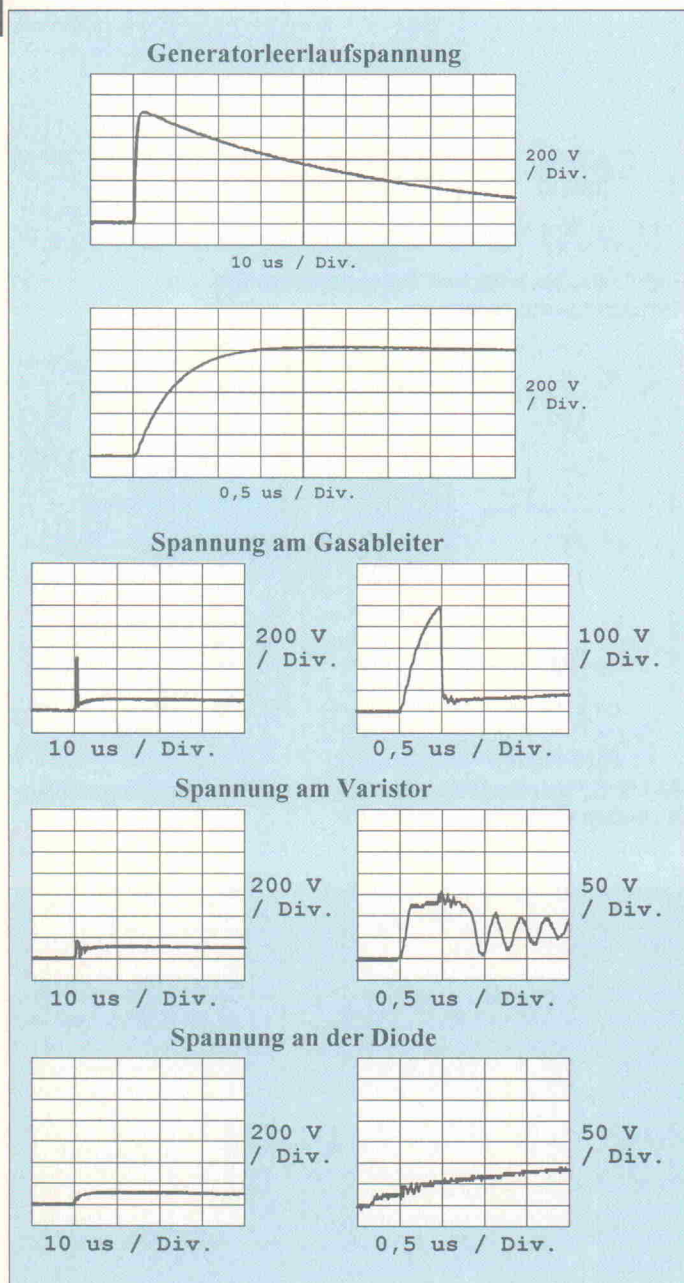
Wahl und Auslegung von Schutzschaltungen gegen transiente Überspannungen erfordern genaue Kenntnisse der Bauteile

**Bild 7. Ein praktisches Beispiel einer hierarchisch koordinierten Parallelschaltung von Schutzelementen mit angeschlossenem Prüfgenerator.**

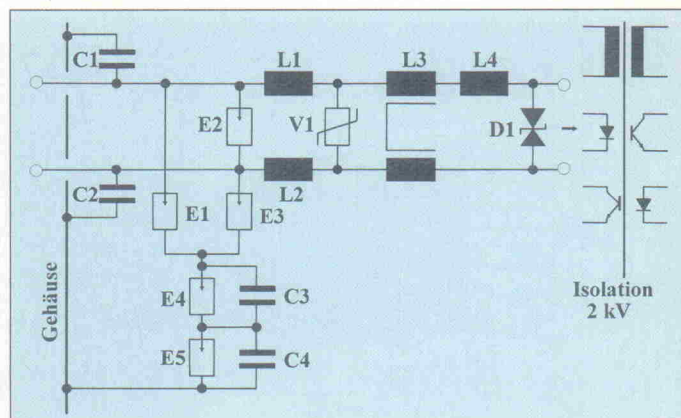
und Normen. Auch die Phänomene, die während des Betriebs an den Anschlüssen der zu schützenden Geräte auftreten können, bedürfen einer genauen Analyse. Praktische Versuche sind zwingend notwendig, um das hierarchisch richtige Verhalten der Schutzbauteile zu verifizieren. Diese Versuche erlauben eine Kontrolle, ob die Schutzschaltung der Lastimpedanz angepaßt ist, da diese meistens schlecht bekannt ist. Parasitäre Resonanzerscheinungen werden im Rahmen solcher Versuche ebenfalls zutage gebracht. cf

#### Literatur

- [1] M. Aguet et M. Ianovici, *Perturbations électromagnétiques de manoeuvre et de foudre, Compatibilité électromagnétique, Ecoles polytechniques fédérales de Lausanne et de Zürich, Presses polytechniques romandes.*
- [2] Peter Panzer, *Praxis des Überspannungs- und Störspannungsschutzes elektronischer Geräte und Anlagen*, Vogel-Buchverlag, Würzburg
- [3] Ernst Habiger, *Elektromagnetische Verträglichkeit, Grundzüge ihrer Sicherstellung in der Geräte- und Anlagentechnik*, Hüthig Verlag
- [4] Klaus-Peter Müller, *Blitz- und Überspannungsschutz, Konstruktive Maßnahmen zum Schutz vor Überspannung*, ELRAD 1/91, S. 33



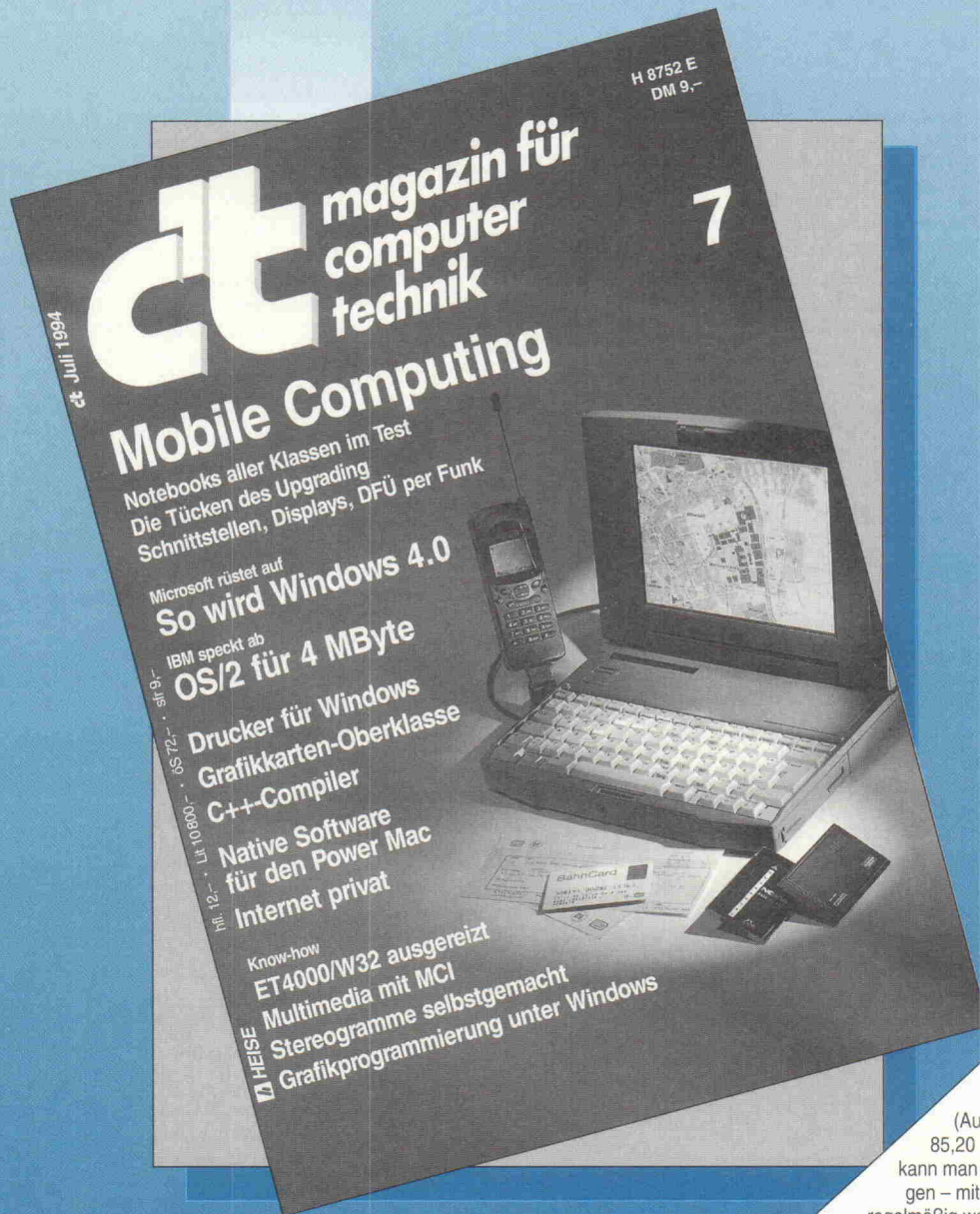
**Bild 8. Feinschutz: Soviel Überspannung reduzieren die einzelnen Schutzelemente.**



**Bild 9. Praktisches Beispiel eines integrierten Schutzsystems für mehrere Anforderungsbereiche.**



# 3 Ausgaben **ct** nur 21,- DM



**Testangebot:**  
Ja, senden Sie  
mir die nächsten  
3 Ausgaben **ct** zum  
Preis von 21,- DM.

Wenn mich das Test-Angebot  
überzeugt, brauche ich nichts  
weiter zu tun; ich bekomme **ct**  
weiterhin jeden Monat per Post und  
bezahle 97,20 DM (Inland), 106,80 DM  
(Ausland). Vorzugspreis für Schüler/Studenten  
85,20 DM (gegen Nachweis). Übrigens: **ct**-Abos  
kann man **jederzeit** zur übernächsten Ausgabe kündi-  
gen – mit **Geld-zurück-Garantie**. Möchte ich **ct** nicht  
regelmäßig weiterbeziehen, gebe ich spätestens 10 Tage  
nach Erhalt der 3. Ausgabe Nachricht. Damit ist alles erledigt.

**Datum/ Unterschrift**

Widerrufsrecht (gilt ab Vertragsabschluß): Mir ist bekannt, daß ich diese  
Bestellung innerhalb von 8 Tagen beim Verlag Heinz Heise GmbH & Co  
KG, Helstorfer Str. 7, 30625 Hannover, widerrufen kann und bestätige  
dies durch meine zweite Unterschrift. Zur Wahrung der Frist genügt die  
rechtzeitige Absendung.

**Datum/ Unterschrift**

Bitte beachten Sie, daß zur Bearbeitung beide Unterschriften nötig sind.

**Anschrift:**

Name/Vorname

Straße/Postfach

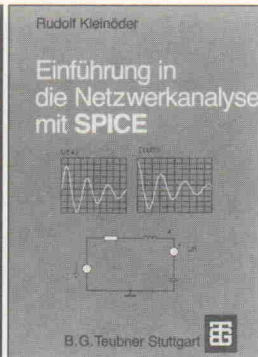
PLZ/Ort



**Verlag Heinz Heise  
GmbH & Co KG  
Zeitschriften-Vertrieb  
Postfach 61 04 07  
30604 Hannover**

**Absender per Post oder Fax:  
0511/53 52-129**





## Einführung in die Netzwerkanalyse mit SPICE

Der Autor wendet sich in erster Linie an Studierende der Elektrotechnik in den ersten Semestern. Der Stoff ist so aufbereitet, daß der Leser auch ohne Kenntnis aller Grundlagen der Elektrotechnik und vor den ersten Praktikumsversuchen am PC den praktischen Umgang mit Schaltungsnetzwerken erlernen kann. Zu Beginn gibt der Autor eine recht kurz gehaltene Einführung zum Umgang mit PSpice. Die folgenden 90 Seiten beschreiben eingehend die Untersuchung einfacher Gleichstromnetzwerke. Es folgen die zeitabhängigen Quellen, hier sind sowohl deterministische als auch nichtdeterministische Signalverläufe berücksichtigt. Das Kapitel über die Analyse von Schalt- und Übergangsvorgängen setzt jedoch größere Mathematik-Kenntnisse voraus. Abschnitte über die Analyse von Netzwerken nach Abklingen von Ausgleichsvorgängen und von speziellen Netzwerken wie einem Instrumentenverstärker sowie einem Tiefpaß runden den Inhalt ab.

PvH

Rudolf Kleinöder  
Einführung in die Netzwerkanalyse mit SPICE  
Stuttgart 1993  
B. G. Teubner  
240 Seiten  
DM 29,80  
ISBN 3-519-06166-X

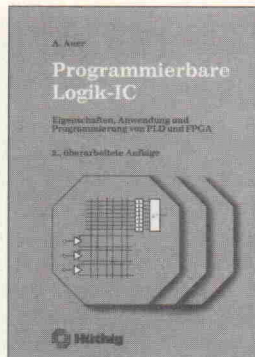


## Erfolgreich automatisieren mit Fuzzy-SPS

Das Buch verspricht laut Vorwort, dem Automatisierungsexperten die Fuzzy-Logik (FL) in der SPS näherzubringen, wobei der Autor bewußt auf Formeln und mathematischen Hintergrund verzichtet. Anfangs kommt ein kurzer Abriss der FL nebst typischen Anwendungen. Hier beschreibt der Autor die Ansatzpunkte und zu erwartende Vorteile aufgrund der Fuzzy-Technik. Den Schwerpunkt bilden die Kapitel 4 (Technische Realisierung der Fuzzy-SPS) und 5 (Fuzzy-Kochbuch). Sie liefern eine Übersicht über Aufbau von SPS-Hardware und -Software und zeigen die Realisierung eines Fuzzy-SPS-Programmes für ein Kranmodell. Am Ende findet man allgemeine Hinweise zur Projektierung sowie eine Übersicht von FL-Produkten der Firma Klöckner-Möller. Insgesamt hinterläßt das Buch einen eher oberflächlichen Eindruck und ist nur demjenigen zu empfehlen, der eine grobe Übersicht über FL und SPS braucht. Und man gewinnt den Eindruck, daß es sich von der Intention her um Produkt-Placement und erst in zweiter Linie um ein Fachbuch handelt.

ea

Jürgen Högener  
Erfolgreich automatisieren mit Fuzzy-SPS  
München 1994  
Franzis Verlag GmbH  
253 Seiten  
DM 69,-  
ISBN 3-7723-5491-2

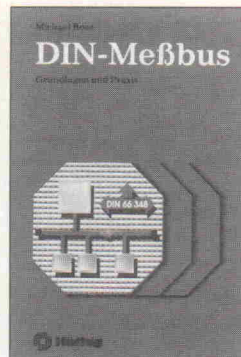


## Programmierbare Logik-IC

Der Markt um die programmierbare Logik ist stetig im Wachsen und so kommt die zweite Auflage des Buches 'Programmierbare Logik-IC' gerade zur rechten Zeit, um dem am Thema Interessierten einen aktuellen Überblick zu verschaffen. Der Autor beschäftigt sich vornehmlich mit den auf PAL-Struktur basierenden PLDs; FPGAs werden nur in groben Zügen dargestellt. Wer mit der Thematik noch nicht vertraut ist, erfährt zu Beginn Grundlegendes über innere PLD-Strukturen. Doch bald schon geht's ins Eingemachte. Es werden die bekanntesten und wichtigsten Bauelementarchitekturen sowie deren Eigenarten und Betriebsmodi vorgestellt. Neben Erläuterungen zum JEDEC- und EDIF-Format findet man die kurze Beschreibung eines möglichen Entwicklungsablaufs. Am Beispiel von vier Software-Paketen erhält man eine kleine Einführung in verbreitete PLD-Entwicklungssysteme. Dem 'praktischen' Teil des Buches können die Leser Beispiele zur Realisierung von Logikschaltungen entnehmen. Insgesamt ein nützliches Werk für den Einsteiger.

uk

Adolf Auer  
Programmierbare Logik-IC  
Heidelberg 1994  
Hüthig Buch Verlag  
189 Seiten  
DM 42,-  
ISBN 3-7785-2276-0



## DIN-Meßbus

Ausgehend von den übergreifenden Grundlagen verschiedener Feldbussysteme baut der Autor ein kompaktes Werk auf, das die Spezifika des DIN-Meßbus eingehend darstellt. Dazu gehören auch Schaltungsbeispiele und Bauteilempfehlungen, die sich vom Entwickler direkt verwerten lassen. Das Hauptgewicht liegt jedoch auf der 'soften' Seite: Dem DIN-Meßbus-Protokoll und wie man es mit verschiedenen Mikrocontrollern – darunter 68HC11, PIC 17C42 und 16C71, M37450M und M37704 – verarbeitet. Ausgehend von den abgedruckten Listings, die übrigens gut kommentiert sind, kann man schnell eigene Applikationen auf den genannten  $\mu C$  ins Laufen bringen. Leider besteht ein rundes Fünftel des Buches (ca. 40 Seiten) nur aus Produktinformationen der Firma Wilke Technology, die seit kurzem diverse DIN-Meßbusmodule als Fertiger anbietet. Diese Informationen kann man wohl auch beim Hersteller direkt erhalten. Dafür entschädigt das Werk den Leser wieder mit einem ausführlichen Glossar über 14 Seiten und Bezugsquellennachweisen zu Informationen und Bauteilen rund um den DIN-Meßbus.

ea

Michael Rose  
DIN-Meßbus  
Grundlagen und Praxis  
Heidelberg 1994  
Hüthig Buch Verlag  
216 Seiten  
DM 78,-  
ISBN 3-7785-2305-8



## M68000-Anwendungen, Band 2

Werner Hilf hat sich als ehemaliger Motorola-Mitarbeiter, als Geschäftsführer einer Beratungsfirma und als Buchautor ein unschätzbares Praxiswissen über die 68000-Prozessoren angeeignet. Während sich Band 1 'M68000 Grundlagen' der Hardware widmet, wendet sich Band 2 'M68000-Anwendungen' zunächst an den System- und Anwendungsprogrammierer. Nach den Grundlagen der Programmierertechnik geht das Buch in die Tiefen der Systemprogrammierung: Vom Registermodell über Exceptions und Systemaufrufe bis zum Aufbau von Multitaskingsystemen behandelt das Buch alle für den Systemprogrammierer relevanten Themen. Beispielpprogramme in C und Assembler, die sich auch in Dateiform auf der beigelegten Diskette befinden, verdeutlichen dabei die Vorgehensweise. Die folgenden Kapitel beschreiben den Anschluß von diversen Speichertypen und Coprozessoren. Der letzte Abschnitt über den Mikrocontroller MC 68331/2/3 erklärt die Verwendung der vielseitigen Peripheriefunktionen.

cf

Werner Hilf  
M68000 Anwendungen  
Band 2  
München 1994  
Franzis Verlag GmbH  
444 Seiten  
DM 98,-  
ISBN 3-7723-6303-2





Verlag Heinz Heise  
Helstorfer Str. 7  
30625 Hannover

H 10554 E

öS 62,- sfr 7,50 DM 7,50

7

juli 1994

MULTIUSER  
MULTITASKING  
MAGAZINE

# ● Die Zukunft von Windows NT

**Windows**

- **Sicherheit in Netzen**  
über den Einsatz von  
„Firewall“-Systemen

**Aided**

- **Computer Aided Software Testing**  
CAST-Tools für GUI-Anwendungen

CO  
N  
OUP  
OBJ  
N ●  
OUP  
OBJ  
N ●

ESTATE

**am 23.6.94  
bei Ihrem  
Zeitschriftenhändler**



Hinweis: Fortsetzung aus Heft 6/94.

## Operationsverstärker (2)

Ein Operationsverstärker kann nicht nur als Komparator zwei Spannungen vergleichen – sein Haupteinsatzgebiet liegt eindeutig im Verstärkerbereich; hier sind Schaltungen mit und ohne Phasenumkehr realisierbar. Zudem kann er hervorragend beliebig verlaufende Spannungen mathematisch miteinander verknüpfen.

Bild 18 zeigt ein Beispiel mit zwei Operationsverstärkern. Ein aus den Widerständen R1, R2, P1, P2 und R3 bestehender Spannungsteiler führt den invertierenden Eingängen der Operationsverstärker eine einstellbare Referenzspannung zu. Mit P1 läßt sich der Nullpunkt und mit P2 die Hysteresebreite abgleichen. Die LED D1 leuchtet auf, sobald die Eingangsspannung an OV2 die negative Schwelle unterschreitet; die Leuchtdiode D2 ist aktiv, wenn die Eingangsspannung an OV1 die positive Schwelle überschreitet. Im Zwischenbereich bleiben beide LEDs dunkel.

Hier ein Dimensionierungsbeispiel:  $\pm U_b = \pm 12\text{ V}$ ,  $R1 = R2 = 12\text{ k}\Omega$ ,  $R3 = P1 = P2 = 1\text{ k}\Omega$ ,  $R4 = R5 = 2,2\text{ k}\Omega$ , OV = TAE 2453, LT 1144, OPA 2604 oder ein anderer Doppel-Operationsverstärker. Eine derart dimensionierte Schaltung verfügt über eine einstellbare Hysterese von  $0 \dots \pm 150\text{ mV}$ . Der Strom durch den Spannungsteiler beträgt dann etwa  $1\text{ mA}$ , ist also praktisch für jeden OV-Typ sehr groß gegenüber seinem Eingangsstrom. Die Widerstände R4 und R5 lassen einen Strom von etwa  $10\text{ mA}$  durch die jeweils eingeschaltete LED fließen.

Obwohl dieser Null-Indikator zufriedenstellend arbeitet, tauchen Probleme auf, wenn man zum weiteren Verarbeiten seiner Ausgangs-

pegel auf Signale mit TTL- oder CMOS-Pegel angewiesen ist. Eine mögliche Lösung bietet die in Bild 19 dargestellte Schaltung. Die OV-Eingänge sind ähnlich wie in Bild 18 beschaltet, jedoch mit umgepolten Eingängen des Operationsverstärkers OV2. Daraus folgt, daß nach dem Überschreiten der positiven Schwelle der Ausgang von OV1 positiv wird beziehungsweise nach dem Unterschreiten der negativen Schwelle der Ausgang von OV2.

Für die in Bild 19 gezeigte Schaltung kann man folgende Dimensionierung empfehlen, wobei die offen genannten Werte für CMOS-Pegel gelten, die Werte in Klammern hingegen für TTL-Pegel:  $\pm U_b = \pm 12\text{ V}$  ( $\pm 5\text{ V}$ ),  $R1 = R2 = 12\text{ k}\Omega$  ( $4,7\text{ k}\Omega$ ),  $R3 = P1 = P2 = 1\text{ k}\Omega$  ( $1\text{ k}\Omega$ ),  $R4 = R5 = 1\text{ k}\Omega$  ( $560\text{ }\Omega$ ),  $R6 = R7 = 10\text{ k}\Omega$  ( $4,7\text{ k}\Omega$ ).

Da die beiden relativ hochohmigen Widerstände R6 und R7 den Innenwiderstand des L-Ausgangspegels bestimmen, ist diese Schaltung zum Ansteuern von Standard- und LS-TTL-Bausteinen nicht geeignet. Für die weitere Signalverarbeitung sollte man ICs der HC-, HCT-, AC- oder ACT-Reihe mit ihren hochohmigen Eingängen heranziehen, eventuell auch Ausführungen mit Schmitt-Trigger-Eingang. Zudem sind auch fertig konfektionierte Komparatoren erhältlich, beispielsweise die IC-Typen LTC 1016/1116 und MAX 921/922/923.

Die beiden Fensterdiskriminatoren kann man leicht für Fenster im negativen und positiven Spannungsbereich abwandeln, und zwar durch simples Umdimensionieren des Referenzspannungsteilers. Unter Umständen ist auch ein Betrieb mit nur einer Betriebsspannung gegen Masse möglich. Als Voraussetzung für einen solchen Betrieb gilt auch hier, daß die zulässige Gleichakteingangsspannung (Datenblatt) nicht überschritten wird. Mit dem Schaltkreis TCA 965 bietet Siemens auch einen kompletten Fensterdiskriminator mit zusätzlichen Features an.

### Leuchtbandanzeige

Leuchtbandanzeigen sind für einen Einsatz in Überwachungsschaltungen sehr beliebt. Als Anwendungsbeispiele seien hier Füllstandsanzeigen mit potentiometrischem Geber sowie Aussteuerungsanzeigen in Verstärkern genannt. Bild 20 zeigt eine recht einfache

Grundschriftung mit zwei Vierfach-Operationsverstärkern.

Der aus den Widerständen R1...R9 bestehende Spannungsteiler stellt die aus der Betriebsspannung abgeleiteten Referenzspannungen an den nichtinvertierenden Eingängen der

acht Operationsverstärker zur Verfügung. Überschreitet die Eingangsspannung die jeweilige Referenzspannung am OV, ändert sich die jeweilige Ausgangsspannung nach Durchlaufen eines Eingangsspannungsbereichs von weniger als  $1\text{ mV}$  von H- (ungefähr  $+U_b$ ) zu L-

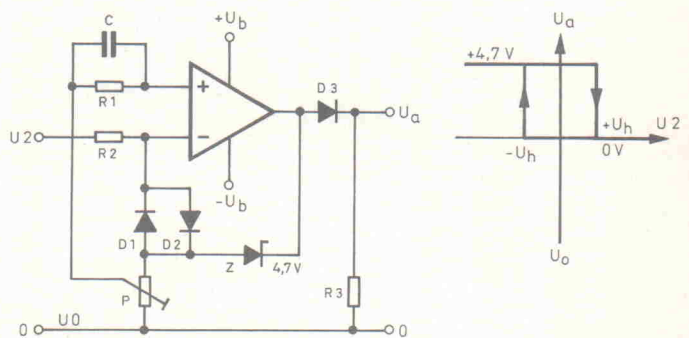


Bild 17. Schaltender, ungesättigter Nullspannungsdetektor mit einstellbarer Hysterese und TTL-kompatiblem Ausgang.

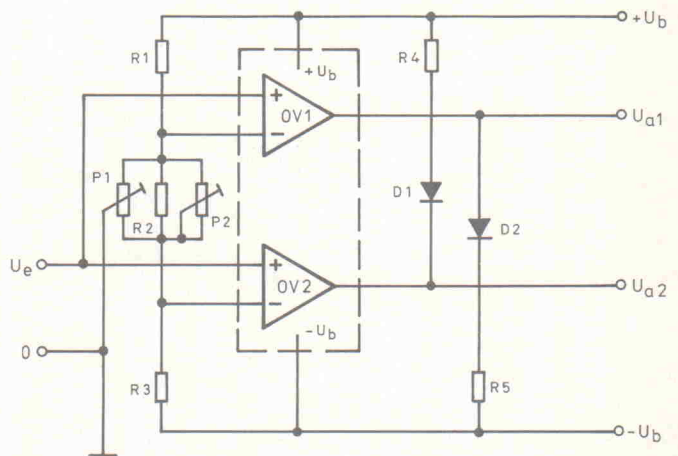


Bild 18. Fensterdiskriminator mit einstellbarem Offset und Hysterese.

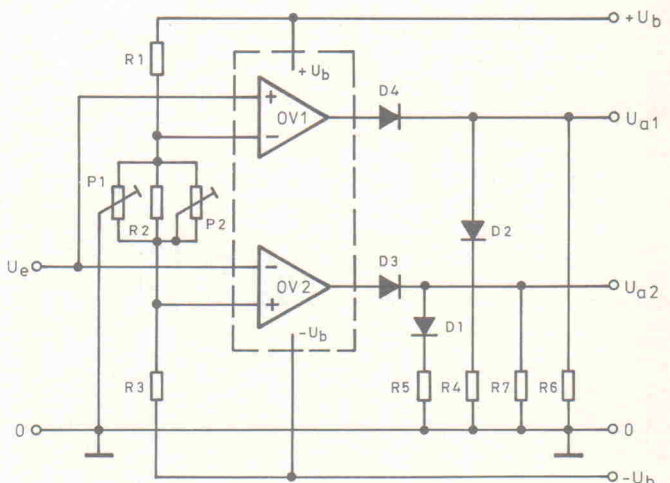
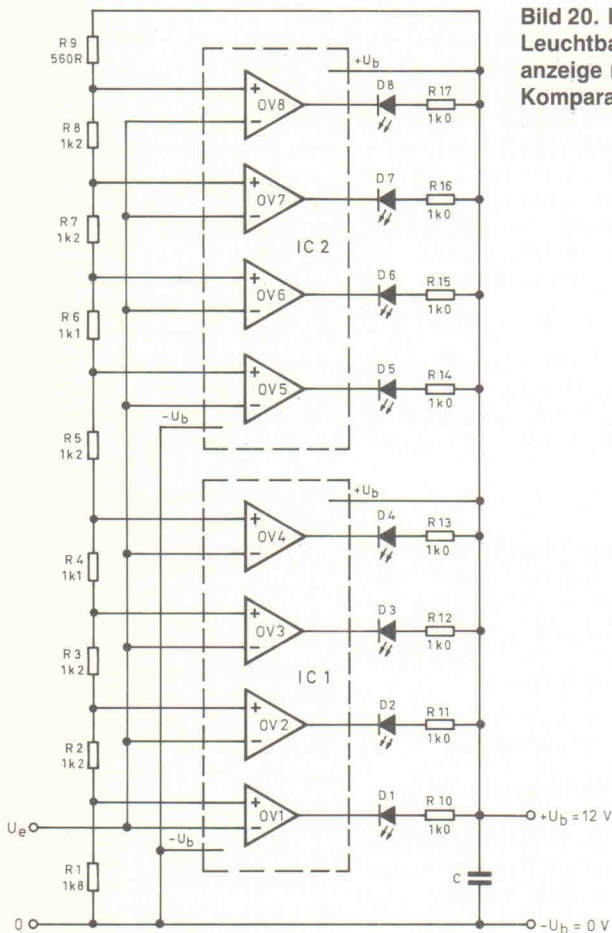


Bild 19. Wie Bild 18, jedoch mit TTL- oder CMOS-kompatiblen Logik-Ausgang.





**Bild 20. LED-Leuchtbandschaltung mit Komparatoren.**

Pegel (annähernd Null), gleichzeitig leuchtet die zugehörige LED auf.

Einige Operationsverstärker verfügen über eine interne Ausgangsstrombegrenzung auf 10 mA... 25 mA (siehe Datenblatt), so daß in diesem Fall die Vorwiderstände R10...R17 entfallen können. Auch hier muß die Eingangsspannung stets innerhalb des Gleichtaktbereiches bleiben. Eventuell sind bei einer sehr niedrigen unteren Schaltschwelle die  $-U_b$ -Anschlüsse der ICs nicht an Masse, sondern an eine separate negative Hilfsspannung von  $-2 \dots -5$  V zu legen. Im Gegensatz zu der positiven Betriebsspannung, aus der auch die Referenz für den Spannungsteiler abgeleitet ist, braucht man die Hilfsspannung nicht zu stabilisieren.

Für Überwachungsaufgaben ist es zuweilen sinnvoll, die LEDs verschiedenfarbig zu wählen, beispielsweise D1...D6 grün, D7 gelb und D8 rot. Die Operationsverstärker OV7 und OV8 können bei Bedarf auch einen akustischen Signalgeber ansteuern. Ebenso ist eine 'Vielpunkt-Regelung' realisierbar. Die Genauigkeit der Referenzpunk-

te wird dabei praktisch nur durch die Genauigkeit der Betriebsspannung (oder einer anderen Referenzspannung) und der Spannungsteilerwiderstände bestimmt.

Gegenüber fertig konfektionierten, integrierten Leuchtbandschaltungen (mit nacheinander zugeschalteten LEDs) und Leuchtpunktanzeigen (mit umgeschalteten LEDs), die meist nur eine lineare oder logarithmische Übertragungskennlinie aufweisen, kann man auf Basis der Schaltung nach Bild 20 beliebige Kennlinien mit beliebig vielen Stufen realisieren, da man jeden Spannungsteilerwiderstand individuell variieren kann. Einige mögliche Kennlinien sind in Bild 21 wiedergegeben. Bei der Umdimensionierung ist es sinnvoll, den Strom durch den Spannungsteiler in der Größenordnung von 1 mA zu wählen, denn damit sind die Eingangsströme aller OV's praktisch nicht mehr relevant. Als Vierfach-Operationsverstärker kommen beispielsweise die Typen TAE 4453 oder RC 4741 in Frage.

Bei den beschriebenen Spannungsvergleichen wird das Eingangssi-

gnal  $U_e$  in erster Linie mit dem differentiellen Eingangswiderstand  $R_e$  des OV belastet (Bild 3), und der OV übersteuert (Bild 13 und Bild 16). Ausnahmen sind hier die Vergleiche mit ungesättigtem Verstärker und Gegenkopplung (Bild 14, 15 und 17). Dagegen muß man bei den verschiedenen Verstärkerschaltungen den erforderlichen Eingangsstrom  $I_e$  berücksichtigen.

### Verstärker-Grundschaltungen

In den Bildern 22...25 sind die wohl allgemein bekannten Verstärker-Grundschaltungen eines Operationsverstärkers dargestellt, und zwar auf Grundlage eines idealen OV. Die eventuell erforderliche Offset- und Frequenzkompensation sowie die beiden Betriebsspannungen  $+U_b$  und  $-U_b$  sind nicht eingezeichnet.

Verstärker mit OV's arbeiten normalerweise im linearen, also ungesättigten Bereich; die Gegenkopplung legt dabei den Verstärkungsfaktor fest. Diese bewirkt, daß im Idealfall die Differenzeingangsspannung – im folgenden als  $U_d$  bezeichnet – zwischen  $+U_{e1}$  und  $-U_{e2}$  den Wert Null annimmt. Praktisch verbleibt eine von der Höhe der Schleifenverstärkung abhängige Restspannung von weit unter 1 mV.

Der Spannungsfolger in Bild 22 stellt die einfachste OV-Schaltung überhaupt dar. Als Impedanzwandler transformiert er eine hohe Eingangsimpedanz in eine niedrige Ausgangsimpedanz. Die Spannungsverstärkung  $v$  beträgt dabei

$$v = 1 - (1 / v_0)$$

In der Praxis nimmt die Spannungsverstärkung in aller Regel den Wert 1 an. Im Prinzip sind die beiden

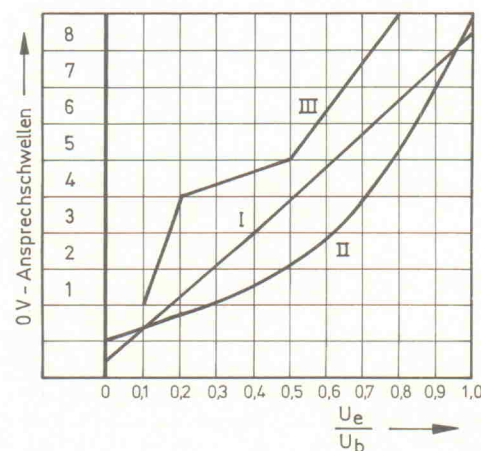
eingezeichneten Widerstände R1 und R2 (gleicher Wert) nur dann erforderlich, wenn die Eingangsströme des OV stören. Aber auch bei OV's mit extrem hochohmigen Eingängen (FET) sind sie als Schutzwiderstände sinnvoll. Ihren Wert wird man, je nach Frequenzbereich, aus dem Bereich von etwa 1 k $\Omega$  bis über 10 k $\Omega$  wählen.

Weiterhin ist zu beachten, daß einige Operationsverstärker (Datenblatt!) bei kleinen Spannungsverstärkungen (mit einem Wert unter 5) zum Schwingen neigen und aus diesem Grund zusätzlich zu kompensieren sind. Andererseits kann man mit dieser Schaltung auch relativ hochfrequente Wechselspannungsquellen mit einfachen OV's in den niederohmigen Bereich transformieren, wie bereits Bild 7 am Beispiel des Typs 741 zeigte: Bei einer Verstärkung von 0 dB = 1 liegt die Grenzfrequenz weit über 100 kHz. Mit einem Eingangsstrombedarf von beispielsweise maximal 1  $\mu$ A (OV-Typ 741) 'sieht' eine Eingangsspannungsquelle von 1 V einen Eingangswiderstand von 1 M $\Omega$ , mit einem Eingangsstrom von bei 1 nA (TL 089 C) sogar 1 G $\Omega$ .

Derartige Schaltungen bezeichnet man auch als Puffer beziehungsweise buffer. Sie sind auch fertig konfektioniert erhältlich, beispielsweise zum Treiben von 50...75- $\Omega$ -Lasten mit Grenzfrequenzen von über 100 MHz. Als einen typischen Vertreter kann man hier den MAX 405 nennen.

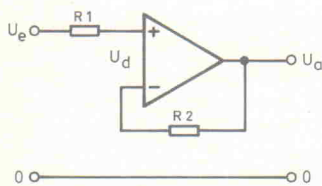
### Nichtinvertierende Verstärker

Den Spannungsfolger kann nach Bild 23 mit einem zusätzlichen Spannungsteiler in einen Verstärker

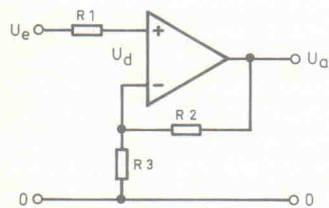


**Bild 21. Beispiele von Kennlinien für eine achtstufige Leuchtbandschaltung.**

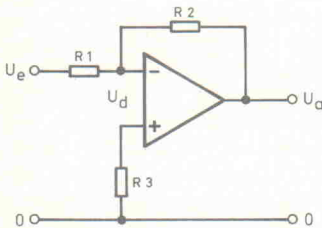




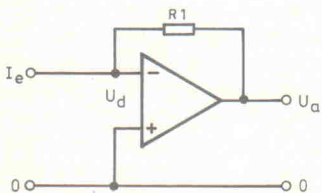
**Bild 22. Spannungsfolger mit hochohmigem Eingang.**



**Bild 23. Nichtinvertierender Spannungsverstärker mit hochohmigem Eingang.**



**Bild 24. Invertierender Spannungsverstärker.**



**Bild 25. Einfacher Strom-Spannungswandler.**

mit nahezu beliebig hoher Verstärkung abwandeln. Dessen Verstärkung errechnet sich zu:

$$v = (R_2 + R_3) / R_3 = (R_2/R_3) + 1$$

Diese Gleichung stimmt nur dann genau, wenn die Leerlaufverstärkung des OV unendlich hoch ist und keine Störgrößen auftreten. Puristen errechnen die Ausgangsspannung dann wie folgt:

$$U_a = ((R_2 + R_3)/R_3) \cdot (U_e \pm U_{e0}) / (1 + (R_2 + R_3)/(R_3 \cdot v_0))$$

Einfacher ist es, stufenweise vorzugehen und so die einzelnen Fehler abzuschätzen und, falls erforderlich und möglich, zu kompensieren. Zunächst bestimmt man dazu die so-

genannte Schleifenverstärkung  $v_S$ . Hier ein Zahlenbeispiel:

$$v_S = v_0/v = 100\,000 / 100 = 1000$$

Der zu erwartende Verstärkungsfehler beträgt dann:

Fehlerfaktor

$$F_f = 1 - 1/v_S = 1 - (1/1000) = 0,999$$

Mit diesem Fehlerfaktor multipliziert man die aus den Widerstandsverhältnissen errechnete Verstärkung. Statt 100 beträgt die tatsächliche Verstärkung bei diesem Zahlenbeispiel also 99,9. Man erkennt: In den allermeisten Fällen ist der durch die endliche Leerlaufverstärkung bedingte Fehler vernachlässigbar, zumal diese selbst sehr stark streut und die für die Verstärkungseinstellung eingesetzten Widerstände Toleranzen von normalerweise  $\pm 2 \dots \pm 5 \%$  aufweisen, gelegentlich auch  $\pm 0,1 \dots \pm 1 \%$ .

Eine ähnliche und in den meisten Anwendungsfällen ebenfalls vernachlässigbare Fehlerquelle ist mit dem Innenwiderstand  $R_i$  des OV-Ausgangs gegeben. In einigen Publikationen ist dieser Innenwiderstand auch als  $R_a$  bezeichnet. Der  $R_i$ -Wert ist im Datenblatt angegeben und liegt meistens zwischen  $50 \, \Omega$  und  $1 \, \text{k}\Omega$ . Es ist klar, daß die Verstärkung bei Belastung durch einen Abschlußwiderstand absinkt. Die Gegenkopplung führt dabei zu einer Verringerung des Innenwiderstands. Für den sich einstellenden neuen Innenwiderstand  $R'_i$  gilt bei Kleinsignal-Verarbeitung nämlich:

$$R'_i = R_i/v_S$$

Legt man das obige Zahlenbeispiel mit  $v_S = 1000$  zugrunde, beträgt  $R'_i$  bei einem Innenwiderstand von  $1 \, \text{k}\Omega$  nur noch  $1 \, \Omega$ . Das gilt aber nicht für Ausgangssignale mit großer Amplitude, denn letztlich begrenzen die OV-Betriebsspannungen die Ausgangsspannung  $U_a$ . Zumeist setzt die Begrenzung bereits kurz vor Erreichen der Betriebsspannungen ein.

Bleiben wir bei dem Zahlenbeispiel  $R_i = 1 \, \text{k}\Omega$ ,  $R'_i = 1 \, \Omega$  und  $R_a = 1 \, \text{k}\Omega$  und nehmen an, die Ausgangsspannung sei vor dem Innenwiderstand  $R_i$  bis zu den Betriebsspannungen von  $\pm 10 \, \text{V}$  aussteuerbar. Es ist klar, daß dann die Ausgangsspannung  $U_a$  hinter dem Innenwiderstand aufgrund der Spannungsteilerwirkung nur bis  $\pm U_b/2$  ansteigen kann. Bei  $R'_i$  handelt es sich somit um einen diffe-

rentiellen Innenwiderstand innerhalb eines bestimmten Arbeitsbereichs. Die sich daraus ergebende Folgerung lautet: Es ist bei linearen Anwendungen immer sinnvoll, OV's am Ausgang nur bis zu  $2/3 \dots 4/5$  der Betriebsspannungen auszusteuern. Davon ist bei einem niederohmigen Lastwiderstand wiederum nur ein Bruchteil – in aller Regel  $4/5$  – nutzbar:

$$\pm U_{a\max} = \pm U_b \cdot R_a \cdot 4 / ((R_a + R_i) \cdot 5)$$

Betragen beispielsweise  $R_i = 1 \, \text{k}\Omega$ ,  $R_a = 3 \, \text{k}\Omega$  und die symmetrische Betriebsspannung  $\pm U_b = \pm 10 \, \text{V}$ , so gilt für die zulässige  $4/5$ -Aussteuerung:

$$\pm U_{a\max} = \pm 6 \, \text{V}$$

Im darüber hinausgehenden Bereich kann von linearem Verhalten keine Rede mehr sein. Innerhalb des Linearitätsbereiches beträgt der Fehlerfaktor  $F_f$  für die Verstärkung in diesem Zahlenbeispiel:

$$F_f = 1 - R'_i / (R_a + R'_i) = 1 - 1/(3000 + 1) = 0,999\,666\,8$$

Diesen Faktor kann man also ebenfalls vernachlässigen. Wichtig ist die oben erwähnte Übersteuerungsgrenze und der im Datenblatt angegebene maximal zulässige Ausgangsstrom.

## Fehlergrößen

Die Höhe der Eingangs-Offsetspannung  $U_{e0}$  ist von mehreren Faktoren abhängig: vom Gleichtakt-Eingangsstrom, von nie ganz vermeidbaren Unsymmetrien der Eingänge sowie vom Eingangsrauschen. Diese Fehler erscheinen – um  $v$  verstärkt – am Ausgang.

Bei Operationsverstärkern mit bipolaren Transistoren am Eingang läßt sich ein Gleichtakt-Eingangsstrom nie ganz vermeiden. Sind die Quellenwiderstände der beiden OV-Eingänge ungleich, fällt an diesen auch bei absoluter Symmetrie der Eingänge eine unterschiedliche Eingangsspannung ab, die zum Nutz-Eingangssignal addiert und mit  $v$  verstärkt am Ausgang anliegt. Folglich sind die Quellen für beide Eingänge möglichst gleichohmig zu machen. In der in Bild 23 dargestellten Schaltung erfolgt dies durch Vorwiderstand  $R_1$ , dessen Wert annähernd der Parallelschaltung von  $R_2$  und  $R_3$  entsprechen sollte:

$$R_1 = R_2 \cdot R_3 / (R_2 + R_3)$$

Dabei ist zu beachten, daß die Komponente  $R_1$  auch den Innenwiderstand des Eingangssignals umfaßt. Sich daraus ergebenden Ärger kann man vermeiden, indem man insbesondere bei Signalen im Gleichspannungs- und Tieffrequenzbereich moderne OV's mit niedrigstem Eingangsstrombedarf mit einem Wert zwischen  $100 \, \text{nA}$  bis unter  $1 \, \text{nA}$  einsetzt. In diesem Fall sind die Quellenwiderstände des Eingangssignals und die Spannungsteilerwiderstände der Gegenkopplung meist problemlos so niedrig zu halten, daß man die durch die Offsetströme verursachten Fehler nicht mehr zu berücksichtigen braucht. Der Widerstand  $R_1$  erfüllt dann nur noch eine Schutzfunktion.

Auch Unsymmetrien im Eingang erscheinen um  $v$  verstärkt am Ausgang. Ein Blick ins Datenblatt zeigt, ob dieser Wert für die vorgesehene Anwendung zu hoch ausfällt. Wenn dies der Fall sein sollte, hilft nur ein Symmetrie-Abgleich. Dieser kann von außen erfolgen, indem man dem nicht mit der Signalquelle verbundenen Eingang eine Hilfsspannung zuführt, die diese Asymmetrie kompensiert (Bild 18 und Bild 19). Besser ist es aber, man verwendet von vornherein einen OV mit zusätzlichen Anschlüssen für die Offset-Kompensation, über die bereits die OV-Veteranen 741 und 748 verfügen.

## Rauschspannung

Zum Unterdrücken des Rauschens hilft bei OV's mit FET- oder MOS-Eingang eventuell ein am Ausgang angebrachter Tiefpaß. Bipolare Transistoren rauschen insbesondere im niederfrequenten Bereich. Falls das Rauschen stören sollte, hat man lediglich die Wahl, entweder einen Tiefpaß zu benutzen oder den ursprünglich vorgesehenen Operationsverstärker durch einen rauscharmen Typen zu ersetzen.

Die in den Bildern 22 und 23 wiedergegebenen Grundschaltungen, bei denen die Eingangsspannung nur mit dem Eingangsstrom des OV belastet wird, bezeichnet man auch als Elektrometer-Schaltungen, da man mit ihnen Gleichspannungen praktisch statisch, also nahezu stromlos messen kann. Ältere Leser, die in der Meßtechnik die Röhren-Ära noch miterlebt haben, erinnern sich sicher noch an die Elektrometer-Röhren. Trotz aller Kunstgriffe flossen damals noch



Gitterströme knapp im nA-Bereich. Heute sind OV's mit Eingangsfehlströmen im pA...fA-Bereich ( $10^{-12} \dots 10^{-15}$  A) verfügbar. So ist es möglich, die Ausgangsspannung kleinpegeliger und hochohmiger Quellen – beispielsweise von pH- und Redox-Sonden mit einem Innenwiderstand von über 500 M $\Omega$  – linear zu verstärken beziehungsweise zu messen. Dabei ist eine spezielle, 'mechanische' Schaltungstechnik in Form einer Schutzringschaltung erforderlich, um Fehlmessungen durch Isolationsströme zu verhindern. Näheres darüber folgt in den Anwendungsbeispielen.

### Invertierende Verstärker

Bild 24 zeigt die Grundschialtung eines invertierenden Verstärkers. Das Prinzip besteht auch hier darin, daß der OV versucht, bei angelegter Eingangsspannung den Pegel am invertierenden Eingang des OV durch Variation der Ausgangsspannung auf das gleiche Potential wie

am nichtinvertierenden Eingang (hier Null beziehungsweise Masse) zu ziehen. Somit entsteht am invertierenden Eingang ein niederohmiger virtueller Nullpunkt. Ohne Berücksichtigung des OV-Eingangsstroms müssen daher die Ströme durch die Widerstände R1 und R2 betragsmäßig gleiche Werte aufweisen:

$$-U_e/R_1 = U_a/R_2$$

Die Ausgangsspannung erscheint also gegenüber der Eingangsspannung invertiert. Da der virtuelle Nullpunkt relativ unempfindlich gegen statische Störfelder ist, zieht man dieses Schaltungsprinzip nach Möglichkeit gegenüber einer nichtinvertierenden Schaltung vor. Zudem ist in vielen Meßtechnik-Anwendungen der konstante Eingangswiderstand (R1) von Vorteil. Die Spannungsverstärkung dieser Schaltung errechnet sich zu:

$$-v = R_2/R_1$$

Auch hier gelten sinngemäß die gleichen Störeinflüsse und ihre

Kompensation wie bei der in Bild 23 dargestellten Schaltung.

Häufig steht man vor der Aufgabe, kleinste Ströme zu erfassen beziehungsweise zu messen. Die übliche Methode, den Strom durch einen Widerstand zu leiten und den Spannungsabfall an diesem Widerstand zu messen, ist gerade wegen dieses Spannungsabfalls nicht besonders verlustarm. Besser ist es, wenn man einen Operationsverstärker als Strom-Spannungswandler einsetzt, wie es Bild 25 zeigt.

### Strom-Spannungswandler

Der invertierende Eingang des OV bildet einen virtuellen Nullpunkt, dessen Spannung gegenüber dem nichtinvertierenden Eingang – hier Bezugnull (meist Masse) – extrem niedrig ausfällt und normalerweise einige Mikrovolt bis höchstens 1 mV beträgt. Für die Ausgangsspannung eines solchen Wandlers gilt:

$$U_a = -I_e \cdot R_1$$

Verwendet man beispielsweise einen OV mit Eingangsströmen im nA-Bereich, so erhält man bei  $R_1 = 1 \text{ M}\Omega$  eine Ausgangsspannung von  $1 \text{ V}/\mu\text{A}$ . Für derartige Niedrigststromanwendungen sind natürlich diverse Schutzmaßnahmen gegen vagabundierende Fehl- und Isolationsströme – zum Beispiel eine Schutzringschaltung – erforderlich, wie später in den Anwendungsbeispielen ausführlich gezeigt wird.

Um keine Mißverständnisse aufkommen zu lassen: Die Eingangsspannung beziehungsweise der Eingangsstrom darf bei allen vier Grundschialtungen positive und negative Werte gegenüber dem hier an Null (= Masse) geschalteten Bezugspunkt aufweisen. Bei hochgelegtem Bezugspunkt ist auch ein Betrieb mit nur einer oder zwei unsymmetrischen Betriebsspannungen möglich. kb

Hinweis: Fortsetzung in Heft 8/94.

## Das bringen

## Änderungen vorbehalten

**ct** magazin für  
computer  
technik

**GATEWAY**  
MAGAZIN FÜR DATEN- UND TELEKOMMUNIKATION

**X** MULTIUSER  
MULTITASKING  
MAGAZIN



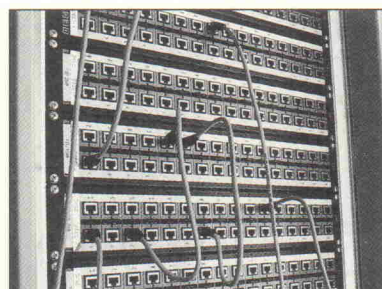
**Mobile Computing:** Neue Notebooks, PCMCIA-Produkte, Funk- und Telefonnetze

**Extra für Windows:** GDI-Drucker

**High-End-Grafik:** PC-Grafikkarten für Power-User

**C++:** Entwicklungssysteme für PCs im Vergleich

**Power Mac:** Native Software für die neue Apple-Generation



**Verkabelung:** Die 'Lebensadern' eines Netzes planen, erweitern und verwalten

**Datenautobahn:** Von der klassischen Telekommunikation zu neuartigen Breitbanddiensten

**Report:** Integrierte ISDN-Lösungen und Video-Conferencing-Systeme im Überblick

**Corporate Networks:** Konzeption und Einsatzmöglichkeiten der Sprach- und Datenkommunikation



**Windows NT:** Ein Blick auf den aktuellen Entwicklungsstand und die Einschätzung von Entwicklern wie Mitbewerbern

**String-Handling:** Sichere String-Verarbeitung durch das neue P-String-Konzept

**Netzsicherheit:** Konfiguration und Aufbau von Firewall-Schutzsoftware

**Innovationen:** Nutzung der Traumphasen für bewußte Aktivitäten

**System-Detective:** Test-Tools für GUI-Anwendungen im Kreuzverhör

Heft 7/94 am 16. Juni am Kiosk

Heft 7-8/94 am 23. Juni am Kiosk

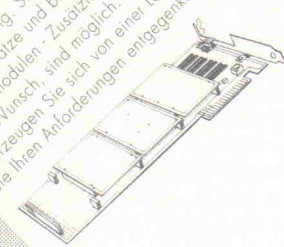
Heft 7/94 am 23. Juni am Kiosk



**IHRE EINTRITTS-KARTE FÜR NEUE STEUER-FUNKTIONEN**

Das modulare Datenfokussierungs- und Prozesssteuerungssystem I/O-P erfährt Ihren PC neue, preiswerte Möglichkeiten in der Maß-, Regel- und Anlagensteuerung. Seine platzsparende Basisplatte sport Steckplätze und bietet Zugang zu anpassungsfähigen Funktionsmodulen. Zusätzliche Entwicklungen, die Ihren Wünschen entsprechen, sind möglich. Überzeugen Sie sich von einer Lösung, die Ihren Anforderungen entgegenkommt.

**PAZZ**  
G. Baltzarek Elektronik und Computer Service GmbH  
Hauptstraße 43 • 68259 Mannheim  
Tel. 0621-79 89 42  
Fax 0621-79 26 44



## Laser und Zubehör

Umfangreichen Katalog "Laserworld 94" gegen 5,- DM Briefmarken anfordern!

es-Lasersysteme Dirk Baur  
Berggasse 10  
D-72110 Mössingen  
Tel 07473/7142 u. 24445  
Fax 07473/24661



## TRANSFORMATOREN

Schnittband von SM 42-SM 102, Ringkern von 24 VA-500 VA  
Anpassungstrafo für 100 V System

Sonderausführungen, auch bei Einzelstücken, für Ihr Labor  
**FLETRA-Transformatoren**

Nürnberger Str. 13, 91221 Pommelsbrunn  
Tel. 0 91 54/82 73, Fax 0 91 54/88 03

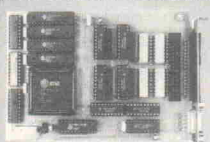
## PC - Messtechnik Entwicklung & Vertrieb

**A/D, D/A und TTL-I/O Karten (kleiner Auszug)**

AD 12 LC 16 Kanal, 35µs mit ADC574, 8 TTL-I/O 269,-  
AD 12 Bit Karte 25/7µs, 4 s&H, 16 ch., 16 TTL-I/O 598,-/749,-  
HYPER I/O 12 Bit, 33 kHz, 16 AD, 1 DA, 2 Relais, 20 TTL 1298,-  
48 TTL I/O Karte mit 2 x PPI 8255, 2 LED 129,-  
Relais-1/2 Karte mit 8/16 Relais und 8 TTL I/O 248,-/339,-  
OPTO-1 Optokopplerkarte mit 16 IN, 8 OUT, 369,-  
TIMER-1 Karte mit 9 x 16 Bit Timer und 8 TTL I/O, IRQ 298,-  
TTY-2 Karte, COM1, 4 aktiv & passiv, z.B. für SPS-S5 349,-  
3\*24Bit U/D Drageber Karte mit TTL-Eingängen 549,-  
UNITIMER Karte mit individuell progr. Timer/Counter 598,-  
LOGIC100/32 Logic-Analyser, 100 MS/s 1 V.

## Neu: Logikanalysator

- 50 MSamples/s
- 32 Kanäle
- kurze PC-Einsteckkarte



**schon ab DM 498,-**

AD-7	X	7	11	0	0
DO-7	X	0	D3	0	50
D0	X				
D1	X				

### Meßmodule für die Parallele-Schnittstelle

Parallel-Modul mit 48 TTL I/O und 16 Bit Counter 298,-  
Parallel-Modul mit 8 Relais und Schraubklemmen 298,-  
Parallel-Modul mit 8 Optokoppler-Eingängen 298,-  
Parallel-Modul mit 16\* A/D, 12/16Bit, 35µs 498,-/598,-  
Parallel-Modul mit 2\* D/A, 12 Bit, 0...10 Volt 498,-

**QUANCON** DM B11  
Heinrich Esser Str. 27 D-50321 Brühl  
Tel.: 02232 / 9462-0 Fax.: 9462-99  
NEU-Info-System per Modem: 9462-98

## LEITERPLATTENFERTIGUNG

einseitig  
doppelseitig  
Multilayerfertigung  
in folgenden Materialien:  
FR2-FR3-FR4-Epoxyd Blau  
Photosens. Lötstopplack  
Fotodruck / Siebdruck  
Heißluftverzinneung  
Positionsdruck  
CNC-Bohren  
Fräsen

Filmerstellung  
Fotoplot oder Repro  
Musterleiterplattenfertigung  
Klein- und Großserien  
Datenübernahme von  
Diskette / Modem  
Eildienst

**Köster Elektronik**  
Siemensstraße 5  
73095 Albershausen

Tel. 07161 / 3 50 94  
Fax 07161 / 3 50 90  
Modem 07161 / 3 93 20

## PC - I/O-Karten

**AD-DA Karte 12 Bit 16 Kanal** DM 139,-  
1x12Bit D/A unip. 0-9V bip. 0-3V 500nssec.  
16x12Bit A/D 40µsec. mit 25-Pin Kabel und Software

**AD-DA Karte 14 Bit 16 Kanal** DM 329,-  
1x14Bit D/A, 2µsec. 16x14Bit A/D, 25µsec.  
unip. bip. 2.5/5/10V mit 25-Pin Kabel und Software

**Relais I/O Karte** DM 299,-  
16 Relais 150V/1A out und 16 x Photo in

**8255 Parallel 48 x I/O Karte** DM 82,-  
48 x I/O, max 25kHz, 3 x 16Bit Counter, 16 LED

**IEEE 488 Karte mit NEC-7210** DM 348,-

**RS 422/485 Dual Karte für AT** DM 159,-

**4 x RS 232 für DOS** ab DM 135,-  
Mit Treiber/Software einstellbar als COM1/2/3/4  
oder 3-4-5-6 auch als 16Bit Karte bis IRQ-15 oder mit 16550

**PC-Disk 128/384/512/1024/4096K** ab DM 119,-  
SRAM/EPROM selbstbootend

**JÜRGEN MERZ**  
COMPUTER & ELECTRONIC

Lieferprogramm kostenlos  
Änderungen und  
Zwischenvorverkauf vorbehalten  
Lieferung per UPS-Nachnahme  
+ Versandkosten.

49536 Lienen  
Lengericher Str. 21  
Telefon 05483-1219  
Fax 05483-1570

## 8051-Emulatoren

**BICEPS51** professionelle Emulatoren "Made in Germany"

- vollständige Emulation in Echtzeit ohne Einschränkungen
- unterstützt großes Spektrum von 8051-Derivaten
- Real-Time-Trace, Hardware-Breakpoint-Memory
- inkl. HLL-Debugging-Software und Crossassembler
- EPROM-Adapter für SMD-Versionen, Mini-Module usw.

neu: Low-Cost-Version "BICEPS51-compact"

neu: Banking-Support mit 256k Programm-Emulationspeicher

ab **DM 2900,-**

**BRENDES DATENTECHNIK GmbH** • Stedinger Str. 7 • 26419 Schortens  
Telefon 04423/ 6631 • Fax: 04423/6685 • Büro Braunschweig: 0531/ 506499  
Schweiz: Bernhard Elektronik 06471/6944 • Österreich: EVK 0316/461664

## Compiler für die 8051-Familie

Leistungsfähige Werkzeuge zur Programmentwicklung

### PASCAL & C

int. Entwicklungspakete mit:

- SAA-Bedienoberfläche
- Editor
- C- oder Pascal-Compiler
- Macro-Assembler
- Simulator
- Linker/Locator
- Standard-Library
- Floating-Point-Library
- umfangreiches Hilfesystem



- schneller, kompakter Code
- diverse Optimierungen
- Make-Funktion
- Hochsprachen-Debugging
- Hotline und Updateservice

SYSTEM51-P: 2012,50 DM  
SYSTEM51-C: 2012,50 DM  
DEBUG51: 977,50 DM

Bitte fordern Sie ausführliche Informationen mit Demo-Diskette an!

**Soft- und Hardwareentwicklung**  
**Jürgen Engelmann & Ursula Schrader**

Am Fuhrengehege 2, 29351 Eldingen, Tel. 05148/2 86, Fax 05148/8 53

## Ihr Elektronik-Spezialist

NEU: jetzt umfangreiches Fernbedienungsprogramm in allen Preisklassen, sowohl programmierbar, als auch vorprogrammiert. Z.B. Top Tel 1 + 2, One for all etc.

Und ganz aktuell: Das CD-Reparatur- und Reinigungs-Set, sowie die neue Metex-Dual-Display-Serie



Weiterhin bieten wir zu günstigen Preisen:

- Mischpulte
- Netzgeräte
- Lötartikel
- Alarmanlagen
- Anzeigeinstrumente (analog, LED, LCD)
- Meßgeräte (analog + digital)
- Print-Halo- und Ringkerntrafos
- Knöpfe, Griffe, LED's etc.
- Telefone mit Zubehör
- Gehäuse
- und vieles mehr

Fordern Sie unseren Katalog mit Preisliste an (Nur gewerbliche Anfragen)

**POP**  
elektronische GmbH

PoP electronic GmbH  
Postfach 220156, 40608 Düsseldorf  
Tel. 02 11/200 0233-34  
Fax 02 11/200 0254

**Xaruba**®



## Von EMUFs & EPACs

lautet der Titel unseres über 100-seitigen Kataloges in dem wir die allermeisten der seit 1991 von der mc, c't und ELRAD vorgestellten Einplatinencomputer und die passende Software zusammengefaßt beschreiben. Wir bieten Ihnen Rechner vom 6502 bis zum 80537 und 80166, vom Z80 über HC11 bis zum 68070 und 68301. Diese kleinen Rechner haben ihren Weg in die Welt des professionellen Messen, Steuern und Regelns gemacht und sind heute anerkannt als äußerst preiswerte und flexible Lösungen in den vielfältigen Aufgaben industrieller Steuerungen.

## Meßtechnik für PCs

unser neuer Katalog zu PC-Meßtechnik stellt Ihnen PC-Karten vor, die die Arbeit mit dem PC im Labor erleichtern, bzw. erst ermöglichen. Sie finden A/D- und D/A-Wandlertarten, Multifunktionskarten, Timer- und Ein-/Ausgabekarten (auch optoentkoppelt oder über Relais). Darüberhinaus auch Buserweiterungen und Prototypenkarten und das gesamte Zubehör für die sinnvolle Arbeit mit diesen Karten. Auch dieser Katalog kann kostenlos angefordert werden.

## Für PALs und GALs und EPROMs ...

Wir bieten Ihnen eine sehr weite Auswahl an preiswerten Universalprogrammiergeräten. Sowohl GAL- und EPROM-Programmierern, als auch Universal-Programmierern. Allein an Universal-Programmierern bieten wir Ihnen MM-PROTOL von Seng, der in ELRAD 4/93 vorgestellt wurde für 1148,— DM, ALL-03A und ALL-07 von HiLo-Systemen ab 1498,— DM und ChipLab-32 und ChipLab-48 von DATA I/O ab 2059,— DM. Fordern Sie Unterlagen zu diesen Geräten an, oder informieren Sie sich über unsere Mailbox.

## KAT-Ce 68332

Die neue KAT-Ce mit 68332-CPU. Erstmals vorgestellt von Hans-Jörg Himmeröder in ELRAD 3/94 und 4/94. Europakarte in 4-Lagen-Multilayer. Betriebssystem wie die bekannte Software zu den bisher in der c't veröffentlichten KAT-Cen 1.3, 1.4 und 70, also auch mit Pascal-Compiler.

KAT332-LP	Leerplatte, ohne Software	118,— DM
KAT332-LP/SW	Leerplatte, mit Software	257,— DM
KAT332-BS1	Bausatz mit 64KB RAM, jedoch ohne 82684, MAX244, RTC und Akku wie BS1, jedoch mit 82684, MAX244, RTC und Akku	398,— DM
KAT332-BS2	wie BS1, jedoch mit Software	598,— DM
KAT332-BS1/SW	wie BS1, jedoch mit Software	498,— DM
KAT332-BS2/SW	wie BS2, jedoch mit Software	698,— DM
KAT332-FB1	wie BS1, jedoch Fertigungskarte	498,— DM
KAT332-FB2	wie BS2, jedoch Fertigungskarte	698,— DM
KAT332-FB1/SW	wie FB1, jedoch mit Software	598,— DM
KAT332-FB2/SW	wie FB2, jedoch mit Software	798,— DM
332-Term/PC	spez. Terminalprogramm für PC	15,— DM
332-Term/ST	spez. Terminalprogramm für Atari	15,— DM
332-DAT/S 3	Motorola-Datenb. zu 332 CPU/TPU	46,— DM

## LOGIC-ANALYSATOR 50-32

Der Logicanalysator als PC-Einsteckkarte! Vorgestellt von Jürgen Siebert in ELRAD 3/94. Sowohl als Fertigungskarte als auch als Bausatz erhältlich in zwei Versionen, die sich nach der Anzahl der triggerbaren Kanäle definieren. Es können 16 von 32 Kanälen (Version A) oder sämtliche 32 Kanäle (Version B) getriggert werden.

LOG50/32ABS	Teilbauseatz für Version A. Enthält Leerkarte, LCA, GALs, SW u. Endblech	378,— DM
LOG50/32ABS	Teilbauseatz für Version B. Enthält Leerkarte, LCA, GALs, SW u. Endblech	448,— DM
LOG50/32AFB	Fertigungskarte Version A, mit Software	498,— DM
LOG50/32AFB	Fertigungskarte Version B, mit Software	598,— DM
LOGAMV/LP	Leerplatte für aktiven Meßverstärker	29,— DM
LOGAMV/FB	Fertiger Meßverstärker mit Kabeln	107,— DM

## CM-51

Recht kleines (79mm x 64mm), komplettes Rechnermodul mit 80C31 (DIL-Gehäuse) und 32KB stat. RAM. Speicherplatz für bis zu 64KB EPROM/ bzw. RAM/EEPROM. Watchdogtimer, RS232, Adress-GAL. Taktfrequenz 11,0592 MHz.

CM-51/1	Rechnermodul mit 80C31, mit Handbuch	198,— DM
CM-51/10	10 Stück 80C31-Rechnermodule, 1 Handbuch	1680,— DM

## CP-537 CONTROLLER

Modul mit Siemens-80C537-Controller (12-MHz), 32K EPROM, 32K RAM und 32K EEPROM sindonboard möglich. Zwei ser. Schnittstellen, RTC/BATT, optional. Gr. 80 x 90 mm, Spannungsversorgung 5 V/100 mA.

CP-537M-3/A	Fertigungskarte ohne RAM, EPROM, RTC und seilt. Stiftleisten	360,— DM
-------------	--	----------

## BXC 51

Der Basic-Cross-Compiler für die gesamte 8051-Controller-Familie. BXC 51 ist kompatibel zum bekannten 8052AH-Basic-Interpreter (z.B. BASIC-EMUF und BasicControl). Das mit BXC 51 kompilierte Interpreter-Programm ist um bis zu Faktor 50 schneller als das Interpreter-Programm. BXC 51 übersetzt den Basic-Text zunächst in ein 8051-Assembler-Quellprogramm, das noch optimiert werden kann. Dann wird die optimierte Quelle direkt in ein Intel-hex-file übersetzt.

Die Eigenschaften von BXC 51:

- Verwendbar für alle CPUs der 8051-Familie, also auch für 8031, 8032, 80535, 80552.
- Sprachumfang kompatibel zur 8052AH-Basic-V.1.1-Version
- Schutz des übersetzten Programms. Das compil. Programm ist mit LIST nicht auslesbar.
- Beschleunigung 100% - 500% im Vergleich zum Basic-Interpreter-Programm.
- Codegenerierung transparent durch Erzeugung eines Assembler-Quellprogramms.
- Einbinden eigener Assembler-Programme möglich.
- Auch als eigenständiger Cross-Assembler benutzbar.
- Handbuch in englisch - hotline in deutsch.

895,— DM

## ... weitere 8050-SOFTWARE

MI-C C-Compiler /Rose	1498,— DM
C51 C-Compiler /Keil	2223,— DM
SYS8052 Toolbox /MS-DOS	245,— DM
COMPRETRER-52 Komfortable Entwicklungsssoftware für 8052, MS-DOS- oder WINDOWS-Version	298,— DM
A-51 Assembler/Keil	690,— DM
C51 Professional Kit/Keil	4542,— DM
C51/A51/BL51/RTX51/dSOPE51-/EDIT	4503,— DM

## ZWERG 11

Unser allerkleinster Rechner mit dem Motorola-HC11-Controller. Der Zwerg 11 hat eine Platinenfläche von nur ca. 55 x 50 mm. Ideal für den Serieneinsatz. Techn. Unterlagen, Preise und Lieferformen finden Sie in „Von EMUFs & EPACs“.

ZWERG 11 m. Entwicklungssgeb.	ab ca. 250,— DM
ZWERG 11 ohne Software ab 1 St.	99,— DM
	10 St. 720,— DM

NEU: ZWERG/Plus mit 32K RAM und 32 K EEPROM. Bitte Info anfragen.

## MOPS 11

Kleiner, flexibler, preiswerter HC11-Rechner mit großer u. komfortabler Software-Umgebung (Basic + Pascal Compiler). Vorgestellt v. H.-J. Himmeröder in ELRAD 3, 4 und 5/1991. Version 2.1 finden Sie in ELRAD 8/92.

MOPS-LP	Leerplatte	64,— DM
MOPS-BS1	Bausatz, enthält alle Teile außer RTC und 68HC24	220,— DM
MOPS-BS2	Bausatz, enthält alle Teile incl. RTC und 68HC24	300,— DM
MOPS-FB1	Fertigk., Umfang wie BS1	300,— DM
MOPS-FB2	Fertigk., Umfang wie BS2	380,— DM
MOPS-BE	MOPS-Betriebssystem für PC oder Atari	100,— DM
MOPS11/V.2.1	in allen Lieferformen im Katalog	

## MOPS-light

Der ganz neue, ganz kleine „Minimops“ von MOPS-Entwickler H.-J. Himmeröder erscheint in ELRAD 2/94. Es gibt den neuen MOPS in zwei Ausstattungs-Versionen: „MOPS-light“ (L) und noch kleiner als „MOPS-extrahlight“ (XL). Zu diesen neuen Mopsen ist eine spezielle auf die Gegebenheiten der light-Systemen umgeschriebene Version des bekannten MOPS-Betriebssystems erschienen.

Die Preise:		
MOPS	L-LP Leerplatte	59,— DM
MOPS	XL-BS Bausatz mit Leerkarte, CPU RS232, Kleinteile	160,— DM
MOPS	L-BS wie XL-BS zuzüglich 32K RAM, Uhr, 74HC10, Fassungen	200,— DM
MOPS	L-FB Fertigbaugruppe mit RAM u. Uhr	270,— DM
MOPS	BX/L MOPS-Betriebssystem für XL- u. L-Version für PC	90,— DM

## IC11B

Nur Scheckkartengroßer (Aufsteck-) Rechner mit Motorola 68HC11A1-Controller, 32KB stat. RAM, 32KB EProm-Sockel und Reset-Controller. Optional ist die RTC4553 mit Batterie möglich. Stromaufnahme 5V/35mA.

Die Preise:		
IC11B	Fertigungskarte, ohne Handbuch	199,50 DM
IC11BOPT	Option RTC und Batterie	39,90 DM
IC11MAN	Handbuch zum IC11B	34,20 DM
IC11ENT	Entwicklungssystem zum IC11B.	
	Enth. IC11B mit 64KB RAM, Handbuch, PC-Crossassembler, Monitor im EPROM, Terminalprogramm, IF232LP-Modul, RTC und Batterie	399,— DM

## PICSTART

Der ganz schnelle Einstieg in die PICs: original Microchip PIC-START-Kit! Enthält Programmierer, Crossassembler, Simulator, Datenbücher und zwei „Probe-PICs“ 16C57 und 16C71 (lösbar).

PICSTART/16B	original Microchip Starterkit	348,— DM
--------------	-------------------------------	----------

## mcm166-ENT

Entwicklungspaket mit 80C166-Modul. Das Entwicklungspaket enthält 1 Stück 80C166/40MHz-Modul mit 64 KB stat. RAM und Handbuch, 1 Stück ASM-166 LowCost-Assembler und Handbuch, 1 Stück EM166-Monitorprogramm im EPROM und Handbuch.

mcm166-ENT	Entwicklungspaket 80C166	1148,— DM
------------	--------------------------	-----------

## UCASM — univers. Werkzeug

Der von Frank Mersmann geschriebene und erstmals in der mc 2/91 vorgestellte tabellenorientierte Cross-Assembler nach d. „Einer-für-alle-Prinzip“.

Mit dem Cross-Assembler UCASM 7.1 steht dem Anwender ein sehr preiswertes und höchst universelles Software-Werkzeug für den gesamten 8-Bit-Bereich zur Verfügung, das mit sehr hoher Übersetzungsgeschwindigkeit arbeitet.

UCASM 7.1 wird ausgeliefert mit „Ziel-Tabellen“ für 40 verschiedene 8-Bit-CPU/Controller (incl. Z 280).

UCASM V7.1 Der tabellenorientierte universelle Cross-Assembler für fast alle 8-Biter (Zieltabellen für über 40 verschiedene im Lieferumfang).

2 PC-Disketten mit ausführlichem deutschen Handbuch 248,— DM

## BASIC-Briefmarke

beschrieben von Dr.-Ing. Kühnel in ELRAD 10/93. Entwicklungssysteme zur Briefmarke mit Basic-Cross-Compiler schon ab ca. 690,— DM.

Fertigkarten wie in ELRAD beschrieben zum Einsatz ab 50,60 DM (1-99). Näheres zur Briefmarke finden Sie in unserem Katalog. Das Buch zur Briefmarke:

Rose, Schnelle Designs mit BASIC-Briefmarke, Best.-Bez.: Rose-BASIC-Buch 78,— DM

## ... weitere Bücher

Die bekannte Buchreihe MC-TOOLS von Feger + Co ist weiterhin lieferbar. Mittlerweile hat sich die Reihe nach 80C535 und 80C537 auch dem 16Bit Bereich zugewendet. So behandelt der neue Band 15 den Siemens-Controller 80C166.

MC-TOOLS	1 Buch, Leerplatte und Beispiel-Disk für 80C535	119,— DM
MTBS	Bausatz zu Band 1	148,— DM
MTI/FB	Betriebfertige Platine zu Band 1	350,— DM
MC-TOOLS	2 Einführung in die Software. Buch und Software (8051 Assembler, Linker, Disassembler)	148,— DM
MC-TOOLS	5 Handbuch zum 80C517/A, Buch	68,— DM
MC-TOOLS	6 SIMULATOR für 8051/515, Buch und Software	148,— DM
MC-TOOLS	7 Einführ. u. Praxis in Keil C51 Compiler ab V3.0	78,— DM
MC-TOOLS	8 Handbuch zum 80C515/A, Buch	68,— DM
MC-TOOLS	9 Erste Schritte in Controller-Technik, Buch	78,— DM
MC-TOOLS	10 Simulator für 535/537/552 ..., Buch u. SW	178,— DM
MC-TOOLS	11 Umweltstat. mit 80535, Buch, LP, SW	148,— DM
MC-TOOLS	12 Optionet mit 537 unter Windows, Buch, LPs, SW	148,— DM
MC-TOOLS	13 8051-Applikationen Band 1, Buch, LPs, SW	119,— DM
MC-TOOLS	14 Datenerfassung, m. 537 unter Windows, Buch, LP, SW	168,— DM
MC-TOOLS	15 Handbuch des 80C166, Buch	98,— DM
MC-TOOLS	16 8051-Applikationen Band 2, Buch, LPs, SW	119,— DM

Aus der laufenden ELRAD-Serie „PALASM & Co“: Die Buch-tips aus 2/94 und 3/94 sind ab Lager lieferbar:

Auer/Reis	PLD-Programmierung mit PALASM	36,— DM
Blank	Logikbausteine - Grundlagen, Programmierung ...	79,— DM

## ELRAD-CD /PLD

In Kooperation mit der ELRAD entstand diese CD-ROM zur viel beachteten ELRAD-Serie „PALASM & Co“.

Diese CD enthält u.a. folgende Programme: First Step (Altera), PALASM4 (AMD), easy-ABEL (DATA I/O), PLDSHELL+ (INTEL), pDS-1016 (Lattice Semiconductor), CUPL-PAL-Expert (Logical Device), Opal junior (National Semiconductor), Quick-Logic, GDS1.X (SH), prologic (Texas Instruments) ...

CD-PLD	CD zur ELRAD Serie „PALASM & Co.“	98,— DM
--------	-----------------------------------	---------

Beim Kauf eines Universalprogrammiers ALL-03A, ALL-07, ChipLab32 oder ChipLab48C erhalten Sie die CD-PLD bei uns und unseren Vertriebspartnern zu einem Sonderpreis von 50,— DM. Dieser Preis gilt nicht für die HiLo-UPGRADE-Aktion.

## HiLo-UpGrade-Aktion!!

Zusammen mit HiLo-Systemen können wir unseren Kunden zum zweiten Mal eine „UPGRADE-AKTION“ anbieten. Sofern Sie bei uns oder unseren autorisierten Vertriebspartnern innerhalb der letzten 5 Jahre einen ALL-01, einen ALL-02 oder einen ALL-03 gekauft haben, können Sie diesen unter Zuzahlung von 1150,— DM (incl. MwSt.) in einen brandneuen ALL-07 umtauschen. Der neue Programmierer hat volle Garantie und Sie haben natürlich für ein Jahr kostenlosen Zugriff auf unsere Update-Mailbox. Diese Aktion ist zeitlich begrenzt und gilt nur für Programmierer mit offizieller deutscher Seriennummer.

# ELEKTRONIK LADEN

Mikrocomputer GmbH  
W.-Mellies-Straße 88, 32758 Detmold  
Tel. 0 52 32/81 71, FAX 0 52 32/8 61 97  
Mailbox 0 52 32/8 51 12

oder	BERLIN	0 30/4 63 10 67
	HAMBURG	0 41 54/28 28
	BRAUNSCHWEIG	05 31/7 92 31
	FRANKFURT	0 69/5 97 65 87
	STUTTGART	07154/8160810
	MÜNCHEN	0 89/6 01 80 20
	LEIPZIG	03 41/2 13 00 46
	SCHWEIZ	0 64/71 69 44
	ÖSTERREICH	02 22/2 50 21 27
	NIEDERLANDE	0 34 08/8 38 39



Ihre Bestellung richten Sie bitte an:

**eMedia GmbH**  
Bissendorfer Straße 8  
30625 Hannover  
Tel.: 05 11/53 72 95  
Fax: 05 11/5 35 21 47  
Telefonische Auskünfte nur  
von 9.00 – 12.30

Platine

Best.-Nr.

Preis DM

PC-Projekte

Byte-Former Seriell/Parallelwandler

86 101 46/ds

39,00

IEEE488-PC inkl. GAL

019-695/ds/E

73,00

Uni Count Timer/Zählerkarte

111-904/ds

70,00

EPROM-Simulator

040-816/ds/E

68,00

Anwendungssoftware

S040-816M

29,00

Achtung, Aufnahme

AT-A/D-Wandlerkarte incl. 3 PALs + Recorder (Assembler Routinen) und Hardware-Test-Software (Source) auf 5,25"-Diskette

100-855/ds/E

148,00

Vollständige Aufnahme-Software D1 und D2 (mit On-Line-Filterung)

S100-855M

78,00

Event-Board inkl. PAL

100-856/ds/E

89,00

Uni-KV Hochspannungsgeneratorkarte

082-931

70,00

Mepag PC-Audiomeßsystem

Platine inkl. Testsoftware

102-935

64,00

PC-SCOPE PC-Speicheroszilloskop

Hauptgerät

061-884/ds

64,00

Interface

061-885/ds

52,00

Diskette/PC (Sourcecode)

Betriebssoftware auf drei 5,25"Disketten

S 061-884 M

35,00

UniCard PC-Multifunktionskarte

041-877

70,00

Lüfterregelung

89 101 36B

9,00

Hofline PC-Spektrum-Analyzer

RAM-Karte inkl. Analyse-Software

091-894/ds

64,00

16-Bit-ADC-Karte

101-897/ds

64,00

12-Bit-ADC-Karte

101-898/ds

64,00

101-901/ds

101-901/ds

64,00

Centronics-Umschalter

Osziflex PC-Speicheroszilloskop

Rechnerplatine

A/D Wandlerplatine (2 Platinen)

Netzteilplatine

EPROM

Betriebssoftware für den PC, Mac oder Atari

102-933

250,00

A/D Wandlerplatine

102-934

64,00

GAL-Brenner

GAL Brenner Platine

GALED-Software

112-937

84,00

SendFax-Modem

Platine

071-891/ds

64,00

EPROM

25,00

Mesfolio Portfolioerweiterungen

Speichererweiterung

082-929

49,00

X/T Slot Platine

082-930

64,00

Multi Port PC-Multifunktionskarte

Multi Port Platine inkl. GAL

092-932

109,00

Uniscif-Software, Diskette 3,5"

S092-932M

35,00

Boundary Scan

Testplatine + Software

122-939

40,00

DCF-77 SMD Mini-DCF-Empfänger

023-951

25,00

IEEE-Busmonitor inkl. Software

033-965

48,00

Wandel-Board

A/D-D/A-Karte inkl. GALs u. EPROM u. Software

033-968

98,00

Wellenreiter

Hauptplatine, 6 Filterplatinen, PC-Karte, DSP-EPROM, Controller-EPROM

Anwendersoftware

023-970

398,00

InterBus-S-Chauffeur

PC-Karte, GAL, SuPI, Treibersoftware

043-971

395,00

Fuzzynierend Fuzzy-Entwicklungssystem — incl. PALs, NLX230, Handbuch, — Entwickler-Software (3,5")

053-973

268,00

A/D-Wandler-Labor

Platine für ADS 7804/05

093-997/ds

69,00

Platine für ADS 7806/07

093-984/ds

69,00

Platine für ADS 7810/19

113-1000/ds

69,00

Serielle Controllerplatine inkl.EPROM

093-998/ds

69,00

PC-I/O-Karte

093-985/ds

39,00

Parallele FIFO-RAM-Karte

113-1001/ds

69,00

Schnittschnelle Multiprotokoll-PC-Karte

Platine inkl. Monitor-EPROM, GALs und Handbuch

093-995/ds

398,00

Bitbus-Master-EPROM

S093-995

198,00

8 x 12 Bit A/D-Wandler im Steckergehäuse

103-999/ds

35,00

PC-CAN

Platine, Monitor-EPROM

2 GALs, Treibersoftware

123-1006

228,00

PC-LA. PC-Logikanalysator

Platine,GAL-Satz

LCA, Montageblech

Windows-Software

034-1010

448,00

Vorverstärkerplatine

034-1011

29,00

High Noon

PC-Analog-Interface Platine+ 4 GALs + Testsoftware

064-1021/ds

198,00

Platine

Best.-Nr.

Preis DM

Software

Flowlearn Vers. 2.6.

Regelsimulationsprogramm

Update 2.3 auf 2.6 gegen Einsendung der Originaldiskette

98,00

LabtPascal Softwarepaket für die Meßtechnik

Offline-Version

98,00

Online-Version mit integr. Treiber, wahlweise 'Achtung, Aufnahme', Wandelboard oder Stecker A/D 'UniCard' oder MultiPort

198,00

Mikrocontroller-Projekte

MOPS Einplatinenrechner mit 68 HC 11

Platine

031-874/ds/E

64,00

Platine Vers. 2.1. (Mops plus)

082-938

78,00

Entwicklungsumgebung

PC- Diskette inkl. Handbuch

S 031-874 M

100,00

MOPSLight Miniboard f. 68 HC 11

Platine und Software

024-1007

149,00

IE²IF-Modul IEEE-488 Interface für EPCs

052-918/ds

46,00

Von A bis Z 80

Z-80- Controllerboard inkl. 2 GALs

052-919/ds

138,00

Emulator-Platine

062-921

16,00

535-Designer 80535-Entwicklerboard

121-905

44,00

BusControl 8052 EPC-Platine inkl. GAL

032-914

73,00

Halbe Portion EPC mit 68008 inkl. GAL

042-916/ds

89,50

Z-Maschine EPC mit Z280

Platine, Mach 110, Monitor

023-952

248,00

TASK 51 Multitasking f. 8051

Source auf 3,5"-Disk. (PC), Handbuch

S033-969

48,00

51er-Kombi inkl. GAL

053-972

82,00

Tor zur Welt Interface Board f. TMP96C141

Platine inkl. Trafo

113-1003/ds

185,00

BusDepot InterBus-S-Controller

Platine inkl. SuPI II und Handbuch

113-1002/ds

179,00

Vport-152/k Bitbus-Controller

Platine inkl. Monitor-EPROM, Handbuch und Terminalprogramm

083-986/ds

198,00

Bitbus Master-EPROM

S083-987

198,00

Bitbus Slave-EPROM

S083-988

98,00

IF-Modul Platine RS-485

083-989/ds

35,00

IF-Modul Platine RS-232/Stromschleife

083-990

25,00

PIF-Modul Platine, seriell

083-991/ds

35,00

PIF-Modul Platine, parallel

083-992/ds

35,00

Rex Regulus

Miniproz.- Controllerplatine

Win Reg.-Simulationsprogramm

Betriebsprogramm-EPROM

123-1004

229,00

PIC-Programmer V.2.0

Platine

Betriebssoftware EPROM

Betriebssoftware PC-Diskette

014-1005/ds/E

156,00

PIC-Adapter (2-Platinensatz)

064-1017/ds

36,00

PIC-Simulator

064-1018/ds/E

33,00

Kat-Ce 68 332

Platine, EPROM-Satz

PC-Terminalprogramm

Handbuch

034-1009

272,00

CANote CAN-Bus-Knoten

Platine

044-1012

45,00

Update-EPROM f. PC-CAN

S044-1013

98,00

PIC-Evaluationkarte

054-1014/ds/E

98,00

Audio-Projekte

Röhren-Endstufe mit EL84

Endstufe

032-912

46,00

Netzteil

032-913

43,00

SP/DIF-Konverter TTL/LWL-Umsetzer

101-900

7,50

Beigedometer

080-842

35,00

µPA

011-867/ds

14,00

MOSFET-Monoblock

070-838

25,50

Mepag PC-Audiomeßsystem

Platine inkl. Testsoftware

102-935

64,00

IR-Fernbedienung

Sender/Empfänger inkl. Netzteil

022-908

49,00

Motorsteuerung

022-909/ds

54,00

Browne Ware 18 Bit Audio-D/A-Wandler

042-915/ds

64,00



Platine	Best.-Nr.	Preis DM
---------	-----------	----------

## Atari-Projekte

ST-Uhr	041-875	14,50
— GAL		19,00
Lüfterregelung	89 101 36B	9,00
Aufmacher II A/D-D/A am ROM-Port	081-892	52,00
Hercules-Interface serieller CRT-Controller	081-893	64,00
— EPROM	S081-893	25,00
Contronics-Umschalter	101-901/ds	64,00
Oszilloscope PC-Speicheroszilloskop		
— Rechnerplatine		
— A/D-Wandlerplatine (2 Platinen)		
— Netzteilplatine		
— EPROM		
— Betriebssoftware für den PC, Mac oder Atari	102-933	250,00
— A/D Wandlerplatine	102-934	64,00
SendFax-Modem		
— Platine	071-891/ds	64,00
— EPROM		25,00
Atari ST-Home-Interface		
— Interface	101-899/ds	38,00
— Steuerungssoftware	S101-899A	30,00
19-Zoll-Atari		
— Platine 1-3 und Backplane + Diskette	062-920/M	392,00
— Speicher Platine	062-925/M	98,00
— TOS Platine	062-926/M	98,00
— Backplane Platine	062-927/M	98,00
— CPU Platine	062-928/M	98,00
— GAL-Satz (5 Stück) ohne MEM GAL	S062-920/1	52,00
— MEM-GAL	S062-920/2	15,00
— SCSI-Adapter inkl. 3 GALs, IEPROM und Software	033-966/ds	179,00
— SCSI-EPROM einzeln	S033-966	49,00
ST-Messlab		
— Platinensatz + Software + GAL	023-941	568,00
— Einzelplatinen auf Anfrage		

## Sonstige Projekte

PLL-Frequenz-Synthesizer	090-849	32,00
Modu-Step Bi-Unipolare Schrittmotortreiber		
— Uni Step	062-922	45,00
— Bi Step	062-923	45,00
— NT Step	062-924	45,00
Drive Servotreiber	102-936	45,00
9-Bit-Funktionsgenerator		
— Frontplatine, Hauptplatine, 1 GAL, 3 EPROMs	032-910	160,00
LowOhm	011-868/ds	32,00
LF-Empfänger Längswellenempfänger	042-917/ds	64,00
V-24-Treiber optokoppelt	013-940	25,00
Her(t)zflimmern Bildfrequenzmeßgerät, 2 Pl.	063-976	64,00
Voll Dampf Hygrometer	093-996	69,00
SerMon Monitor für RS-232		
— Platinensatz inkl. EPROM	073-983/oB	150,00
— Pegeltester-Platine einzeln	073-982/oB	25,00
Opto-Schnitt RS-232/LWL-Wandler		
— Platine 10-m-Adapter	063-977	38,00
— Platine 50-m-Adapter	063-978	38,00
— Platine Repeater	063-979	42,00
Stellvertreter Konverter RS-232/IEEE-488		
— Platine, Firmware-EPROM	024-1008/ds/E	89,00
VMEconomy		
— 12-Bit A/D-Wandlerkarte für den VME-Bus		
— Platine und GAL	064-1019/ds	129,00
Entwicklungshilfe		
— 64 KWorte Speichererweiterung für DSP-Starter-Kit	064-1020/ds	64,00

# STUDENTEN

## LESEN BILLIGER!

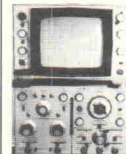
Gegen Einsendung  
Ihres Studien-  
nachweises erhalten  
Sie Ihr Elrad-Abo zum  
Vorzugspreis von  
**69,- DM.**

**ELRAD**

Die  
Abokarte  
finden Sie  
in der Heftmitte.



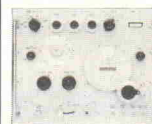
**Tektronix P6046 Differential Probe 110V Netzteil 880,-**



**Hewlett-Packard Oszilloskop 180A 2\*50MHz 599,-**



**HP Frequency Converter 5253B 50-500MHz 159,-**



**HP SHF Signal Generator 618C 3,8-7,6GHz 398,-**



**Wavetek RF Detektor D153 (NEG) -neu- 260,-**

Geräte gebraucht, geprüft mit Garantie.  
Preise in DM incl. 15% MwSt. excl. Versand u. Verpackung.

**Steigerwald GmbH**

Neusser Str. 9 80807 München  
Tel.: 89-3615833 Fax: 089-3615899

## albs ALPS

Deutsche High-End-Technologie mit japanischer Spitzentechnik.  
Qualitätsprodukte von internationalem Niveau!

**Die ALPS-Produktlinie:** High-Grade-Drehpotentiometer, Schiebepoti, Motorpoti und -fader, Studiofader, Drehschalter, Encoder, Tastenschalter, TACT-Switch, grafische u. alphanumerische LCD-Displays ... von einem der weltgrößten Hersteller elektromechanischer Bauelemente.

Wir führen eine repräsentative Auswahl am Lager für Industrie, Labor, Handel und Endverbraucher. Kundenspezifische Anfertigung für Großabnehmer. ALPS Info anfordern!

**Die albs-Produktlinie:** Das Ergebnis von über 12 Jahren Erfahrung in Entwicklung und Fertigung von hochwertigen Audio-Komponenten.

## NEU UND EXKLUSIV

• **ULTRA HIGH PRECISION AUDIO D/A-CONVERTER** •  
„Designed vom Wandlerexperten BURR-BROWN“ - von albs zur Serienreife entwickelt und unter Verwendung der z. Zt. hochwertigsten elektronischen Bauelemente hergestellt - und exklusiv im Vertrieb.

• Die neue DC-gekoppelte Modulreihe DAC-MOS-II und QUAD-600 von 120 W bis 600 W sin, sogar an 1 Ohm! • PAM-7/PAM-12, die neuen DC-gekoppelten sym/unsym Vorverstärker • RAM-4 BB, der noch verbesserte RIAA-Entzerrervorverstärker • UWE-10/UWE-25, die frei programmierbaren aktiven sym/unsym Frequenzweichen • SUB-25, die aktive sym/unsym Subwooferweichen • Spezialnetzteile von 40000 µF bis 440000 µF und Einzelkos bis 70000 µF oder mehr lieferbar • Vergossene, magn. geschirmte Ringkerntrafos von 50 bis 1200 VA • Fernbedienungs-Set mit ALPS-Motorpoti zum Nachrüsten oder zur allgemeinen Anwendung • Gehäuse aus Stahl und Alu - für High-End und prof. Studio- und PA-Einsatz • Alle Module auch in BURR-BROWN-Spezialausführung mit TO99-Metall-ICs • Fertiggeräte nach Ihren Angaben mit unseren Teilen • Modifikationen • Persönl. Beratung • Industriespezifikationen für Sonderanwendungen möglich • Sehr ausführliche Informationen erhalten Sie gegen DM 20,- in Form von Briefmarken, Postüberweisung oder in bar (Gutschrift - Vergütung bei Bestellung). Mindestbestellwert DM 30,- (mit Gutschrift DM 60,-). Änderungen vorbehalten. Warenlieferung nur gegen Nachnahme oder Vorauskasse.

Wir sind autorisierter Händler für den Vertrieb von ALPS-Produkten in Deutschland. Anwender- und Händleranfragen erwünscht.

albs-Alltronic • B. Schmidt • Max-Eyth-Straße 1  
75443 Ötisheim • Tel. 07041/2747 • Fax 07041/83650

**albs ALPS**

## Video-Echtzeit-Digitizer

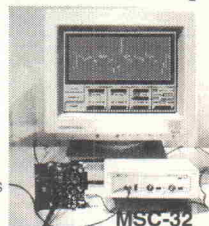
- 256 Graustufen in Echtzeit
- 16,7 Mio. Farben mit RGB Signal
- max. 768 x 576 Pixel
- Kontrollmonitorschub, Videoausgabe von Computerbildern
- externer Triggeringang
- verwendbar als Testbildgenerator
- Datenaustausch über RS232C mit offengelegtem Protokoll
- auch als Bausatz erhältlich
- 12V Akkubetrieb möglich
- externes Gerät, besonders geeignet für Notebooks



**VDG-8**  
VDG-8 incl. PC-DOS Bilderfassungssoftware ..... **ab DM 298,-**

## Digital-Speicher-Oszilloskop

- 32 MHz Abtastrate bis Langzeitmessung
- 8 KB Speichertiefe
- Clock intern / extern
- Trigger intern / extern
- Pre-Trigger-TV-Trigger vertikal, horizontal, Zeilenlupe
- 10 mV/Div bis 25 V/Div
- externes Gerät zum Betrieb an serieller Schnittstelle
- komfortable und Meßwertfassungsssoftware für PC unter DOS
- optional: zweiter Meßkanal, Logikanalysator, Wortgenerator



**MSC-32**  
MSC-32 incl. Tastkopf ..... **DM 698,-**

**Datascopes** - RS232 Datenmonitor bis 115200 Baud für PC

- keine Beeinflussung der RS232 Signale und des Timings
- Protokolldatei mit Datenrichtungsaufzeichnung in Echtzeit
- umfangreiche Darstellungsmöglichkeiten

**DS-115** incl. Kabel ..... **DM 148,-**

**Genlock und VGA zu Video Konverter**

- für PC, Apple Macintosh, Atari ST, Archimedes
- externes Gerät, keine Softwaretreiber erforderlich
- Flickerunterdrückung, Overscan/Underscan, Freeze-Funktion

**MultiGen** ..... **DM 989,-**

**Netzwerk für DOS und Windows**

- wächst mit Ihren Anforderungen von 2 bis 200 Arbeitsplätzen
- peer-to-peer und / oder Client/Server-Betrieb
- extrem schnell, geringer DOS-Speicherbedarf, Netbios kompatibel
- deutschsprachige Software und Handbücher

**Invisible Network** Software und Ethernetkarten für 2 Plätze ... **DM 688,-**

16,7 Mio. Farb-Echtzeitdigitizer, bis zu 25 fps bei 320 x 240, PC-Karte  
miroVIDEO D1 incl. Video Capture, iPhoto plus, Video Editor ..... **DM 675,-**  
miro CRYSTAL 10SD S3-Windowsbeschleuniger, bis 1280 x 1024, ... **DM 269,-**

Kostenlose Info und weitere Produkte auf Anfrage!

**Meter**  
GmbH

Wiesenweg 45  
29328 Müden/Örtze  
Tel.: 05053-661  
Fax: 05053-659



## ELEKTRONIK-FACHGESCHÄFTE

## Postleitbereich 1



Elektronische Bauelemente • HiFi •  
Computer • Modellbau • Werkzeug  
Meßtechnik • Funk • Fachliteratur  
Hasenheide 14-15  
10967 Berlin  
030/6917024

## Postleitbereich 2

**balü**  
electronic

**20095 Hamburg**  
Burchardstraße 6 – Sprinkenhof –  
☎ 040/33 03 96  
**24103 Kiel**  
Schülperbaum 23 – Kontorhaus –  
☎ 04 31/67 78 20



Elektronische Bauelemente • HiFi •  
Computer • Modellbau • Werkzeug  
Meßtechnik • Funk • Fachliteratur  
Hamburger Str. 127  
22083 Hamburg  
040/291721

Spulen, Quarze, Elektronik-Bauteile, Röhren, Funkgeräte, Kabel,  
Antennen, Scanner, Telefone

## Andy's Funkladen

Admiralstraße 119 • 28215 Bremen  
Fax (04 21) 37 27 14 • Tel. (04 21) 35 30 60  
Ladenöffnungszeiten: Mo – Fr 8.30 – 12.30, 14.30 – 17.00  
Mittwochs nur vormittags • Sa. 9.30 – 12.30  
Bauteile-Katalog DM 7,50 • Amateurfunk-Katalog DM 7,50

V-E-T Elektronik  
Elektronikfachgroßhandel

Mühlenstr. 134, 27753 Delmenhorst  
Tel. 0 42 21/1 77 68  
Fax 0 42 21/1 76 69

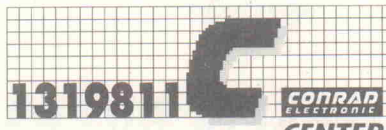
## Elektronik-Fachgeschäft

**REICHEL**  
ELEKTRONIK

Kaiserstraße 14  
**26122 OLDENBURG**  
Telefon (04 41) 1 30 68  
Telefax (04 41) 1 36 88

MARKTSTRASSE 101 – 103  
**26382 WILHELMSHAVEN**  
Telefon (0 44 21) 2 63 81  
Telefax (0 44 21) 2 78 88

## Postleitbereich 3



Elektronische Bauelemente • HiFi •  
Computer • Modellbau • Werkzeug  
Meßtechnik • Funk • Fachliteratur  
Goseriede 10-12  
30159 Hannover  
05 11/1 31 98 11

## RADIO MENZEL

Elektronik-Bauteile u. Geräte  
**30451 Hannover** • Limmerstr. 3-5  
Tel. 05 11/44 26 07 • Fax 05 11/44 36 29

## ELSA - ELEKTRONIK



Elektronische Bauteile und Geräte,  
Entwicklung, Wartung, Groß- und  
Einzelhandel, Kunststoffgehäuse  
für die Elektronik, Lensesysteme

N. Craesmeyer, Borchener Str. 16, 33098 Paderborn

FON: 05251-76488 FAX: 05251-76681

## ELEKTRONIK - BAUELEMENTE - MESSGERÄTE - COMPUTER



Berger GmbH  
Heeper Str. 184+186  
**33607 Bielefeld**  
Tel.: (05 21) 32 44 90 (Computer)  
Tel.: (05 21) 32 43 33 (Bauteile)  
Telex: 938 056 alpha d  
FAX: (05 21) 32 04 35

Armin elektronische  
Hartel Bauteile  
und Zubehör

Frankfurter Str. 302 ☎ 06 41/2 51 77  
**35398 Giessen**

## Postleitbereich 4

## Brunenberg Elektronik KG

Lürriper Str. 170 • 41065 Mönchengladbach  
Telefon 0 21 61/4 44 21

Limenstr. 19 • 41236 Mönchengladbach  
Telefon 0 21 66/42 04 06



Asterlager Str. 94a  
47228 Duisburg-Rheinhausen  
Telefon 0 20 65/6 33 33  
Telefax 0 28 42/4 26 84

Elektronische Bauelemente, Computerzubehör, Bausätze,  
Lautsprecher, Funkgeräte, Antennen, Fernsehersatzteile



NÜRNBERG-  
ELECTRONIC-  
VERTRIEB



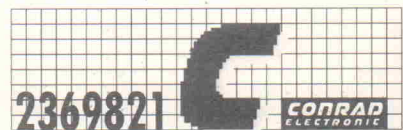
Uerdinger Straße 121 • 47441 Moers  
Telefon 0 28 41/3 22 21



Elektronische Bauelemente • HiFi •  
Computer • Modellbau • Werkzeug  
Meßtechnik • Funk • Fachliteratur  
Viehofstr. 38-52  
45127 Essen  
0201/23 80 73

Qualitäts-Bauteile für den  
anspruchsvollen Elektriker  
**Electronic am Wall**  
44137 Dortmund, Hoher Wall 22  
Tel. (02 31) 1 68 63

## Postleitbereich 7

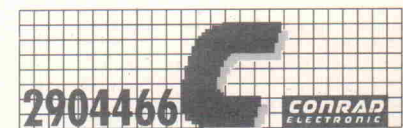


Elektronische Bauelemente • HiFi •  
Computer • Modellbau • Werkzeug •  
Meßtechnik • Funk • Fachliteratur  
Eichstraße 9  
70173 Stuttgart  
07 11/2 36 98 21

## KRAUSS elektronik

Turmstr. 20, Tel. 0 71 31/6 81 91  
**74072 Heilbronn**

## Postleitbereich 8



Elektronische Bauelemente • HiFi •  
Computer • Modellbau • Werkzeug  
Meßtechnik • Funk • Fachliteratur  
Tal 29  
80331 München  
0 89/2 90 44 66



## JANTSCH-Electronic

87600 Kaufbeuren (Industriegebiet)  
Porschestraße 26, Tel.: 0 83 41/1 42 67  
Electronic-Bauteile zu  
günstigen Preisen

## Postleitbereich 9

☎ (09 41) 40 05 68

## Jodlbauer Elektronik

Regensburg, Innstr. 23  
... immer ein guter Kontakt!



Elektronische Bauelemente • HiFi •  
Computer • Modellbau • Werkzeug  
Meßtechnik • Funk • Fachliteratur  
Klaus-Conrad-Str. 1  
92240 Hirschau  
0 96 22/30 111

## Radio-TAUBMANN

Vordere Sternengasse 11 • 90402 Nürnberg  
Ruf (09 11) 22 41 87  
Elektronik-Bauteile, Modellbau,  
Transformatorbau, Fachbücher



Elektronische Bauelemente • HiFi •  
Computer • Modellbau • Werkzeug  
Meßtechnik • Funk • Fachliteratur  
Leonhardstr. 3  
90443 Nürnberg  
09 11/26 32 80



## ELS electronic Programmiergeräte



### Für PC / LPTx / COMx

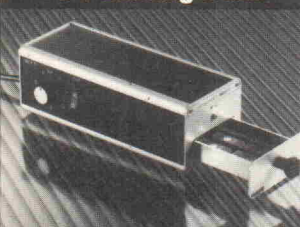
#### XELTEK SUPERPRO II

- ✓ Made in USA
- ✓ Voller deutscher Support
- ✓ Laborgerät mit High-Speed PC-Karte
- ✓ Programmiert mehr als 2000 Bauteile
- ✓ JEDEC-Schnittstelle zu ABEL b. XILINX
- ✓ HEX-Daten, Testvektoren u.s.w.
- ✓ Kostenlose Updates über MailBox

### LCC / PLCC - Adapter

### EPROM-Simulatoren

### UV-Löschgeräte



### Bitte Informationen anfordern!

ELS electronic • Erwin Steinke  
Kurfürstenstraße 47 D-47179 Duisburg  
0203-991714 + Zentrale-0 FAX-1 BBS-2

### OSZIFACE

externes digitales Speicheroszilloskop für PC

- 40 MHz Abtastrate (80 MHz bei 2 Kanälen)
- integrierte Logikanalyse für 8 Signale pro AD-Karte
- 2mV/div - 25V/div Eingangsempfindlichkeit bei 1MΩ, 7pF
- besondere Triggereinstellungen wie Pre-Trigger, Filter etc.
- alle von Standardoszilloskopen bekannte Funktionen wie z.B. ext. Trigger, ext. Takt, Offset, Single Shot, Längelmessung
- umfangreiche Meßwertdarstellung: X & Y-Zoom, Drucken usw.

### MULTIFACE: Steuern und Messen mit PC

- 12 Digitalausgänge, 4 davon zur Direktsteuerung von Relais
- 8 Digitaleingänge für Steuerzwecke beliebig verknüpfbar
- 2 Analogausgänge (12 Bit ± 10V, 200mA, geschützt)
- Timer / Rechteckgenerator mit weitem Einstellbereich
- 2 Analoggänge mit 1MΩ, 7pF, u.s. mit den Funktionen: Voltmeter (x-t-Darstellung), Differenzbildung, Grenzwertgeber, umfangreiche Frequenz- & Zeitmessung, z.B. Laufzeit, Phase

### beiden gemeinsam:

- PC-Anschluß über galvanisch getrennte serielle Schnittstelle
- interner modularer Aufbau (leicht, auch gemischt, erweiterbar)
- umfangreiche, leicht bedienbare Software
- komfortable Bedienung sämtlicher Funktionen über Rechner
- durch geringe Abmessungen in jede Umgebung integrierbar
- mobiler Einsatz mit separat erhältlichem Akku-Pack möglich

Preise: OSZIFACE, 1 Kanal, kompl. incl. Software 1200,- DM  
MULTIFACE, 1 Karte, kompl. incl. Software 1200,- DM  
jeder weitere OSZIFACE-Kanal oder  
jeder weitere MULTIFACE-Karte 600,- DM  
Teillbausatz (OSZIFACE) 440,- DM  
Porto und Verpackung (bei Vorkasse) 9,- DM

Infos und Bestellung bei den Entwicklern:

Ing. Büro Pohl

Tel./Fax (030) 6213433

Okerstraße 36

12049 Berlin

**FACES**

## ★ CAD-Layout-Service ★

**Komplett mit Dokumentation / Stromlaufplan  
Qualität zum marktgerechten Preis**

Klaus Müller · Technisches Büro

Mitglied im Fachverband Elektronik-Design e.V.

Tel. 08142/9483, Fax 08142/9344,

82194 Gröbenzell, Birkenstr. 15

## Weiterbildung für Beruf und Hobby

durch ein nebenberufliches Fernstudium zum

### Elektronik-Techniker Fernseh-Techniker

Staatlich geprüfte Fernlehrgänge sichern Ihnen Berufserfolg und Mehrverdienst. Sie brauchen keinerlei Vorkenntnisse. Fordern Sie gleich die Information 7-12 an.

### Fernschule Bremen

Postfach 347026 · 28339 Bremen

☎ 0421/490019 · Fax 0421/4985596

## CAN - TOOLS

- PCCAN - intelligente PC-Karte, inkl. Software in SRC-Code **DM 825**
- Scheckkarte (HC11/CAN) Scheckkartenrechner inkl. Kommunikations- und I/O-Routinen **DM 265**
- CANMon Monitor für CAN-Bus unter Windows **DM 298**
- CAN-Messbox für Industrie-einsatz, 8x12-Bit Analog-In, (opt. 16 Bit), 2x12Bit Analog-Out, 2 x Relay-Out, 4 x dig-In (optional Visualisierung) **DM 918**
- SLIO-Knoten (Elrad 4/5 94) **DM 391**
- Starterkits

### Ing.-Büro Sontheim

Mittlere Eicher Str. 49 · 87435 Kempten  
Tel 0831-18230 Fax 0831-22921

**"Schwanekamp"**  
**C N C 1000**

Gravieren  
Fräsen  
Bohren

- Spielfrei
- XYZ-Kugelgelagert
- Bearbeitungsraum 300x210x50 mm
- Interface XYZ mit 1A/Phase
- Neue Software/Oberfl./Signal u. Motor
- Test/HP-GL/Platinen eintr. u. bohren

**Paket-Preis 2499,-DM** inkl. MwSt.  
Ing. Büro Schwanekamp N.  
Kettelerstr. 21 46499 Hamminkeln 2  
Tel.: 02852 4926

## PASCAL FÜR 8031- CONTROLLER DM 169,-

Basiccompiler mit Assembler, Simulator, Editor DM 69,-  
O'Neil Annand Valentin Som, Mikrocomputer  
Pf. 103 203, 45032 Essen, Tel. (0201) 79 66 32

**LPS**  
Lasershow  
Vermietung  
Verkauf

### Individuelle Systemlösungen von Lasershow-Anlagen für Ihre Anwendung

ab 20 mW HeNe; bis 5 Watt Weißlicht und 10 Watt Tandemsystem; Glasfaser bis 100 meter; Highspeed Scanner für professionelle Grafiken; Colorbox bis 7 Farben; optische Bank bis 16 Aktuatoren und beliebige Beameffekte; Steuerpult bis 56 Filme abrufbar; Software; Computer...

Infos anfordern:  
S. Ruff • Wilhelm-Röntgen-Straße 2 • D-72116 Mössingen  
Telefon: 0 74 73 / 2 66 77 • Telefax: 0 74 73 / 2 66 78

## µ-BASIC/51-Compiler - Assembler/51 MIDI/RS232 - 80C535 - 51-er Mikro-Controller-Entwicklungssysteme

µ-BASIC/51-Compiler Assembler/51-Paket Hardware (Bausatz)

- 1 Strukturiertes BASIC • 32-Bit Fließkomma-Arithmetik • Komfortable Stringfunktionen • Für alle 51-er Mikrocontroller geeignet • Zeilennummernfrei • Dynamische Speicher-Verwaltung • Small & Large Memory-Modelle • Trigon. Funktionen • Symbolisch linkbarer Code • Interrupts • Deutsches Handbuch
- 2 Makroassembler • Symbolischer Linker • Komfortabler Source-Level-Debugger • RS232/MIDI Kommunikationsbibliothek bis 115kbaud • Schnell mit Projektmanager • Viele Demos: 2-Schritt-Motor, Sprach-Synthesizer, etc. • Deutsches Handbuch
- 3 80C535-Controller (emuliert z.B. 8031, 8032, 8751...) • 8 A/D-Wandler bis zu 10 Bit • je 32KB RAM & EPROM • Serielle RS232- und MIDI-Schnittstelle • 7-25 Volt, 30mA • 40 I/O Ports • Eigenes Betriebssystem als Sourcecode • Inkl. aller el. & mech. Bauteile, EPROM fertig gebrannt

### Preisbeispiele:

Komplettes Assembler-Entwicklungssystem, Software für PC oder ATARI, inkl. Hardware:

2 + 3 = **228.-**

1 + 2 + 3 = **357.-**

Dto., inkl. µ-BASIC Compiler, Sw. für PC oder ATARI:

### Kostenlose Info anfordern!

Versand: NN 8.50, Vorkasse (Scheck) 5.-. Lieferungen ins Ausland und Lieferungen auf Rechnung (nur öffentl. Einrichtungen und Großfirmen: Preisaufschlag 3% und 3% Skonto / 10 Tage) auf Anfrage.

Telefonzeiten: Mittwochs: 9h-11h, 15h-18.30h  
Montags & Freitags: 9h-11h, 13h-15h  
0721/9 88 49-0 Fax /88 68 07

WICKENHÄUSER ELEKTROTECHNIK  
Dipl.-Ing. Jürgen Wickenhäuser  
Rastatter Str. 144, D-76199 Karlsruhe

## High Noon PC Analog-Interface aus ELRAD 5/94

### Präzisions 12 Bit AD/DA Wandler Karte

- 16 Eingangskanäle
- prog. Gain 1...16
- 12 Bit / 200 KHz DAC
- 12 Bit / 625 KHz ADC
- FIFO Speicher bis 32K
- DC / DC Wandler
- AT-Bus Interface (16Bit)
- Interrupts 3,5,7,10,11,12
- Adr. 100h,120h,300h,320h
- Opt. GAL für weitere Adr.

Grundversion (ADC+2K FIFO) 990,- DM  
Abgleich- u. Steuerprogramm, sowie C - Library inklusive

Opt. DAC + 2 KWord FIFO 250,- DM  
Opt. 8 KWord FIFO 150,- DM  
weitere Optionen auf Anfrage (Preise inkl. MwSt.)

Darüber hinaus bieten wir Ihnen ein Komplett-System: PC mit AD/DA-Karte und Software. Und alles Ihren speziellen Wünschen angepaßt.

Dipl.Ing.(univ.) Reinhard Junge, Karlstr.13, 82041 Deisenhofen  
Tel. 089/6133686 Fax. 089/6083267

PC-Meßtechnik, Microcontroller-Steuerungen, Softwareentwicklung

## ANSI-C-Compiler für Microcontroller

Integrierte Software-Entwicklungssysteme für Microprozessoren und Microcontroller bestehen aus

- C-Cross-Compiler
- + Macro-Assembler
- + Hochsprachen-Debugger
- + SAA-Bedienoberfläche

8051 und Derivate  
8086/186/286

8096  
68HC05  
6809  
68HC11  
68000/683xx  
Z80/Z180/64180  
H8/3xx

Info EL7 mit Demodiskette anfordern  
Bitte Prozessor-Typ(en) angeben

**REICHMANN**  
microcomputer

REICHMANN microcomputer GmbH  
Planckstraße 3 • 71691 Freiberg  
Telefon 07141/71042 • Fax 75312



**8051 Simulator** auf PC: Go, Break, SS, fullscreen, Disassembler, 50 DM. 07 11/37 67 18.

**Leiterplattenentwurf/Fertigung** Prototypen und Kleinserien, Tel./Fax: 0 89/785 68 14.

**A/D-Wandler f. RS 232-Schnittstelle. PE 232 (12 Bit) / PE 200 5/2 Digit (18 Bit) 8 A/D-Eingänge, 2 I/O Ports, 8Bit Ein/Aus 1200-9600 Baud. mit Softw. (incl. Sourcecode) für PC. Preis 219,-/299,-. Infos kostenlos. Tel. 04 61/7 49 67, Fax 04 61/7 54 62, System & Meßtechnik, 24955 Harrislee, Steinkamp 29.**

**LEITERPLATTEN BESTÜCKUNG & PRÜFUNG** SMD und Konventionell.

Prototypen, Klein- und Mittelserien  
**PROFESSIONELLE EXPERIMENTIER PLATINEN** Fr 4-EURO in 4 Ausführungen f. PLCC, PLCC SMD, DIL, SMD

96-polige Leiste & Hückepackplatinen einsteckbar.  
**I.D.-Electronic, Schillerstr. 31 - 90547 STEIN**  
Tel.: (09 11) 6 88 71 32 - Fax: 6 88 71 55.

**HPGL-CAD-CNC-Schrittmotorsystem SMS68** mit 68000er CPU ermöglicht CNC-Bohren, Fräsen, Gravieren unter direkter Kontrolle von CAD-Software wie AutoCAD, EAGLE u. a. Kompl. 3-Achsensteuerung im 19" Gehäuse ab DM 2336,-. Verschiedene Optionen, Endstufen bis 12 Amp., Motoren, Mechaniken, „WINDOWS-CorelDraw“ -> Konverter CAM68, „Pixel“ -> CAD-Vektorisierung a. a. EAGLE 2.6x ab DM 795,-, **SMS68-CPU-Austauschkarte für ISEL-Steuerungen** DM 1498,-. PME-electronic, Hommerich 20, 53859 Rheidt, Tel. 0 22 08/28 18. Info DM 2,-.

Generalüberh. elektron. Meßgeräte. Liste. Tel. 095 45/75 23, Fax 56 68.

**MANGER - Präzision in Schall.** Jetzt Selbstbau mit dem Referenz-Schallwandler der Tonstudios: Info, Daten, Preise, sof. anfordern bei Manger-Vertrieb, Industriest. 17, 97638 Melrichstadt, Tel.: 097 76/98 16, Fax: 71 85.

**Intel's MCS Basic-52 Handbuch in deutsch.** Autorisierte Originalübersetzung 98,- frei Haus. Alleinvertrieb Udo Kuhn, Arheilger Str. 78, 64289 Darmstadt, 061 51/71 96 46, Fax 061 51/71 96 47.

**Auftragsentwicklung:** Analog u. Digital 80x86, 8031 PIC u. v. a. Udo Kuhn, Industrie-Elektronik, Arheilger Str. 78, 64289 Darmstadt, 061 51/71 96 46.

Für Soft- u. Hardwareentwicklungen mit MC der 51er Familie sind noch freie Kapazitäten vorhanden. Aufträge oder Mitarbeit erwünscht. Tel.: 04 41-8 48 86, Fax: 04 41-8 85 04 54. Oldenburg.

**RS485-RS232-20mA ISA-Steckkarten (2/4fach)** mit FIFO; Schnittstellenwandler galv. getr. Fax: 098 42/72 62, Tel.: 098 42/17 25.

**Von A-Z 6000 Artikel:** Neue Lautsprecher, Selbstbauzubehör, Mischpulte, Verstärker, Disco-Party-Lichteffekte, Nebelgeräte, Lichtsteuergeräte **direkt vom Hersteller bzw. Importeur.** Farbkatalog (248 Seiten) für DM 10 anfordern. **Für Händler supergünstige EK-Preise. STEINIGKE SHOWTECHNIK GmbH, Andreas-Bauer-Str. 5, D-97297 Waldbüttelbrunn, Tel. 09 31/4 06 66 60, Fax 4 06 67 70.**

**Achtung Fräs-Bohr-Plotter-Besitzer!** Platinen-Isolationsfräsen-Software ab DM 239. Info: BOE-NIGK, Tel./Fax.: 022 41/31 68 70.

ISOLATIONS-FRÄSEN  
TANGENTIAL-SCHNEIDEN  
HPGL-OPTIMIERUNG  
3-D-DIGITALISIERUNG  
SCHRIITMOTOR-STEUERUNGEN  
NC-PROGRAMMIER-SERVICE  
KONVERTER HPGL-DXF-CNC usw.  
Bohren, Fräsen, Grav., Plotten... unter GERBER, EXC, S&M, HPGL, DXF, CNC... Schrittmotor-Hard + Soft liefert Tel. 091 31-1 59 55, Fax 3 79 40.

**Suche billig gebr. Oszilloskop, 08 21/60 17 50.**

**Dekoder für SAT-Anlagen!** Programmiergerät für Smartcards! Abacus-Lautsprechersystem! Info auf einer Postkarte anfordern! SAT-ELECTRONIC-VERSAND, Hauptstr. 15, 23923 Lüdersdorf.

**Entwickler, langjährige Erfahrung mit Hard- und Software für 80C51 Controller, sucht Aufträge im Bereich Programmierung/Hardware-Design/Layoutentwicklung.** Tel. 021 73/8 02 29.

**PIC-Programmer** (Elrad 1/94 und 6/94). **PIC-In-Circuit-Simulator** (Elrad 6/94). **PIC-Adapter 17C42 und 16C64** (Elrad 6/94). **PIC-Evaluation-/Prototypenkarte** (Elrad 5/94). MSR-kundenspezifische Problemlösungen. **Ingenieurbüro Yahya**, Tel.: 024 31-64 44, Fax: 45 95.

Zahnriemenräder 12-18 DM, Zahnriemen ca. 5 DM. Verzinnte Kontaktierhohlnieten L2mm. Typ-IG/AØ A-0.6/0.8; B-0.8/1.0; C-1.1/1.5, VE 1000 =32 DM. Typ S-0.4-0.6 und Typ D-1.5-1.8 1000=38 DM. VHM-Bohrer 3x38mm: 0.6-1.2 mm. bel.gemischt: 5 St.=25 DM, 10=40 DM. Ossip Groth Elektronik, Möllers Park 3, 22880 Wedel, 041 03/8 74 85.

**SOLARTECHNIK ANTRIEBSTECHNIK** Solarzellen Module Solarmodule Solarmotoren Antriebstechnik mit 1000 000 Möglichkeiten Modellbau Zubehör Ind. Restposten. KATALOG gegen DM 6,80 in Br.-Marken v. LEHNERT ELEKTRONIK Modellbau Solartechnik VERSAND, Pf. 12 31, 74899 Bad Rappenau.

**DSP-STARTER-KIT DAT-RECORDER** SUCHE KONTAKTE RUF ZURÜCK 0201 817 5653 800-1400 H. SANDERS.

**30MHz-Frequenzzähler** (Bausatz) mit ICM 7226 A zu verk.: VB DM 140. Tel. (abends) 075 41-74 04.

**LAYOUTERSTELLUNG UND FOTOPLOTS, INFO:** REINHARD PUFF, 07366 BLANKENSTEIN, BAYERISCHE STR. 3.

LEIPZIG KOMMT  
Erfahrenes Unternehmen aus der Industrie bietet profess. Softwareentw. WINDOWS C/C++ u. µC \* Schaltungsentw. \* CAD-Layout \* Bestückg. Gerätebau \* Dokumentation (dt/engl/russ) \* Service \* **Von der Idee zum fertigen Gerät. sigma Prüf-u. Meßtechnik GmbH, Alfred-Kästner-Str. 69, 04275 Leipzig, Tel. 03 41/3 95 52 35.**

1300 Rollen Lötendraht, Massiv "4 mm DIN 1707 500g komplett DM 5000,-. Tel. 021 61-18 38 57, FAX 20 54 90.

**KOMPLETTE MICROCONTROLLER-ENTWICKLUNG!!** Von der Beratung bis zur Betreuung der Kleinserienproduktion. Hardware, Software, Dokument. Ing.-Büro J. Philipp, Tel.+Fax: 089/34 50 42.

**Meßgeräte Angebote Sommer 1994:** HP435A, HP435B Powermeter preisgünstig, HP8754-H26 Networkanalyzer, HP8756A NWA HP8350A, HP8350B Sweeper Mainframes, HP8620C Sweeper, HP8622B Plug in, 2.4GHz HP86290A 2-18GHz Plug in, HP8743B Testset, HP8443A Tracking Generator/Counter Ailtech 757 20GHz Spectrumanalyzer, TEK 7L12 Spectrumanalyzer, HP8640B-03 und HP8640B-323 Meßsender, Singer SG1000 Meßsender, alle Geräte ab Lager lieferbar zu günstigen Preisen mit 30 Tagen Garantie und neuer Kalibrierung. Fordern Sie unsere Liste an. Fa. Lothar Baier, 95213 Münchenberg, Tel.: 092 51-65 42, Telefax: 092 51-78 46.

**PD/Shareware (XT/AT) Entwicklungssoftware für die 8051er Familie:** 6 versch. Crossassembler, PASCAL/BASIC-Compiler, 2 Simulatoren, Dissass., Editor, ausf. Anleitungen erhalten Sie auf 1,44MB-Disk für nur 20 DM in bar/Scheck: M. Rueß electronic, Kirchstr. 19, 89291 Holzheim.

**Geddy-CAD 5.5 und Turbo Router 4.0:** Das beste Shareware-Programmpaket (ab AT286) zum Entwurf von Schaltplänen und Platinen erhalten Sie auf 1,44MB-Disk für nur 20 DM in bar/V-Scheck bei: M. Rueß electronic, Kirchstr. 19, 89291 Holzheim.

3 Shareware-DOS/Windows **Regelungstechnik-Programme** zur Entwicklung und Simulation elektr. Regelungen auf 1,44MB-Disk 20 DM bar/Scheck: M. Rueß electronic, Kirchstr. 19, 89291 Holzheim.

**Sie suchen nach einer Röhre?** Ob Nostalgie od. High-End: Anfrage lohnt! J. Wüsten, Mainstr. 99, 64285 Darmstadt, Tel.: 061 51/66 37 05, Fax: 66 39 34.

**Komfortable 2-Achssteuerung** für leistungsstarke DC-Motoren (24V, 0-20A), µP-Karte, 2 Endstufen, RS232-Kabel, PC-Program-Software, 7 digitale Interrupt-Eing. für Drehgeber und Lichtschranken, 2 Analogausgänge, 1 ADC-Eing., DM 950,-. Tel. 076 34/6 93 26 o. 691 05, Fax 693 27.

**DOLCH LOGIK ANALYSATOR COLT 300, VB:** 300 MHz, 48kan. TEKTRONIK 2245 4kanal 100MHz 3800,- DM, TEKTRONIK 2467 350MHz 2kanal 34000,- DM, alles VB, MwSt. kann ausgewiesen werden. Fax 02 41/56 32 11.

**Röhrenbauteile** wie Trafo, Übertrager, Fassungen, Elko, Platinen. Tel. 072 22/8 16 35 o. 072 25/7 30 42.

**Störschutz-Trenntrafo** Hewlett-Packard für Werkstatt, Labor und High-End-Audio: 5 kVA, 230 und 115 V, dreifach geschirmt, Einschaltstrombegrenzer, Überspannungsbegrenzer, Gehäuse IP20, 400 DM. ☎ 071 23/1 46 57.

CD-ROM, alle dt. Telefonnummern, 30 Mio. priv. Anschlüsse, mit Adressen 149,- DM. Tel. 081 51/2 89 01, ab 18.00 Uhr.

**Erfolg durch gute Pressearbeit!** Beratung oder komplette Übernahme auf Garantiebasis. Langjährige Erfahrung als Fachredakteur, freier Journalist und Dozent. Dipl.-Ing. (FH) Werner Böcker, Tel. 023 81/7 43 68, Fax 023 81/78 97 35.

**Hard- und Softwareentwicklung** mit 8051-Familie. Tel. 04 41/4 68 34.

**E.C.O.** Design von Leiterkarten. Weil Preis und Leistung stimmt. CAD-Schaltplan / CAD-Layout. Mehrsprachige Dokumentation. Info unter Fax.: 08 21/2 67 90 13.

**CD-ROMS CD-ROMS CD-ROMS CD-ROMS** Große Auswahl an günstigen CD-ROMS. Über 200 Titel lieferbar. Umfangreichen Farbkatalog gegen Rückporto DM 2,-. Markus Vohburger, Gartenstr. 12, 85354 Freising.

**Toshiba TLCS900** Toshiba TLCS900 Micro-ICE-TLCS900 mit Toshiba TMP96C141F! Siehe auch ELRAD 4/94, Aktuell, Seite 10. Vielmehr als ein Demoboard, die Entwicklungsplattform für die TLCS900-Familie! Wir bieten Professionalität, z. B.: echter Single-Step (!) + Trace, Unterstützung aller CPU-Modi (16MB), Mot.-S Down-Load, RAM bis 1MByte, EEPROM+RTC, I/O-Bus, usw. Info anfordern! Oliver Selke Industrielektronik, Tel.+Fax(!): 06 11/42 28 18.

**PROGRAMM-MANAGER für OrCad STD III** Menügesteuertes Starten u. Drucken mit Projektverwaltung für DM 40,- inkl. Vers. Uwe Neugebauer, Alte Bergstr. 35, 77933 LAHR.

**Professionelle Entwicklung und Serienreife** Ihrer Ideen mit Einsatz von HC705 und HC711. Hardware, Software, Musterbau. Eingespielte Verbindungen für Leiterplatten und Fertigung. München (089), Tel. 9 03 42 42, Fax. 9 03 56 57.

Suche MM 5314 u. Fluoresz.-Uhrendisplays. Bartoschek, Häfnerstr. 6, 97762 Hammelburg.

**Neutrik A1, Portable Audiostest und Service-system**, mit Phasenooption + RS232 Schnittstelle. Neueste Software. DM 7000,-. Tel. 05 11/83 99 60.

**XT/AT-Shareware-Sammlung f. SPS:** Entwicklungs/Simulations-Software für Speicher-Programmierbare-Steuerungen mit Siemens S5 und AEG-20 gibt's auf 1,44MB-Disk für 20 DM in bar/Scheck: M. Rueß electronic, Kirchstr. 19, 89291 Holzheim.

3 PD/Shareware-Bauteile-Datenbanken für DOS/Windows mit Daten/Anschlüssen/Gehäusen von **1100 74er-Bausteinen und 25000 Transistoren** gibt's auf 1,44MB-Disk für 20 DM in bar/Scheck: M. Rueß electronic, Kirchstr. 19, 89291 Holzheim.

**PD/Shareware (XT/AT) Entwicklungssoftware für 68HC11:** 3 versch. Crossassembler, Disassembler Simulator, BASIC-Interpreter, Forth-Compiler ... auf 1,44MB-Disk für 20 DM in bar/Scheck bei: M. Rueß electronic, Kirchstr. 19, 89291 Holzheim.

**Klirrfaktormessbrücke Leader LDM 170,** Top-Zustand, DM 800. Millivoltmeter Monacor VM 500, Top-Zustand DM 280. 30-Kanal Terzanalysator aus Elektor, fertig aufgebaut, mit Meßmikro, DM 650. MathCad für Windows 3.1 originalverpackt, DM 350. Netzteil zum Ausschachten od. rep. 2x30V/1A, 2x60V/2A defekt, 4 digit./4 Analoginstr. 19" Gehäuse DM 150. Tel. 024 05-32 01, abends 02 41-17 25 93.



Vertriebspartner  
in Ihrer Nähe:

München: PTL  
089/6018020

Stuttgart: Busse  
07154/8160810

Gießen: TCI  
0641/66464

## Steuerungen

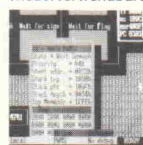
werden immer anspruchsvoller -  
sollen den Bediener mit  
individuellen Texten führen,  
Meßwerte für die Statistik  
speichern und nebenbei noch  
positionieren und regeln.

Mit einer "richtigen" Programmier-  
sprache lassen sich die anspruchs-  
vollen Aufgaben auch für kleine  
Maschinen leichter beherrschen!

TSM läßt sich in C, MSRBASIC  
oder Modula-2 programmieren  
und macht Ihrem Elektriker  
Freude durch Hutschienen-  
montage und LED-Anzeigen.

## Ein Multitask-Betriebssystem

erleichtert die Programmierung,  
denn es erlaubt die Aufteilung der  
Aufgabe in separat testbare und  
wiederverwendbare "Tasks".

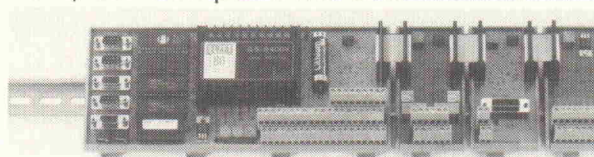


Das TSM-Be-  
triebssystem  
CAT bietet  
noch mehr:  
eine virtuelle  
E/A-Ebene

für Prozeßzugriffe ohne Bitfumm-  
lei und Treiber für die seriellen  
Schnittstellen.

CAT kommt mit einer PC-Program-  
mieroberfläche und einem einzig-  
artigen Multitask-Debugger.

## TSM, der Computer mit Schraubklemmen



### Programmierung in C, Modula-2 oder MSRBASIC

Grundmodul "TSM-CPU":  
8 Ein- und 8 Ausgänge 24V, direkt für  
Initiatoren bzw. Ventile und Schütze.  
2x RS232, 1x Netzwerk oder 20mA TTY.  
CMOS-RAM bis 1MB, Eprom und Flash.  
24V-Versorgung, ind. Temperaturbereich

Erweiterbar mit bis zu 16 E/A-Modulen:  
8E oder 32E 24V, 8A oder 32A 24V.  
8E oder 8A 230V, 16 Analogeing. mit  
12 Bit, zwei Analogausg. 12 Bit, SSI-  
Absolutencoder oder Inkremental-  
zählereingang, 8 Relais und mehr.

ELZET 80 Vaalser Str. 148 D-52074 Aachen

0241 TEL 87 00 81 FAX 870 231

## Die Inserenten

Ahlens, Moosburg ..... 13  
albs-Alltronic, Öttingen ..... 97  
AppliWare, Bad Aibling ..... 13  
ASIX, Ettlingen ..... 73

Bitzer, Schorndorf ..... 6  
Brendes, Schortens ..... 94

CadSoft, Pleiskirchen ..... 11  
Com Pro, Stuttgart ..... 85

DACOM Nord, Sarstedt ..... 8

Elektronik Laden, Detmold ..... 95  
ELS electronic, Duisburg ..... 99  
ELZET 80, Aachen ..... 101  
eMedia, Hannover ..... 96, 97  
Engelmann & Schrader, Eldingen ..... 94  
es Lasersysteme, Mössingen ..... 94

Fernschule Bremen, Bremen ..... 99  
Fletra, Pommelsbrunn ..... 94  
Friedrich, Eichenzell ..... 79

GOSSSEN-METRAWATT, Nürnberg ..... 30, 31

Hewlett-Packard, Böblingen ..... 19, 34  
Hopf Elektronik, Lüdenscheid ..... 6, 17  
Hoschar, Karlsruhe ..... 65

IBS Sontheim, Kempten ..... 99  
isel-automation, Eiterfeld ..... 103  
iSystem, Dachau ..... 21

Junge, Deisenhofen ..... 99

Köster Elektronik, Albershausen ..... 94  
DR. KROHN & STILLER, Unterhaching.. 15

LPS Lasertechnik, Mössingen ..... 99

Macrotron, München ..... 7  
Merz, Lienen ..... 94  
Messcomp, Wasserburg ..... 6  
Metec, Müden/Ortze ..... 97  
Müller, Gröbenzell ..... 99  
Mutronic, Rieden ..... 9

Network, Hagenburg ..... 75

OKTOGON, Mannheim ..... 94

Phoenix, Blomberg ..... 24, 25  
Pohl, Berlin ..... 99  
Polyrack, Straubenhardt ..... 53  
POP, Erkrath ..... 94

Quancam Electronic, Brühl ..... 94

Reichert, Wilhelmshaven ..... 54, 55

REICHMANN, Freiberg ..... 99  
RS Components, Mörfelden-Walldorf ..... 53

SICAN, Hannover ..... 6  
Som, Essen ..... 99

Schroff, Straubenhardt ..... 23  
Schwanekamp, Hamminkeln ..... 99

Steigerwald, München ..... 97  
Stubben, Kamen ..... 6

taskit Rechnertechnik, Berlin ..... 6

Ultimate Technology, NL-Naarden ..... 2  
Unitronic, Düsseldorf ..... 63

Völker, Maintal ..... 9

Wickenhäuser, Karlsruhe ..... 99  
Wilke, Aachen ..... 104

Diese Ausgabe enthält eine Teilbeilage der  
Firma GMK Gesellschaft für Mess- und Kali-  
briersysteme mbH, Rostock, eine Gesamt-  
beilage der Firma Ultimate, NL-Naarden  
sowie eine Gesamtbeilage des Heise Verla-  
ges, Hannover. Wir bitten unsere Leser um  
Beachtung.

## Impressum

ELRAD

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen  
Helstorfer Str. 7, 30625 Hannover; Postf. 610407, 30604 Hannover  
Telefon: 05 11/53 52-400, Fax: 05 11/53 52-404,  
ELRAD-Mailbox: 05 11/53 52-401  
E-Mail <Redakteurskürzel>@elrad.ix.de

Technische Anfragen nur mittwochs 10.00-12.30  
und 13.00-15.00 Uhr. Bitte benutzen Sie die angegebenen  
Durchwahlnummern.

Herausgeber: Christian Heise  
Chefredakteur: Hartmut Rogge (hr, -399)  
Leitender Redakteur: Dipl.-Phys. Peter Nonhoff-Arps (pen, -393)

Redaktion:  
Dipl.-Ing. (FH) Ernst Ahlers (ea, -394), Carsten Fabich (cf, -398),  
Martin Klein (kle, -392), Johannes Knoff-Beyer (kb, -395),  
Dipl.-Ing. Ulrike Kuhlmann (uk, -391), Peter Röhke-Doerr (roe, -397)

Ständiger Mitarbeiter: Dipl.-Ing. Eckart Steffens

Redaktionssekretariat: Lothar Segner (ls, -389),  
Carmen Steinisch (cs, -400)

Verlagsbüro München: Jürgen Fey (Chefredakteur)  
Gerd Oskar Bausewein, Barer Straße 36, 80333 München,  
Telefon: 089/28 66 42-11, Fax: 089/28 66 42-66

Korrektur und Satz: Wolfgang Otto (Ltg.), Peter-Michael Böhm,  
Hella Franke, Martina Friedrich, Birgit Graff, Angela Hilberg,  
Christiane Slanina, Edith Tötsches, Dieter Wahner, Brigitta Zurhieden

Technische Zeichnungen: Marga Kellner

Labor: Hans-Jürgen Berndt

Meßlabor: Wolfram Tege

Grafische Gestaltung: Dirk Wollschläger (Ltg.), Ben Dietrich  
Berlin, Ines Gehre, Sabine Humm, Dietmar Jokisch

Fotografie: Fotodesign Lutz Reinecke, Hannover

### Verlag und Anzeigenverwaltung:

Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG  
Helstorfer Str. 7, 30625 Hannover  
Telefon: 05 11/53 52-0, Fax: 05 11/53 52-1 29  
Postgiroamt Hannover, Konto-Nr. 93 05-308 (BLZ 250 10030)  
Kreissparkasse Hannover, Konto-Nr. 000-019968 (BLZ 250 502 99)

Geschäftsführer: Christian Heise

Verlagsleiter Fachbücher/Zeitschriften: Steven P. Steinkraus

Anzeigenleitung: Irngard Ditzgens (-164) (verantwortlich)

Anzeigenverkauf: Werner Wedekind (-121)

Anzeigenpositionierung: Rita Asseburg (-219)

Anzeigen-Inlandsvertretungen:

Nielsen III a + IV, Verlagsbüro Ilse Weisenstein, Hochwälder Hof  
7a, 55624 Rhaunen, Tel.: 0 65 44/96 42, Fax: 0 65 44/90 99  
Nielsen III b, Verlagsbüro Bernhard Scharnow, Kruppstr. 9, 71069  
Sindelfingen 7, Tel.: 0 70 31/67 17 01, Fax: 0 70 31/67 49 07

Anzeigen-Auslandsvertretungen:

Taiwan: Heise Publishing Taiwan Rep. Office, IF7-1, 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. 16 vom 1. Januar 1994

Vertriebsleitung: Hans-J. Spitzer (-157)

Herstellung/Leitung: Wolfgang Ulber

Sonderdruck-Service: Sabine Schiller (-359)

Druck: C.W. Niemeyer GmbH & Co. KG, Hameln

ELRAD erscheint monatlich.

Einzelpreis DM 7,50 (60,-/sfr 7,50/hfl 10,-/FF 25,-)

Das Jahresabonnement kostet: Inland DM 79,20 (Bezugspreis DM  
61,80 + Versandkosten DM 17,40), Ausland DM 86,40 (Bezugspreis  
DM 58,20 + Versandkosten DM 28,20); Studentenabonnement/Inland  
DM 69,- (Bezugspreis DM 51,60 + Versandkosten DM 17,40),  
Studentenabonnement/Ausland DM 76,80,- (Bezugspreis DM 48,60  
+ Versandkosten DM 28,20).

Studentenabonnements nur gegen Vorlage der Studienbescheinigung.  
Luftpost auf Anfrage, 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 über-  
nächsten Ausgabe möglich.

Kundenkonto in Österreich:

Bank Austria AG Wien, BLZ 12000, Kto.-Nr. 104-105-774/00

Kundenkonto in der Schweiz:

Schweizerischer Bankverein, Zürich, Kto.-Nr. PO-465 060.0

Versand und Abonnementverwaltung:

Abo-Service, Postfach 77 71 12, 30821 Garbsen,  
Telefon: 0 51 37/8 78-754  
Fax: SAZ 0 51 37/87 87 12

Lieferung an Handel (auch für Österreich und die Schweiz):

VPM - Verlagsunion Pabel Moewig KG  
D-65047 Wiesbaden, Telefon: 0 6 11/2 66-0

Eine Haftung für die Richtigkeit der Veröffentlichungen kann trotz  
sorgfältiger Prüfung durch die Redaktion vom Herausgeber nicht  
übernommen werden. Die geltenden gesetzlichen und postalischen  
Bestimmungen bei Erwerb, Errichtung und Inbetriebnahme von  
Sende- und Empfangseinrichtungen sind zu beachten.

Die gewerbliche Nutzung, insbesondere der Schaltpläne und ge-  
druckten Schaltungen, ist nur mit schriftlicher Genehmigung des  
Herausgebers zulässig. Die Zustimmung kann an Bedingungen ge-  
knüpft sein.

Honorierte Arbeiten gehen in das Verfügungsrecht des Verlages  
über. Nachdruck nur mit Genehmigung des Verlages. Mit Übergabe  
der Manuskripte und Bilder an die Redaktion erteilt der Verfasser  
dem Verlag das Exklusivrecht zur Veröffentlichung.

Sämtliche Veröffentlichungen in ELRAD erfolgen ohne Berücksich-  
tigung eines eventuellen Patentschutzes. Warennamen werden ohne  
Gewährleistung einer freien Verwendung benutzt.

Printed in Germany

© Copyright 1994 by Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG

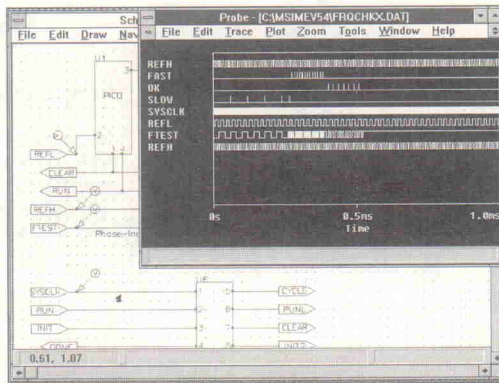
ISSN 0170-1827



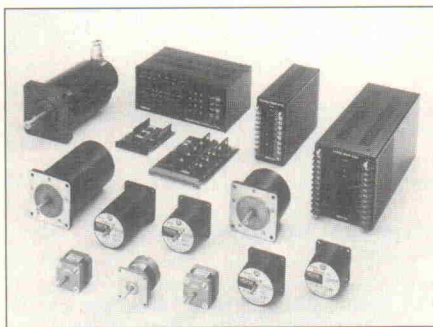


## Neue Serie: Simulationstechnik mit PSpice

Von der nächsten Ausgabe an startet ELRAD eine neue Artikelserie. Sie widmet sich der Analoysimulation bei der Schaltungsentwicklung und wendet sich in erster Linie an Entwickler, die bisher nur wenig Erfahrung mit Simulationstechniken sammeln konnten. Standbein wird die kostenlose Evaluierungsversion des PSpice-Design-Center sein. Sämtliche Schaltungen der Serie sind auf diese Software abgestimmt. Der Kurs behandelt unterschiedliche Analyseformen, das Erstellen von Spice-Grund- und Makromodellen bis hin zur System-



und Mixed-Mode-Simulation. Erweiterte Simulationstechniken wie Konvergenztricks, Bestimmung der s-Parameter oder die Entwicklung spezieller Modelle für Schalter und Leitungen dürften auch für Spice-Kenner ein Leckerbissen sein.

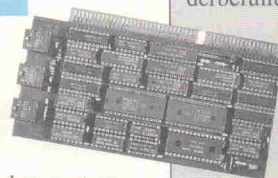


## Test: Schrittmotorsteuerungen für PCs

Im Prinzip ist eine Schrittmotorsteuerung simpelste Digitaltechnik: ein Zähler zeigt auf eine ROM-Tabelle, und die Daten aus diesem ROM steuern die Stränge des Steppers. In der Praxis will der Anwender jedoch variable Geschwindigkeiten und Beschleunigungen sowie Linear- oder gar Zirkularinterpolation realisieren. Wenn dann noch die Ansteuerung per Programmier- oder Grafiksprache gefordert ist, wird es kompliziert. ELRAD nimmt daher in einem Test Steuerungskarten für Schrittmotoren und die passende Software unter die Lupe.

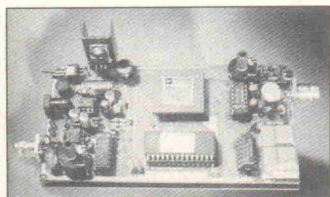
## Projekt: Harddisk-Recording

Hinter diesem Zauberwort verbirgt sich der Umbruch vom analogen 'Schnürsenkel'-Master-Tonband zum digitalen Aufzeichnen und Nachbearbeiten per Rechner und Festplatte. Bisher nur auf Studioebene eingesetzt, ist diese Technik durch Verfügbarkeit spezieller ICs nun auch für 'normale' PCs tauglich. Die im nächsten Heft vorgestellte Einsteckplatine verfügt über zwei optische Eingänge, so daß CD-Spieler, DSR-Tuner oder andere digitale Audioquellen angeschlossen werden können. Ein Ausgang gestattet das Abspeichern bearbeiteter Stereo-Signale auf dem DAT-Recorder, und mit dem Windows-Treiber hat man die Schnittstelle zur Wave-Welt.



## Projekt: Adaptives Filter

Störfrequenzen in Nutzsignalen werden mit Filtern unterdrückt. Das ist bekannt. Störsignale mit veränderlichen Frequenzen lassen sich demnach nur mit frequenzvariablen Filtern unterdrücken – und genau das tut ein adaptives Filter. Aber noch mehr, es stellt sich nämlich auch noch automatisch auf den Störer ein. Neben den Grundlagen steht die Realisierung eines solchen Filters mit einem ADSP-2101-Signalprozessor von Analog Devices im Mittelpunkt des Projekts.



## GPS: Was kann man kaufen?

Nachdem in mehreren Artikel-Folgen das 'Wie' vom Global Positioning System vorgestellt wurde, soll im nächsten Heft das 'Womit und Wozu' Thema sein. Die Übersicht elektronischer Landkarten und preiswerter GPS-Handies sowie Einblicke in professionelle Einsatzgebiete der Umwelttechnik oder Fliegerei zeigen die erstaunliche Bandbreite von GPS-Anwendungen.



## Dies & Das

### Refill-System

Laser- und Inkjet-Drucker erfreuen sich ständig steigender Nachfrage, aufgrund ihres günstigen Anschaffungspreises sind zur Zeit besonders Tintenstrahl-drucker gefragt. Allein in Deutschland werden jährlich rund 500 000 Exemplare der zwischen 350 DM und 3000 DM teuren Tintenstrahl-drucker verkauft. Doch der niedrige Kaufpreis relativiert sich schnell: Je nach Patronentyp ergeben sich – bei einem Durchschnittsverbrauch von jährlich sechs Druckpatronen – Kosten zwischen etwa 240 DM und 320 DM. Damit beträgt der Blattpreis bei Tintenstrahl-druckern durchschnittlich 7,2 Pfennig gegenüber 2,3 Pfennig bei Laserdruckern. Dieser hohe Blattpreis läßt sich nur durch die kontinuierliche Wiederbefüllung der Druckpatronen senken.

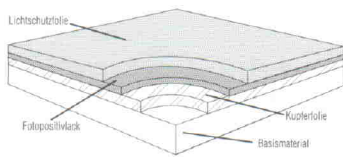
Viele Endverbraucher wollten diesen hohen Kosten durch selbstentwickelte 'Heimwerker'-Methoden zur Wiederbefüllung aus dem Weg gehen, doch die meisten Versuche waren zum Scheitern verurteilt. Auch die Hersteller von Druckpatronen sehen die Refill-Versuche eher ungern; sie sind bestrebt, die Druckpatronen durch komplizierte Über- und Unterdrucksysteme vor der unliebsamen Wiederbefüllung zu schützen.

Aus dem Computerzubehör-Haus Boeder ist nun frohe Kunde zu vernehmen: Mit der neuen 'Ink-Station' können Tintenpatronen nach einem einfachen Baukastenprinzip bis zu 20mal sauber wiederbefüllt werden. Die Ink-Station ist in zwei Ausführungen erhältlich und kostet zusammen mit drei Refills rund 75 DM beziehungsweise etwa 95 DM. Schon mit der Anschaffung einer Ink-Station spart der Verbraucher laut Angabe des Anbieters mindestens 50 DM durch die Wiederbefüllung. Hat man bereits eine solche Nachfüllstation, benötigt man nur noch die Refills, die im Dreierpack kostengünstig angeboten werden.

Boeder AG  
65438 Flörsheim am Main  
☎ 0 61 45/50 22 23  
☎ 0 61 45/50 21 97



# isel® - Rund um die Leiterplatte ... wo Preis und Leistung stimmen



z.B. Eurokarten 1-seitig fotobeschichtet, 100 x 160 mm **2,85 DM / Stück**



## isel-Basismaterial 1. Wahl

- 1,5 mm stark
- Epoxyd oder Pertinax mit 0,035 mm Cu-Auflage
- 1- oder 2-seitige Beschichtung
- Cu blank oder fotopositiv beschichtet

## isel-Arbeitsmaterialien zum Herstellen gedruckter Schaltungen

- Transparentpapier für Vorlagen
- Montagefolie für Vorlagen
- Diazofilme, Transreflexfilme und Umkehrfilme zur Vorlagenerstellung
- Chemikalien zur Leiterplattenherstellung

## isel-Leucht- u. Montagepulte

- mit Montagefläche
- 270 x 190 mm -Typ 1
- 425 x 275 mm -Typ 2
- 575 x 395 mm -Typ 3
- guter Streulichteffect durch Spezialglasscheibe
- Aluminiumgehäuse natur eloxiert

ab **240.- DM**



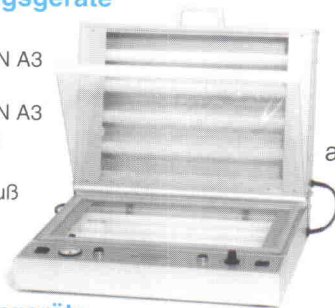
## isel-UV-Belichtungsgeräte

ab **287.- DM**

- mit Belichtungsflächen
- 160 x 250 mm -Typ 1
- 240 x 365 mm -Typ 2
- 350 x 520 mm -Typ 3
- mit elektronischem Zeitschalter
- Aluminiumgehäuse natur eloxiert

## isel-Vakuum-UV-Belichtungsgeräte

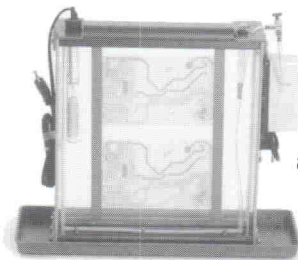
- für einseitige Belichtung mit: Belichtungsfläche DIN A4 oder DIN A3
- für zweiseitige Belichtung mit: Belichtungsfläche DIN A4 oder DIN A3
- mit Zeiteinstellung 6-90 Sekunden und 1-15 Minuten
- Vakuumrahmen mit Selbstverschluss und Schnellbelüftung
- Aluminiumgehäuse natur eloxiert



ab **915.- DM**

## isel-Entwicklungs- und Ätzgeräte

- mit Glasküvette 1 1/4 Liter für Platinen max. 250 x 175 mm
- mit Glasküvette 2 Liter für Platinen max. 250 x 365 mm
- mit Glasküvette 2 1/2 Liter für Platinen max. 250 x 465 mm
- Heizstäbe- und Membranpumpen-Anschluß 220V, 50Hz



ab **190.- DM**

## isel-Gehäuse-Schnellbausätze aus Aluminium natur eloxiert



### isel-Euro-Gehäuse EG 1

L 168 x B 103 x H 42 mm

Boden-/ Abdeckblech glatt

DM **11,85**

### isel-Euro-Gehäuse EG 2

L 168 x B 103 x H 56 mm

Boden-/ Abdeckblech glatt

DM **12,90**



### isel-Euro-Gehäuse EG 10

L 168 x B 103 x H 42 mm

Boden-/ Abdeckblech gelocht

DM **13,50**

### isel-Euro-Gehäuse EG 20

L 168 x B 103 x H 56 mm

Boden-/ Abdeckblech gelocht

DM **14,40**

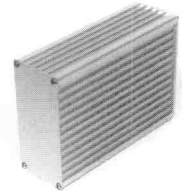


### isel-Euro-Flachgehäuse EFG 1

L 170 x B 113 x H 30 mm

2T-Nuten-Einzüge außen für Gleitmuttern M3

DM **12,95**



### isel-Euro-Kühlrippengehäuse EKG 1

L 168 x B 110 x H 54 mm

DM **15,20**

### isel-Euro-Kühlrippengehäuse EKG 2

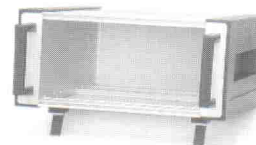
L 168 x B 110 x H 79 mm

DM **18,05**

### isel-Euro-Kühlrippengehäuse EKG 3

L 168 x B 110 x H 104 mm

DM **21,30**



### isel-Systemgehäuse SG 10

3HE, Öffnung 40TE

Seitenteilabdeckung braun, ABS-Gerätegriffe braun

DM **69,50**

### isel-Systemgehäuse SG 19

3HE, Öffnung 84TE

Seitenteilabdeckung braun, ABS-Gerätegriffe braun

DM **100,95**

Preise zuzüglich Versandkosten

•MECHANIK  
•ELEKTRONIK  
•SOFTWARE



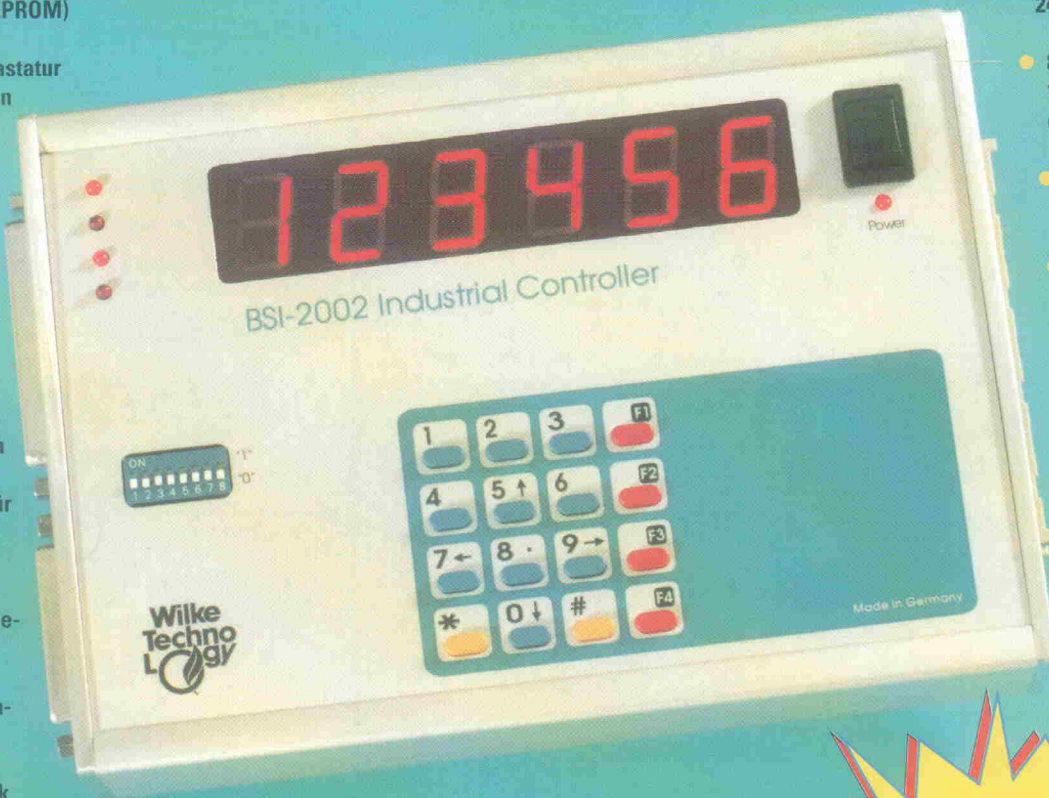
isel automation  
Hugo Isert  
Im Leibolzgraben 16  
D-36 132 Eiterfeld  
Tel.: (06672) 898 0  
Fax: (06672) 898 888



# BASIC Industrie-Computer

Schnellste Resultate • Einmaliges Preis/Leistungs-Verhältnis • Überall einsetzbar

- Vom PC aus immer wieder programmierbar (EEPROM)
- frei verwendbare Tastatur mit Funktions-Tasten
- DIL-Switch Input
- großes Display
- frei verwendbare Status LEDs
- Erweiterungs-Steckplatz für Co-Prozessor und eigene Schaltungen
- DIN-Connectoren für Power- und Daten-Leitungen
- Heavy Duty Industrie-Design
- Ruck-Zuck programmierbar in BASIC
- Low-Power Technik



- 6 x Power Relais 240 VAC / 10 A
- 8 x Open-Collector 100 V / 10 A opto-entkoppelt
- 8 x Eingänge, opto-entkoppelt
- 7 Universal I/O: analog + digital
- Zähler-Eingang
- 8 x TTL-In 8 x TTL-Out
- PC-Anschluß
- RS-232 + RS-485
- Echtzeit-Uhr, batterie-gepuffert

Abb. verkleinert, Maße ca. 197 x 142 x 67 mm

## BSI-2002 Alles dran, alles drin - sofort einsetzbar!

Tatsächlich, der neue Industrie-Controller BSI-2002 ist ein Universal-Steuercomputer der es in sich hat - zu einem "Kaum-zu-Glauben-Preis".

Der BSI-2002 bietet schon in der Grundversion alles was Sie in einer Vielzahl von Anwendungen brauchen. Keine teuren Optionen - alles ist schon inklusive:

- Robuste Aluminium Konstruktion für die Wandmontage, zum Einbau oder als Tischgehäuse verwendbar
- 6 Schalt-Kontakte 240 VAC / 10 A (VDE, UL, CSA)
- 8 Open Collector-Ausgänge 100 V / 10 A - opto-entkoppelt
- 8 galvanisch getrennte Eingänge
- 8 TTL-Eingänge, 8 TTL-Ausgänge
- 1 Counter + 7 Universal I/Os: analog + digital
- großes, helles LED-Display
- frei verwendbare Tastatur mit Funktionstasten
- 8 DIL-Schalter für feste Settings
- Real-Time Clock (batteriegepuffert).
- Erweiterungs-Steckplatz im Gerät für eigene Schaltungen und Co-Prozessor

Die Programmierung des BSI-2002 erfolgt in einem leicht verständlichen BASIC-Dialekt auf dem PC. Immer wieder benötigte Funktionen sind bereits als fertige Kommandos integriert. Der leistungsfähige I/

O-Prozessor bietet zusätzliche Intelligenz bei der Ansteuerung von I/O-Leitungen, Uhr, Tastatur, Display und den Schnittstellen. Die Programm-Übertragung in den BSI-2002 dauert nur Sekunden. Ebenso schnell ist die Installation: Datenleitungen wie Leistungs-Anschlüsse sind über vielpolige Connectoren herausgeführt, die schnellen Austausch des Controllers oder angeschlossener Peripherie erlauben.

Programme im BSI-2002 laufen mit ca. 2000 Befehlen/Sek. ab, es können ca. 80...130 BASIC-Zeilen verwendet werden. Der BSI-2002 wird eingesetzt wo gemessen, geschaltet, überwacht, erinnert, gesichert, gesteuert oder geregelt werden soll. Für die rasche Programm-Entwicklung und den Test gibt es ein spezielles Entwicklungs-System (s.u.); aber auch schon mit dem DFÜ-Paket, das mit der Lieferung des BSI-2002 kommt, ist die Programmierung möglich. Programm erstellen und auf Syntax prüfen erfolgt auf dem eigenen PC, die Compilation wird per Modem auf einem Host durchgeführt. Anschließend kann das compilierte Programm ins Zielsystem übertragen und gestartet werden.

## Das Entwicklungs-System.

Das Entwicklungs-System enthält alles was Sie für den schnellen Erfolg benötigen: die PC-Entwicklungs-Oberfläche mit BASIC-Cross-Compiler, Debug-Tool, einen BSI-2002 Industrie-Computer, sämtliche Kabel und Kleinteile, Netzteil, Wandhalterung, Quick-Test Board, deutsches Handbuch sowie zahlreiche Applikations-Beispiele. Handhabung und Leistung werden Sie begeistern!

**Komplett: ..... 998,- / 1147,70**



## Industrie-Computer.

BSI-2002	(1-2 St.)	.....	398,- / 457,70
BSI-2002	(ab 3 St.)	.....	298,- / 342,70

Ab 100 St. Großabnehmer Konditionen anfordern!

Zubehör:

BSI-2002N	Netzteil 240 V	.....	29,90 / 34,39
BSI-2002H	Wandhalterung	.....	29,90 / 34,39

Elektronik-Entwicklung, Datentechnik  
Industrie-Automatisierung



Wilke Technology GmbH  
Krefelder Str. 147, D-52070 Aachen  
Telefon: 0241 / 15 40 71, Telefax: 0241 / 15 84 75