

# ELRAD

H 5345 E

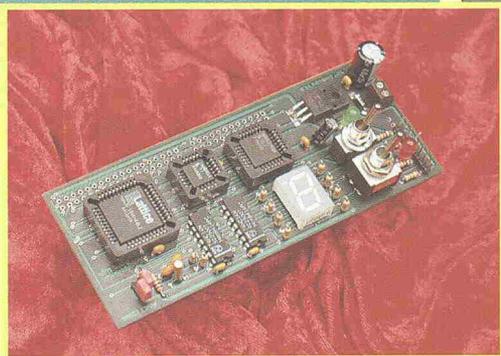
DM 7,50

öS 60,- · sfr 7,50

hfl 10,- · FF 25,-

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

10/94



Projekt: PLD-Entwickler-Kit

Mehr DSP für alle

**TI-Low-Cost-Board für  
TMS320C50-Designs**

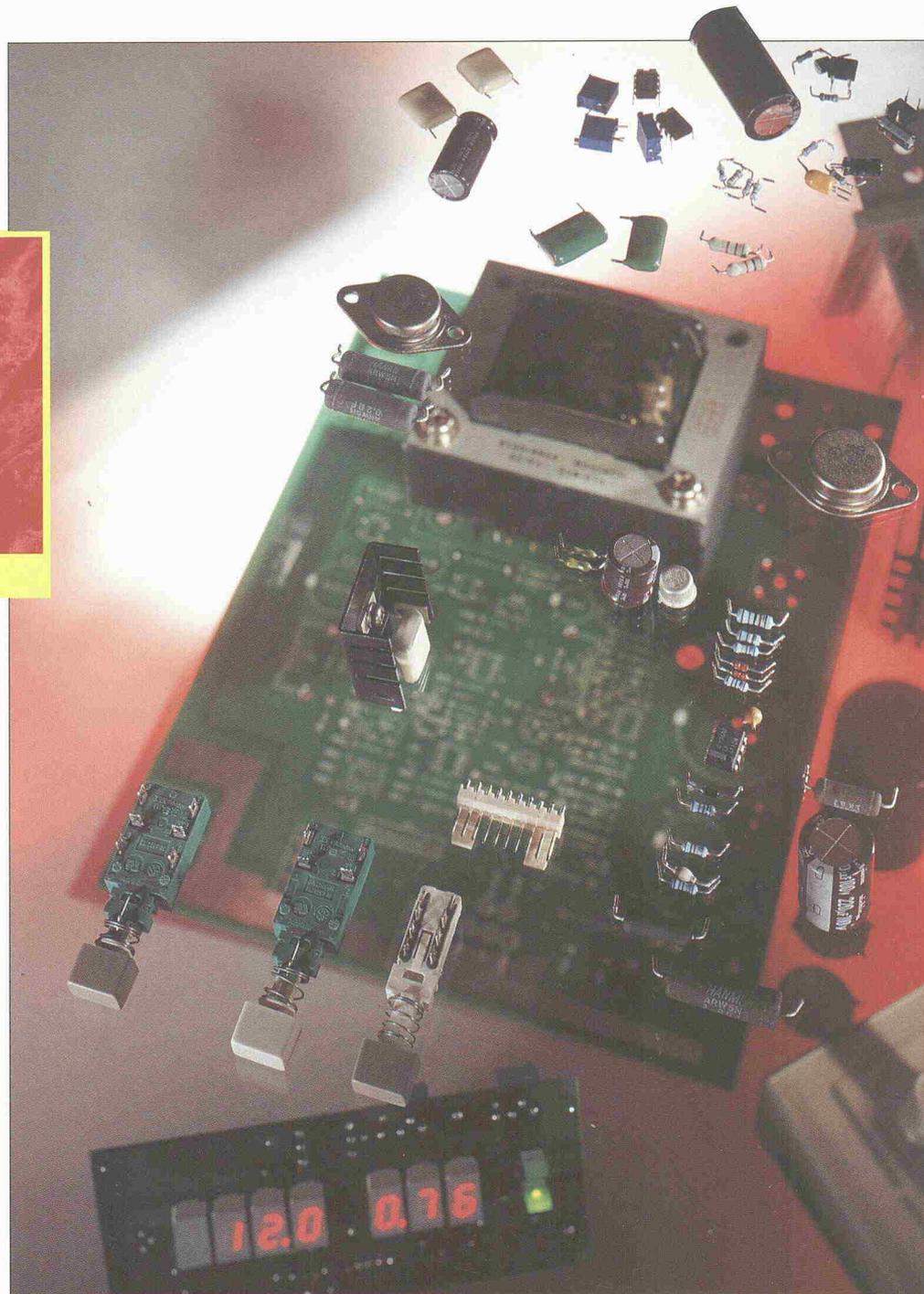
Hast Du keine, bau Dir eine

**4-Bit-CPU in  
programmierbarer Logik**

Kurztests

**Fluke: Kombi-Scope  
PM 3394A**

**National Instruments:  
LabWindows/CVI**



**Untersuchung bis ins Detail**

**Computer Based Training  
Nürnberger Trichter der Zukunft?**

**16 Labornetzgeräte unter 750 Mark**

# KNOW-HOW

Vier Computer- und Elektronik-Titel, die zeigen wo es lang geht. Jeden Monat neu.

**ct** magazin für computer technik

Systemübergreifend und unabhängig: Tests mit Trennschärfe, fundierte Tips für die Praxis, unentbehrliches Grundlagenwissen für anspruchsvolle Anwender und Entwickler.

**GATEWAY**  
MAGAZIN FÜR DATEN- UND TELEKOMMUNIKATION

wendet sich an die Anwender von Netzwerk- und Telekommunikationssystemen im professionellen Umfeld.

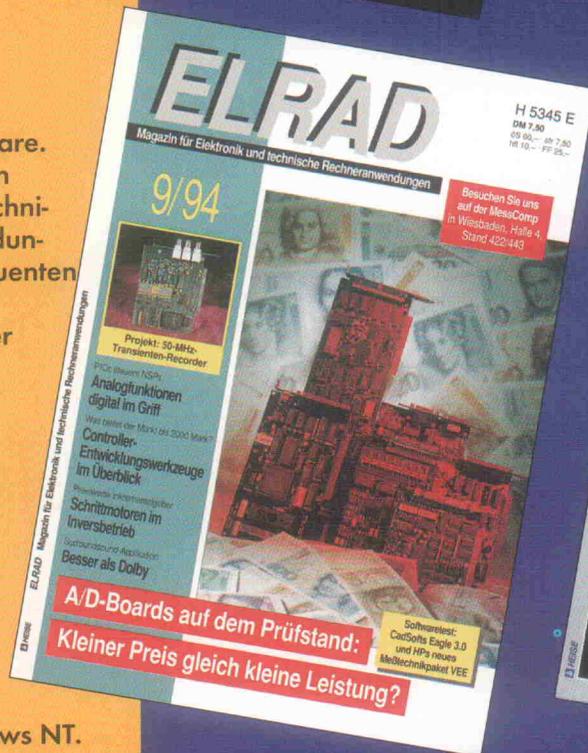
**ELRAD**

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

Gateway zur Hardware. ELRAD, das Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen mit dem konsequenten Praxisbezug - für Entwickler, Anwender und Ausbildung.

**X** MULTIUSER MULTITASKING MAGAZIN

Monat für Monat alles über Unix, Netzwerke, Systemintegration und aktuelle Desktop-Betriebssysteme von OS/2 bis Windows NT.



Überall dort, wo es Zeitschriften gibt.

Oder direkt bei:

Verlag Heinz Heise, Helstorfer Straße 7, 30625 Hannover



# Irgend was vergessen?

Heute 50 000 Gatter auf einem Chip, morgen 100 000 – wer in 74-LS-Kategorien denkt, dem bleibt die Luft weg, wer die einschlägige Fachpresse studiert, weiß natürlich um den Trend im PLD-Markt. Der kennt die dramatischen Wachstumsgrößen, Integrationsdichten, besetzten Marktsegmente – wer wem mit dieser Technologie etwas wegnimmt.

Der weiß, daß er eigentlich schon vor zwei Jahren den Zug verpaßt hat, so er denn nicht aufgesprungen ist. Aber es muß die Frage erlaubt sein, ob das Gros der kleineren Unternehmen überhaupt die Chance hatte, aufzuspringen oder gar in die Nähe des Bahnhofs zu kommen. Worauf würde man sich da einlassen? Von einem standardisierten Entwicklungseinstieg nur der Hauch einer Andeutung. VHDL (V steht für VHSIC = Very High Speed Integrated Circuit, das HDL für

Hardware Discription Language). Das erinnert an den 'Geist von Helsinki', wer immer das war. Die praktische Bedeutung des 'Verbalstandards' wird deutlich, wenn man sich die Entwicklungsumgebungen bedeutender Hersteller der Branche ansieht. Sie haben *auch* eine Schnittstelle zum angeblichen Standard, die aber eigenartigerweise immer ganz am Ende der Programmentwicklung in Angriff genommen wurde. Ansonsten wird alles geboten, was unter dem Schlagwort Design Entry bekannt ist – an erster Stelle natürlich ein eigener Dialekt. Weiter ist mir bis heute – man möge mich korrigieren, wenn ich falsch liege – noch kein deutschsprachiges Datenblatt geschweige denn Handbuch unter die Augen gekommen.

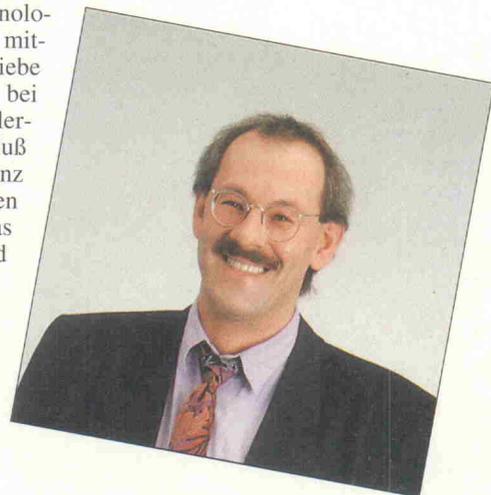
Die Abteilung IIS (Institut für Integrierte Schaltungen) der Fraunhofer-Gesellschaft arbeitet seit etwa einem Jahr daran, PLD-Technologien in klein- und mittelständische Betriebe zu tragen, und ist bei ihrer Arbeit mittlerweile zu dem Schluß gelangt, daß sie ganz von vorne anfangen muß. Es fehlen das Basiswissen und der ausgebildete

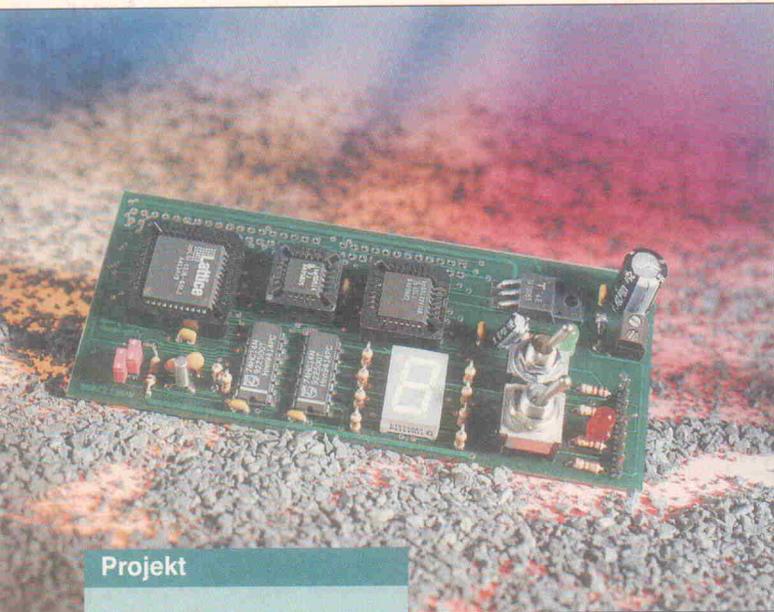
Nachwuchs. Daß man in der Branche anfängt umzudenken und das Geschäft auf eine breitere Basis zu stellen – auch Kleinvieh in großer Stückzahl macht eine Menge Mist –, beweisen die Entwicklungsumgebungen, die auf PCs laufen. Die Zeiten des müden Lächelns, wenn man ohne Workstation unter dem Arm daherkam, sind vorbei. Weiter gibt es Einstiegttools, die mit wenigen Gattern den Weg zu den 100 000 weisen.

Und auch ELRAD will das seine tun, Einstiegshilfe zu leisten. Schlagen Sie bitte Seite 72 auf.

Hartmut Rogge

Hartmut Rogge





## Projekt

### Volks-PLD

Programmierbare Logik, zumal wenn sie den PAL-Level überschreitet, weckt sofort zwei Assoziationen: kompliziert und teuer. Teuer, weil die Entwicklungswerkzeuge, sprich Software und Programmiergeräte, preislich zu den Investitionsgütern gezählt werden müssen. Kompliziert, weil der Kryptologie von Sourcelistings keine Praxiserfahrung entgegenzusetzen ist. Mit dem Projekt Volks-PLD schafft ELRAD Abhilfe. CPLD-Entwicklung ohne Programmiergerät, weil im System programmierbar, und Software zum Nulltarif.

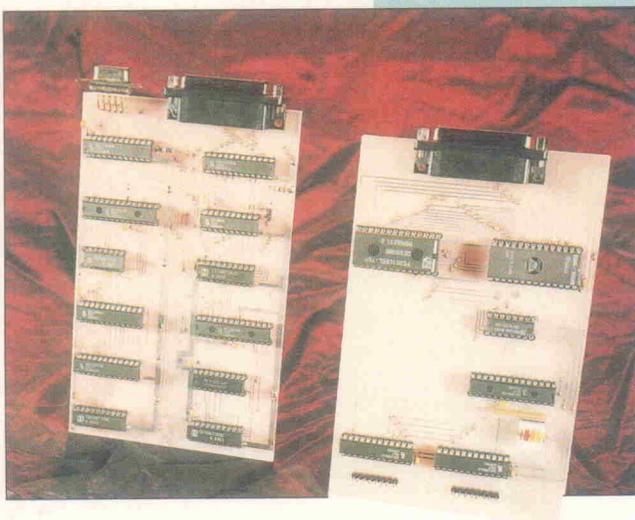
**Seite 72**

## Projekt

### Rechner-Baustelle

Im Mittelpunkt dieser Artikelreihe steht eine 4-Bit-CPU. Am Beispiel eines mit GALs aufgebauten Mikroprozessors (dCPU-4) sollen zum einen interne Abläufe verdeutlicht werden, zum anderen bekommt man aber auch das Know-how, sich seine CPU auf den Leib zu schneiden. Nach theoretischen Erläuterungen zur Konzeption des 'Chips' folgen die schaltungstechnische Umsetzung der Logik sowie der praktische Aufbau. Als weiterer Schritt in Richtung Miniaturisierung folgt die Übertragung des diskreten Aufbaus in einen komplexen programmierbaren Logikbaustein (CPLD).

**Seite 40**

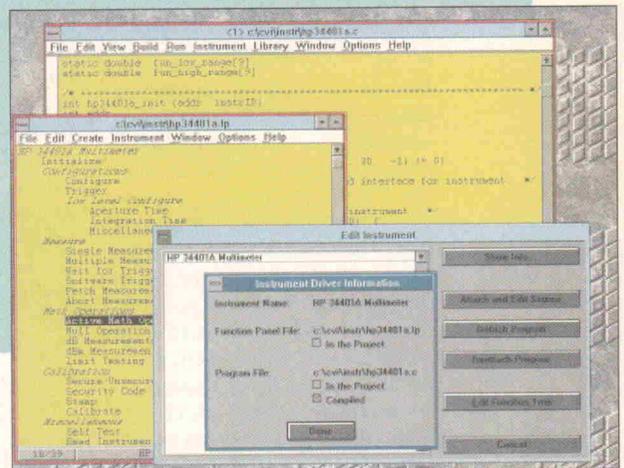


## PreView

### Evolution

Unter dem Kürzel 'CVI' firmiert die aktuelle Release des meßtechnischen Entwicklungspakets Lab-Windows. Verglichen mit älteren Ausgaben unter DOS, verspricht sie einen echten Performance-Schub: Mit komplettem ANSI-C, 32-Bit-Codegenerierung, umfangreichen Funktionsbibliotheken, leistungsfähiger Grafik und schnellen Kompilaten soll CVI neue Betriebssysteme erobern. Einen Eindruck der Windows-Variante vom 'C für Virtuelle Instrumente' gibt's ab

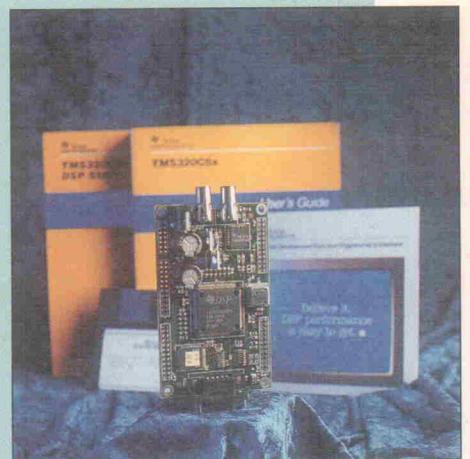
**Seite 28**



## Design Corner

### Mehr DSP für alle

Anfang des Jahres stieß das DSP-Einsteigerkit für den TMS320C26 von Texas Instruments (kurz DSK genannt) auf reges Leserinteresse. Konnte man doch hiermit erste Gehversuche auf dem Gebiet der digitalen Signalverarbeitung machen, ohne sich finanziell ruinieren zu müssen. Jetzt schiebt TI ein ähnliches Kit für den C50 nach. ELRAD untersucht, ob und was das neue DSK mehr kann als der Vorgänger, und beschreibt einen komfortablen Windows-basierten Debugger für das DSK-26 oder DSK-50.



**Seite 24**

## Kunstlehrer

Auch in der technischen Bildung steht so mancher dem Computer skeptisch gegenüber – spätestens wenn er den Lehrer aus Fleisch und Blut ersetzen soll. 'Computer Based Training', kurz: CBT, ist eines der aktuellen Zauberworte beim Versuch, maschinelle Pendanten zum menschlichen Lehrkörper zu etablieren. Doch sind rechner-gestützte Bildungssysteme derzeit in Abarten und Mischformen verbreitet, die oft nur wenig mit 'echtem' CBT gemein haben – vor allem und gerade im technischen Bereich. Wo hier Mensch von Maschine und Soft- von der Hardware zu trennen ist, beschreibt der Report auf

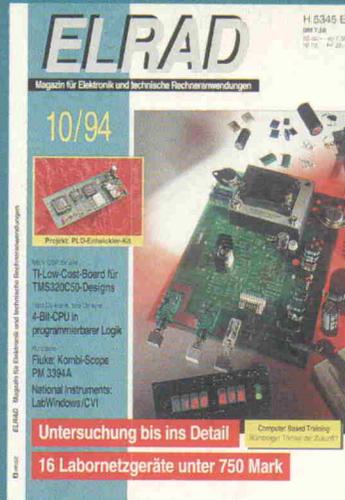
Seite 61

## PreView

## Meß-Spitze

Kann man sich zwischen zwei Alternativen, die für sich gesehen gute Lösungen darstellen, nicht entscheiden, dann nimmt man am besten beides. Dieser Tip gilt 100%ig für Kombioszilloskope, die Meßgeschwindigkeiten guter Analogskops mit den Signalverarbeitungsmöglichkeiten ihrer digitalen Vettern kombinieren. Im Programm des Meßgeräteherstellers Fluke gibt es ein neues Topmodell dieser Gattung: PM 3394A. Die ELRAD-Redaktion hat es sich genau angesehen.

Seite 31



## Test: Labornetzgeräte

Investiert man in sein neues Labornetzgerät ein kleines Vermögen, dann dürften Ausstattung, Leistung und Zuverlässigkeit kaum Wünsche offenlassen. Welchen Gegenwert erhält man jedoch angesichts eines limitierten Budgets? Dazu wurden im ELRAD-Labor 16 Netzgeräte unter 750 DM auf dem Teststand auf 'Trafo und Transistor' geprüft. Mit den Nenndaten aus der Werbung konfrontiert, geriet dabei so manches Modell ins Schwitzen, zumal sie noch ihre Hüllen fallen lassen mußten, um sich einer hochnotpeinlichen Inspektion ihrer inneren Werte zu unterziehen. Ob Geräte dieser Preiskategorie ihr Geld wert sind, lesen Sie auf

Seite 48

## Inhalt 10/94

	Seite
<b>aktuell</b>	
Firmenschriften & Kataloge	8
Stromversorgung	9
Automatisierung	10
Seminare	11
Meßtechnik	12
Sensoren	15
<b>Test</b>	
<i>PreView: Evolution</i>	
LabWindows/CVI von National Instruments	28
<i>PreView: Meß-Spitze</i>	
Kombi-Scope Fluke PM 3394A	31
<i>Viel Strom, wenig Kohle</i>	
16 Labornetzgeräte unter 750 Mark im Test	48
<b>Markt</b>	
<i>Report: Kunstlehrer</i>	
Rechnergestützte Lehrsysteme für die technische Ausbildung	61
<b>Projekt</b>	
<i>Rechner-Baustelle</i>	
4-Bit-Mikroprozessor selbst entwickeln (1)	40
<i>Volks-PLD</i>	
Starter-Kit für Lattice isp1016 (1)	72
<i>Spürnase</i>	
Adaptive Filter in der Signalverarbeitung (3)	78
<i>Quickie</i>	
50-MHz-Transientenrecorder-Karte für PCs (2)	82
<b>Entwicklung</b>	
<i>Design Corner: Mehr DSP für alle</i>	
DSP-Starterkit TMS 320C5x	24
<i>P Spice</i>	
Modellierung mit Spice-Makromodellen	84
<b>Grundlagen</b>	
Fit for Fuzzy?	35
<i>Die ELRAD-Laborblätter</i>	
Operationsverstärker (5)	89
<b>Rubriken</b>	
Editorial	3
Briefe	7
Nachträge und Berichtigungen	7
Radio und TV: Programmtips	14
Die Inserenten	101
Impressum	101
Dies & Das	102
Vorschau	102



## Sparschwein

Zur Antwort auf den Leserbrief von Reelf Monsees in ELRAD 9/94 bekamen wir folgende Zuschrift:

Sie schreiben zu den geschilderten Problemen des Lesers mit dem einzusetzenden GAL16V8, daß die Brennprobleme (vermutlich, *Anm. d. Red.*) auf das verwendete GAL der Firma Lattice zurückzuführen seien.

Hierzu einmal etwas Grundsätzliches: Alle GALs der Firmen Lattice, SGS-Thomson und NSC sind von der Funktion her absolut identisch! Dies muß auch so sein, da der Erfinder der GALs nämlich Lattice heißt und SGS-Thomson beziehungsweise NSC in Lizenz fertigen. Brennprobleme treten somit (wenn überhaupt) nur dann auf, wenn der verwendete Brenner den gewünschten Typ nicht kennt. Die verschiedenen GALs können sich in der Art der Programmierung durchaus unterscheiden, doch hat dies nichts mit den unterschiedlichen Herstellern zu tun, sondern, ob es sich um einen A-, B-, AS- oder sonstigen Typ handelt.

Doch nun die einfache Lösung des 'Problems': Die Pins 15 und 16 können im sogenannten 'Simple Mode' tatsächlich nicht als Eingänge konfiguriert werden. Doch wie wäre es, wenn man statt dessen den allseits geliebten 'Complex Mode' benutzt (SYN=1, ACO=1, ... siehe Lattice Datenbuch 1994, Seite 3-10). In diesem stehen zwar pro Makrozelle nur noch 7 Produktterme zur Verfügung, doch reicht dies im vorliegenden Fall aus. Mit dem achten Produktterm legt man nun die Tri-State-Buffer der Pins 15 und 16 lahm, und der Verwendung der Pins als Eingänge steht nichts mehr im Weg. Hiervon bekommt man als Anwender in der Regel wenig mit, da selbst der primitivste GAL-Compiler normalerweise den Modus (Simple-, Complex- oder Registered Mode) eigenständig wählt. Um von Hand einen Modus festzulegen, muß man verschiedenen PLD-Compilern einen bestimmten GAL-Namen

vorgeben. Zum Beispiel heißt der Complex-Mode unter LOG/iC einfach GAL16V8\_C7, unter ABEL P16V8C, unter OrCAD-PLD 'Complex', usw.

André Gleichner, Essen

*Dem Herrn Monsees konnte ich leider nicht über die Schulter blicken, als er versuchte, sein GAL zu brennen. Auch ich lerne gern dazu, in diesem Sinne danke für Ihre konstruktive Kritik, die wir gern weitergeben. Die EQN- und JEDEC-Datei für das Sparschwein-GAL liegen übrigens seit kurzem in der Mailbox (Area 10, SPAR\_GAL.LZH).* ea

## Kompatibel oder nicht?

Ziemlich kompatibel, ELRAD 7/94, S. 20

Wir haben die Januskarte (eine der ersten) und müssen diese wieder ausbauen, da eine Ausgabe infolge fehlender funktionsfähiger Drucktreiber nicht möglich ist. Zum Beispiel ist es nicht möglich, aus Platon 2.3 und aus Tempus Version 3.0 zu drucken.

Die Firma vhf ist nicht in der Lage, passende Drucktreiber zur Verfügung zu stellen. Ruft man an, erhält man folgende Antwort: 'Zur Zeit haben wir andere Arbeit und können daher keinen Drucktreiber zur Verfügung stellen!' Aus diesem Grunde kann man diese Januskarte nicht empfehlen, schon gar nicht wegen der anderen Fehler.

W. Bräutigam, Mossautal

*Herrn Bräutigams Probleme mit der Druckerausgabe von Janus können nur durch eine Fehlbedienung der jeweiligen Softwarepakete herrühren, genauer gesagt dadurch, daß die Ausgabe nicht über Betriebssystemfunktionen gelenkt wurde.*

*Da das Atari-Betriebssystem sehr langsam ist, haben viele Hersteller zusätzlich eine eigene, schnellere Druckerausgabe in ihre Software eingebaut, die sehr hardwarenah implementiert ist und deshalb meist nicht auf allen Systemen läuft. Die*

*Software gestattet dem Anwender daher in der Regel, dies zu konfigurieren. Bei Tempus Word muß in der 'Druck-Option' lediglich die Ansteuerung auf 'Gemdos' umgestellt werden. So werden nicht mehr die hardwarenahen Tempus-Word-Routinen verwendet, sondern die des Betriebssystems. Beim Leiterplatten-CAD-Programm Platon muß das Timeout in der Konfigurationsdatei auf einen Wert ungleich Null gesetzt werden, um mit Janus drucken zu können. Da die Druckerausgabe in diesen Fällen von den schnellen PC-Funktionen übernommen wird, braucht man auch keine Angst vor einer zu langsamen Druckerausgabe zu haben.*

*Von 'anderen Fehlern' ist uns zur Zeit nichts bekannt. Mit der Kompatibilität ist es sogar so, daß manche Software, die auf anderen Atari-Rechnern nicht läuft, auf der Janus-Karte einwandfrei läuft. Selbstverständlich sind wir aber immer bemüht, Fehler, die leider nie auszuschließen sind, zu beheben und Janus damit noch kompatibler zu machen.*

Frank Benzinger  
vhf Computer GmbH

## Nachträge

### Die Preise purzeln

Visual Instruments, HP VEE for Windows, ELRAD 9/94, S. 28

Alles auf einer Karte, aktuell-Meldung, ELRAD 9/94, S. 17

Kaum war die ELRAD-Ausgabe 9/94 an den Verkaufsstellen, erreichte uns die Nachricht, daß alle VEE-Versionen (Windows, Unix und SunOS) mit 50prozentigem Nachlaß abgegeben werden. In D-Mark bedeutet dies: Die Windows-Vollversion kommt auf 2079 DM, die Runtime-Version hierfür ist für 516 DM zu haben.

Desgleichen veränderte sich auch der Preis der Intelligent-Instrumentation-Karte PCI-20428W zugunsten des Verbrauchers: Anstelle der vermeldeten 1270 Mark sind nun noch 940 DM zu entrichten (alle Preise zzgl. MwSt.).

Die ELRAD-Redaktion behält sich Kürzungen und auszugswise Wiedergabe der Leserbriefe vor.

Briefe

## Technische Anfragen

### Die Sprechstunde der Redaktion ...

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

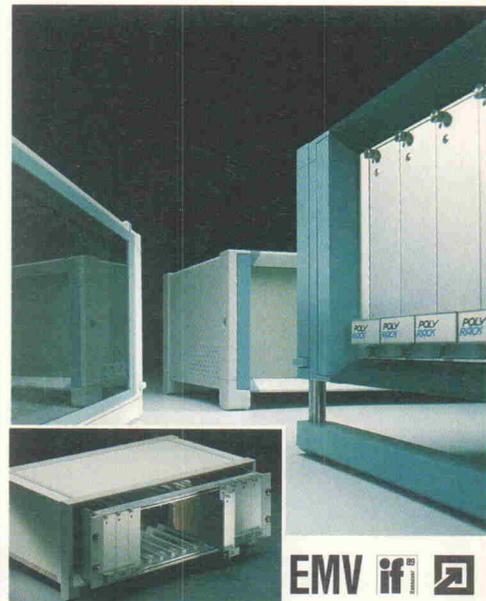
05 11/53 52-400

oder unter den im Impressum angegebenen Durchwahl. Aufgrund der zunehmenden Inanspruchnahme unserer Fragestunde liegt eine zügige Beantwortung im Interesse aller Leser. Deshalb unsere Bitte: Halten Sie die ELRAD-Ausgabe, die den 'fraglichen' Beitrag enthält, unbedingt bereit. Und zwar das vollständige Heft, nicht nur Fotokopien eines einzelnen Beitrags. (Red.)

## Dimension 90 Gehäuse Serien

Ein Design – zwei Grundtypen – zahlreiche Varianten

**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

EMV if

„Dimension 90“ stellt ein innovatives Konzept in der Gehäusetechnik dar. Die variablen Maße nach Kundenwunsch, die stabile Konstruktion und die aktive Form sind wesentliche Merkmale dieser Gehäuseserie.

Zur weiteren Information fordern Sie bitte unseren ausführlichen Katalog an.

Weitere Informationen KEM 100

# DISPLAY

Aktuelle Elektronik auf einen Blick ...

## CE-Zulassungen

Nutzen Sie die fachliche Kompetenz und schnelle Bearbeitungszeit unseres Labors für:

- EMV - Prüfungen nach allen gängigen IEC-, EN-, VDE-, CISPR-, Post- Vorschriften. Prüfungen nach FCC ebenfalls möglich.
- EMV - Modifikationen, Entwicklungen und Beratung. Entwicklungsbegleitend oder wenn ein vorgestelltes Produkt die Anforderungen nicht erfüllt.
- Sicherheitsprüfungen nach vielen internationalen und nationalen Vorschriften und Standards z.B. VDE, UL, CSA, Skandinavische Länder.
- Prüfungen auf Strahlungsarmut und Ergonomie von Bildschirmgeräten nach MPR II und berufsgenossenschaftlichen Vorschriften.
- Prüfungen für Telekommunikationsendgeräte auf Einhaltung der BZT - Zulassungsbedingungen.

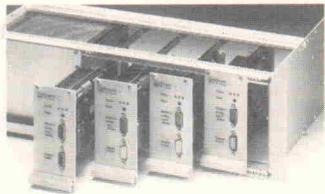
Wir bieten Ihnen auch für Ihr Produkt den preiswerten und schnellen Zugang zu allen gewünschten Prüfzeichen. Weitere Informationen unter:

### Obering. Berg & Lukowiak GmbH

Löhner Str. 157  
32609 Hüllhorst  
Tel. 05744 / 1337  
Fax 05744/2890 oder 4372

## Innovative Schrittmotortechnik

Wir bieten mehr ... als Takt und Richtung ...



- intelligente Schrittmotor-Endstufen
- serielle Schnittstelle zum PC
- dynamischer Mikroschritt-Betrieb
- NC-Toolbox** mit Echtzeittreibern unter DOS und Windows
- NC-Treiber für Schrittmotor- und Servomotoren
- Edi-Tasc** - komplette PC-Steuerungssoftware mit DIN-, Teach-in-, DXF- und HPGL-Verarbeitung, 1-5 Achsen interpolierend
- Proboard** - Leiterplatten-Konturfraßen

Sprechen Sie uns an. Wir beraten Sie gerne.

**MOVTEC**

**Stütz & Wacht GmbH**  
Goldschmiedeschulstraße 6  
75173 Pforzheim  
Tel. 0 72 31/29 96 69  
Fax 0 72 31/29 97 68

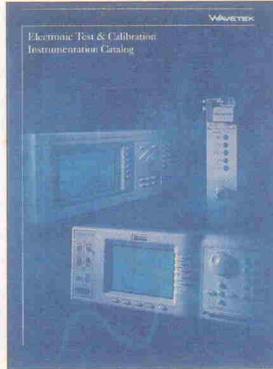
## Meßwerterfassung

für PC XT/AT/386/486

<b>ALL-07</b> Universalprog. f. PAL, GAL, EPLD, MACH, MPU, E/PROM, B/PROM, Betrieb über LPT des Rechners	DM 1748,-	<b>WITIO-48 STANDARD</b> 48*IN/OUT TTL, 3*16Bit Zähler	DM 149,50
<b>ALL-07-PC</b> Universalprogramierer wie ALL-07 Betrieb über eig. Interfacekarte	DM 1539,-	<b>OPTIORE-16 EXTENDED</b> 16*IN über Optokoppler, 16*OUT über Reedrelais, 24*IO TTL, Quarz, Timer	DM 552,-
<b>ADIODA-12 LOWCOST</b> 8*12Bit A/D, prog. Verstärker, dt. Dokumentation, Beispielprog	DM 379,50	<b>OPTIO-16 STANDARD</b> 16 Eingänge über Optokoppler, Handbuch, Beispielprogramme	DM 333,50
<b>WITIO-240 EXTENSIO</b> 240 digitale Ein/Ausgänge, 3*16Bit Abwärtszähler, 8 Interrupteingänge, Quarz	DM 368,-	<b>PCL-745</b> 2 optisierte RS422/485 Schnittstellen, 50000 Baud, IRQ 2.7	DM 471,50
<b>WITIO-240 STANDARD</b> 240*IN/OUT TTL, 3*16Bit Timer, Handbuch, Beispielprogramme	DM 322,-	<b>PCL-744</b> 8 RS232-Schnittstellen, CPU V20 8 MHz, 50.38400 Baud, 8 KByte Dual Port RAM, Windows-Treiber	DM 1138,50
<b>PCL-814</b> 16*14Bit A/D (8us), unip./bipolar, prog. Verstärker, IRQ/DMA-fähig, Pacer, 16*IN TTL, 16*OUT TTL	DM 2179,25	<b>OPTIO-16 EXTENDED</b> 16*IN über Optokoppler, 16*OUT über Optokoppler, 8*IRQ, 24*IO TTL, Quarz, 3*16Bit Abwärtszähler, Waitstate	DM 552,-
<b>RELAIS-16 EXTENDED</b> 32*OUT über Relais, 24*IO TTL	DM 437,-	<b>RELAIS-16 STANDARD</b> 16 Ausgänge über Reedrelais	DM 333,50

**messcomp Datentechnik GmbH**  
Neudecker Str. 11 - 83512 Wasserburg  
Tel. 08071/9187-0 - Fax 08071/9187-40

## Firmenschriften und Kataloge



## Leistungshalbleiter

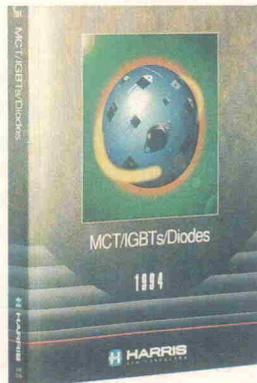
Das neue Datenbuch 'MCT/IGBTs/Dioden' beschreibt ausführlich Leistungshalbleiter von Harris Semiconductors. Es gliedert sich in die Kapitel MOS-gesteuerte Thyristoren, Insulated-Gate-Bipolar-Transistoren, Dioden für allgemeine Anwendungen, superschnelle Einfach- und Doppel-Dioden und Hyperfastdioden. Harris ist der Erfinder der MCT-Technologie und im Besitz wichtiger Patente für IGBTs. Applikationsbeschreibungen, Informationen zum Thema Qualität und Zuverlässigkeit sowie Gehäuse- und Bestellinformationen runden das Datenbuch ab. Das Werk enthält umfangreiche Datenblätter und ist kostenlos verfügbar. Es ist vorzugsweise per Fax zu bestellen bei:

Harris Semiconductor GmbH  
Putzbrunner Str. 69  
81739 München  
☎ 0 89/6 38 13-0  
☎ 0 89/6 37 78 91

## Meßtechnik-Welle

Der Wavetek-Katalog 94/95 zeigt auf 98 Seiten das komplette Angebot des Test- und Meßgeräteherstellers an Generatoren, Kalibratoren, Multimetern, VXI-Boards und Kommunikationsmeßgeräten. Darunter Neuheiten wie das Modell 395, ein universeller digitaler 100-MHz-Funktions-Generator (Arb) oder das Modell 9000, ein Multifunktionskalibrator für Handmultimeter. Auch das Modell 295, ein 50-MHz-Funktionsgenerator mit bis zu vier unabhängigen, frei programmierbaren Kanälen ist beschrieben. Ebenso wird die Produktlinie der VXI-Meßsysteme vorgestellt. Den Katalog gibt es kostenlos, eine Preisliste ist separat erhältlich.

Wavetek GmbH  
Freisinger Str. 34  
85737 Ismaning  
☎ 0 89/96 09 49-0  
☎ 0 89/96 71 70



## Kontakt, bitte

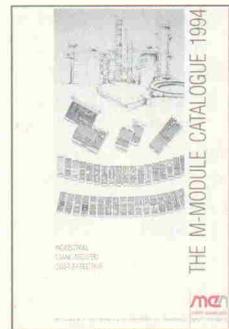
Yamaichi Electronics Deutschland hat sein umfangreiches Programm von

Test- und Burn-in-Sockeln in einem neuen Katalog zusammengefaßt. Zirka 2000 IC-'Untersetzer' (inklusive Derivativen) auch für Chips der neuesten Generation sind mit technischen Zeichnungen und Maßen dargestellt. Besonders wichtig sind die Tabellen, mit deren Hilfe der Entwickler sehr einfach den passenden Sockel finden kann. Rückfragen bei Yamaichi sollen sich so erübrigen. Der 78seitige Katalog ist kostenlos erhältlich. Die Preisliste kann separat bezogen werden.

Yamaichi Electronics Deutschland GmbH  
Karl-Schmid-Str. 9  
81829 München  
☎ 0 89/45 10 21-0  
☎ 0 89/45 10 21-10

## M-Module

Die neue Ausgabe des M-Modul-Katalogs von men mikro elektronik liegt druckfrisch vor. Das 72seitige Update enthält neben den Beschreibungen neuer M-Module ein Kapitel mit Ankündigungen, eine Liste der verfügbaren Treiber-Software sowie Hardware-Funktionsstabellen und ein optimiertes Suchregister.

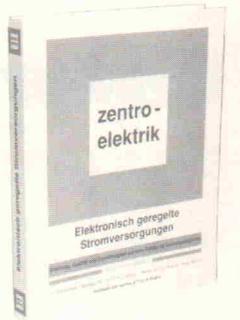


men mikro elektronik  
GmbH  
Wiesentalstraße 40  
90419 Nürnberg  
☎ 09 11/9 93 35-0  
☎ 09 11/9 93 35-99

## Stromversorgungen

In neuer, praxisgerechter Aufmachung stellt Zentro-Elektrik seinen Katalog über Stromversorgungen vor. Eine tabellarische Produktübersicht ermöglicht eine gezielte Auswahl von Einbaunetzgeräten, Steckkarten und Labornetzgeräten anhand der gewünschten Leistungs- und Regeldaten. Der zweite Teil des Katalogs enthält die ausführlichen Gerätedaten einschließlich der Maßskizzen für den Einbau. Interessenten können den Katalog kostenlos abrufen.

Zentro-Elektrik GmbH KG  
Postfach 20 70  
75120 Pforzheim  
☎ 0 72 31/4 52 03  
☎ 0 72 31/4 42 05



aktuell



TEST/BURN-IN IC SOCKETS

## Stromversorgung

### Strom ohne Steckdose

Powerhouse hat die unterbrechungsfreien Stromversorgungen der Produktreihe EMP in 19-Zoll-Gehäuse von Knürr verpackt. Damit eignen sich diese USVs im Leistungsbereich von 400 bis 2000 VA auch für industrielle Anwendungen im 19-Zoll-Rack. Bis zu 1250 VA kommen Rahmen mit 4HE zum Einsatz, darüber sind zwei Gehäuse mit je 4HE nötig. Die Online-Versorgungen weisen eine sinusförmige Stromaufnahme gemäß IEC 555 auf und erlauben eine Überbrückungszeit von 10 bis 20 Minuten je nach angeschlossener Last. Mit zusätzlichen Batterien läßt sich dieser Zeitraum bis auf 2 Stunden erweitern. Optional ist für diese Geräte eine RS-232-Schnittstelle erhältlich.

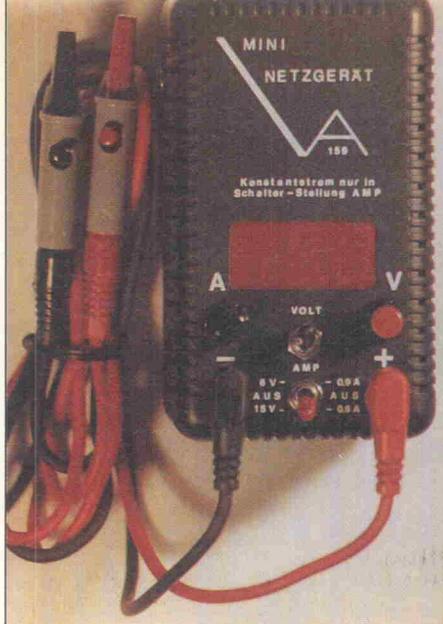
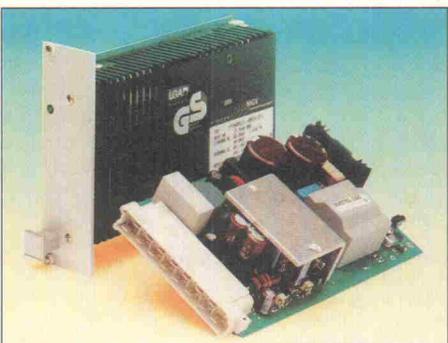
Powerhouse GmbH  
Föhlinger Allee 5  
85774 Unterföhring  
☎ 0 89/9 50 69 60  
☎ 0 89/9 50 69 61



### Strom zum Einstecken

Einen 3HE-Steckplatz im 19-Zoll-Rack benötigen die Dreifach-Netzteile des Typs P3051 von MGV aus München. Das Gerät arbeitet mit Eingangsspannungen von 99 bis 264 VAC und hat 60 W Ausgangsleistung, die sich auf 5 V/7 A, +12 V/1,5 A und -12 V/0,5 A aufteilen. Auf Anfrage modifiziert MGV das Gerät auch auf andere Ausgangsspannungen. Die Stromversorgung ist vorlastfrei, dauerkurzschlußfest und überspannungsgeschützt. MGV gewährt drei Jahre Garantie auf diese Serie. Der Preis für das P3051 beträgt 561 DM.

MGV GmbH  
Bayerwaldstraße 27  
81737 München  
☎ 0 89/67 80 90-0  
☎ 0 89/67 80 90 80



### Strom aus der Steckdose

Normalerweise gilt der Spruch 'Der Strom kommt aus der Steckdose' ja nur für Wechselstrom. Mit dem Westentaschen-Netzgerät VA-159 kommt allerdings auch der Gleichstrom fast direkt aus der Steckdose. Die etwas ungewöhnliche Ausführung schließt die Lücke zwischen Steckernetzteil und Laborgerät. Spannung und Strom lassen sich stufenlos einstellen; die Anzeige erfolgt über ein dreistelliges LED-Display. Von 0 bis 6 V liefert das Gerät maximal 0,9 A. In der Einstellung 0 bis 15 V beträgt der maximale Strom 0,6 A. Eine Strombegrenzung ist von 0,02...bis 0,9 A digital einstellbar. Der Preis für dieses Netzgerät beträgt 158 DM. Als passendes Zubehör wird für 19,80 DM ein hochflexibles Stromkabel mit Abgreifklemmen angeboten.

KS-Versand  
Friedensstraße 22  
61440 Oberursel  
☎ 0 61 71/5 92 22

### Strom versteckt

Satte 40 A Spitzenstrom versteckt die Firma Stabo in ihrem Netzgerät PS 40. In nur 280 x 140 x 205 mm verpackt der in der Funktechnik bekannte Hersteller bei 32 A Dauerlast eine stolze Leistung von maximal 480 W. Die Ausgangsspannung ist zwischen 1 und 15 V stufenlos einstellbar. Außer den beiden Hauptanschlußbuchsen stehen noch vier Kastenklammern zum Anschluß weiterer Geräte zur Verfügung. Zwei große Drehspulinstrumente geben Auskunft über Strom und Spannung. Die unverbindliche Preisempfehlung des Herstellers beträgt 498 DM inklusive Mehrwertsteuer (Bezug über den Fachhandel). Unter der Bezeichnung PS 40T ist das Netzteil auch mit einem integrierten Modul für Pufferladung (Trickle-Loading) erhältlich, um in Verbindung mit separaten Akkus den Aufbau einer unterbrechungsfreien Stromversorgung zu ermöglichen.

Stabo Elektronik GmbH & Co.KG  
Münchewiese 14-16  
31137 Hildesheim  
☎ 0 51 21/7 62 0-0  
☎ 0 51 21/51 68 47

# SCHADE,

wenn Sie als Elektronikentwickler sich gleiche Teile immer wieder neu entwickeln müssen.

**Die Alternative:** das VARIANTEN- und MODUL-Konzept von top-CAD, dem durchgängigen Entwicklungssystem für Stromlaufplanerstellung und Leiterplatten-Layout! Es erlaubt Ihnen 250 verschiedene Bestückungs- und Technologie-Varianten auf einer Basisplatte. Das bedeutet für Sie:

- ◆ Schnellere Reaktion auf technische Änderungen
- ◆ Zeitgewinn bei der Markteinführung von Produkten
- ◆ Vermeidung von hohen Lagerbeständen durch Flexibilität bei der Fertigung

**Fordern Sie die detaillierten Unterlagen an – rufen Sie jetzt an!**

#### top-CAD Händler

##### Mensch und Maschine

Erkrath/Düsseldorf, Tel. 02 11/24 10 66  
Stuttgart, Tel. 07 11/42 40 62  
Hamburg, Tel. 0 40/43 60 96

##### PRO DESIGN

Ottobrunn, Tel. 0 89/6 09 90 14  
Berlin, Tel. 0 30/24 30 31 52  
Aachen, Tel. 02 41/87 29 89

##### PESCHGES VARIOMETER GmbH

Aachen, Tel. 02 41/56 30 21

##### GAUCH + STURM GmbH

Mannheim, Tel. 06 21/85 00 40

##### WILFRIED H. H. REMMERS

Hamburg, Tel. 0 41 05/8 34 00

##### Schweiz:

##### NEUKOM & DÖRR AG

Eschlikon,  
Tel. 00 41/73/43 20 39

##### Österreich:

Selb OEG, Bad Vöslau,  
Tel. 00 43/22 52/7 60 95



Ron Burrage, fotografiert von M. Leis

**SPEA**  
VIDEO SEVEN

SPEA SOFTWARE AG  
Moosstr. 18b · D-82319 Starnberg  
Tel. 0 81 51/266-223 · Fax 0 81 51/2 82 43

## Neu zur Buchmesse '94

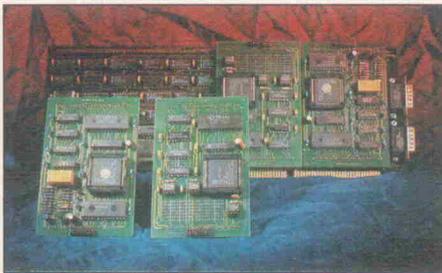


Computer gehören zu unserer Wirklichkeit. Für Kinder ist der Kontakt zu ihnen so selbstverständlich wie Fahrradfahren oder Fernsehen. Verändert der Computer Schule und Lernen? Wollen Eltern und Schule den Computer überhaupt zur Kenntnis nehmen und in ein neues Lernen integrieren? Antworten auf solche provokativen Fragen bietet die Revolution des Lernens des LOGO-Erfinders Seymour Papert. Dabei geht es ihm um die sinnvolle Integration der neuen Technologie in ein kindgerechtes Umfeld, das die Lehrer aber auch die Eltern mit prägen müssen. Ob man Papert zustimmt oder nicht: Lehrer, Eltern, ja alle pädagogisch Interessierten müssen sich mit der Revolution des Lernens auseinandersetzen.

1. Auflage 1994  
Gebunden, ca. 200 Seiten  
ca. DM 48,-/öS 374,-/sfr 48,-  
ISBN 3-88229-041-2

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

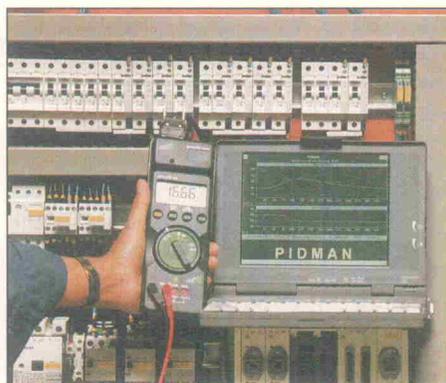
## Automatisierung



### CAN mal 4

Mit der AT-Bus-Slotkarte A3S-103 bietet die Firma WSW eine flexible Lösung für die industrielle Vernetzung an. Die Karte beherbergt maximal vier Module für CAN oder RS-485, letzteres für den Bitbus oder ein WSW-eigenes Protokoll. Jedes der Module basiert auf einem Mikrocontroller 80C552 und enthält 32 KB Speicher. Der Datenaustausch mit dem PC geschieht modulweise über ein 8 KB großes gemultiplextes RAM. Im PC-I/O-Adressraum belegt die Karte 8 Byte, der IRQ ist zwischen 3, 4, 5, 7, 9... 12 und 15 wählbar. Zur Programmierung stehen Treiberbibliotheken in C für DOS und SCO Unix System V zur Verfügung. Diese stellen Funktionen zum Laden von Programmen in die Module, den Nachrichtenaustausch zwischen Modulen und PC sowie Protokolle für CAN und RF- wie auch Stromnetzmodems bereit. In der Grundausstattung mit einem CAN-Modul kostet die A3S-103 DM 1375,-, weitere CAN-Module kommen auf DM 189,- und RS-485-Module sind für DM 175,- (jeweils zuzüglich Mehrwertsteuer) erhältlich.

WSW - Ing.-Büro Wittmann  
Bodenseestr. 216  
81243 München  
☎ 0 89/87 00 86  
☎ 0 89/8 71 45 60

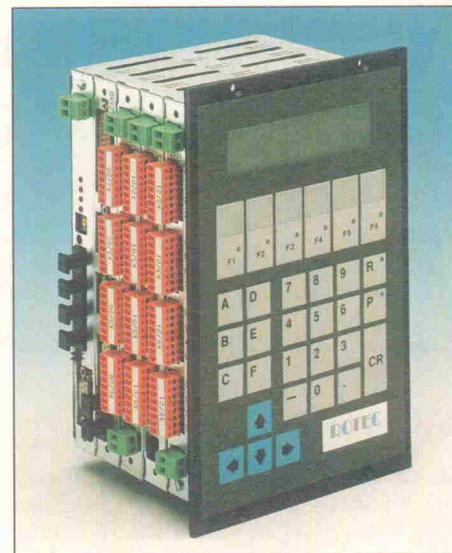


### Regler optimieren

Das Produkt PIDMan des Ingenieurbüros Dr. Schulz ermöglicht die Qualitätssicherung und Optimierung von Regelungen. Die Software besteht aus einer hierarchisch gegliederten Datenbank, Meßdatenerfassung, Systemidentifikation, Reglereinstellalgorithmus und Simulation. Das System eignet sich gleichermaßen für Analog-, Digital-, Kompaktregler und SPS-Regelungen. Mittels sta-

tistischer Analysen und regelungstechnischer Auswertung der Anlagensignale kann die Qualität und Effizienz von Regelungen ermittelt werden. Das Programm generiert Einstell- sowie Prüfprotokolle und ermöglicht auch die Überprüfung des Verhaltens adaptiver oder selbststellender Regler. PIDMan ist für allgemein verzögernde Strecken, Strecken ohne Ausgleich und schwingfähige Strecken einsetzbar. Zur Optimierung des Regelkreises kann der Anwender das Einstellziel wählen: schnellstmöglich mit Überschwingen, normal schnell (betraglineares Optimum), ohne Überschwingen oder gedämpft. Die Erfassung der Anlagensignale geschieht wahlweise über Handmultimeter (PeakTech, METRA-Hit) oder ein ScopeMeter PM97, die per RS-232 mit dem PC verbunden werden. Nähere Informationen zu PIDMan gibt:

Ing.-Büro Dr. Schulz  
Am Heisterbach 83  
44265 Dortmund  
☎ 02 31/4 70 73  
☎ 02 31/47 98 20



### Kompaktsteuerung für Kleinmaschinen

Die RTC500 des Hauses ROTEC stellt eine vor allem auf den Maschinenbau abgestimmte Kleinststeuerung dar. Das Grundgerät besteht aus einem Gehäuse für fünf Einschubmodule zu 190 x 120 mm sowie einem aufgesetzten Terminal. Als Einschubmodule stehen neben der CPU mit zwei seriellen LWL-Schnittstellen und wahlweise einem RS-232-Interface verschiedene I/O-Module zu 16 oder 32 Ein-/Ausgängen in 24-V-Technik zur Verfügung. Darunter findet sich beispielsweise eine 2-Achs-Karte oder ein VME-Controller-Interface. Die 2-Achs-Karte ermöglicht der CPU, zwei Gleich- oder Wechselspannungsmotoren in Verbindung mit Inkrementalgebern auf den Punkt zu positionieren. Weitere Auskünfte zur RTC500 sind erhältlich bei:

ROTEC Industrieautomation GmbH  
Postfach 2144  
76411 Rastatt  
☎ 0 72 22/10 08-0  
☎ 0 72 22/10 08-10

## Seminare

### Boundary Scan

Um den Einsatz von In-Circuit- und On-Chip-Testverfahren von Elektronikschaltungen und -bausteinen gemäß den Spezifikationen der Joint Test Action Group (JTAG) geht es in einem Seminar der Firma Göpel Electronic. Unter dem Motto 'Boundary Scan in Theorie und Praxis' sollen sowohl der aktuelle Stand der Technik als auch zukünftige Anwendungsbereiche des Boun-

dary Scan Tests zur Sprache kommen. Die zweitägige Veranstaltung findet in Jena statt. Termin ist der 29. und 30. November. Die Seminargebühr beträgt 1600 DM pro Teilnehmer (zzgl. MwSt.).

Göpel Electronic GmbH  
Leutragraben 8a  
07743 Jena  
☎ 0 36 41/5 55 97  
☎ 0 36 41/5 55 37

## VHDL Basics

Für Chip-Entwickler bietet die Firma Siemens eine zweitägige Einführung in die Grundlagen der Very High Definition Language (VHDL) an. Zu den Inhalten des Seminars zählen unter anderem wesentliche Sprachkonstrukte der VHDL, die Modellierung des Zeitverhaltens sowie ein Überblick über die am Markt verfügbaren VHDL-Werkzeuge. Die Teilnehmer sollten Kenntnisse im CAD-gestützten Entwurf digitaler Hardware mitbringen und über grundlegende Erfahrun-

gen mit einer Programmier- oder Hardwarebeschreibungssprache verfügen. Das Seminar findet vom 19. bis zum 21. 10. 94 in Lengries statt. Kursbeginn ist am Abend des Anreisetages, sofern man 1700 DM (zzgl. MwSt.) für Kurs, zwei Übernachtungen und Verpflegung überwiesen hat.

Siemens AG  
ZFE ST ACS 13, Frau Wenzl  
Otto-Hahn-Ring 6  
81739 München  
☎ 0 89/63 64 44-15  
☎ 0 89/63 64 44-24

### DSPs in der Praxis

Am 27. und 28. September veranstaltet das Magazin Design & Elektronik im Hotel Holiday Inn in München sein jährliches Entwicklerforum: 'DSPs in der Praxis – Architekturen, Werkzeuge, Software und Applikationen'. Vertreten sind dabei die wichtigsten DSP-Chip-Hersteller sowie Anwender und Entwickler, die in Vorträgen und Demonstrationen über ihre neusten Produkte berichten. Die Teilnehmergebühr für diese – mit einer Ausstellung gekoppelten – Veranstaltung beträgt 580 D-Mark (280 D-Mark für Studenten) zuzüglich Mehrwertsteuer. Die Anmeldung erfolgt bei:

Design & Elektronik  
MagnaMedia Verlag AG  
Martina Esche  
Postfach 13 04  
85531 Haar bei München  
☎ 0 89/46 13-1 39

### Kommunikations- Meßtechnik

Rund um die Kommunikations-Meßtechnik geht es beim Entwicklerforum am 11. Oktober im Hotel City Hilton in München. Im Mittelpunkt dieser Veranstaltung steht die ATM-, SDH- und Mobilfunk-Meßtechnik. Die Tagungsgebühr beträgt 280 D-Mark, wobei Studenten 180 D-Mark zahlen. Die Preise verstehen sich zuzüglich Mehrwertsteuer. Zur Anmeldung für diese Veranstaltung wendet man sich an:

Design & Elektronik  
MagnaMedia Verlag AG  
Martina Esche  
Postfach 13 04  
85531 Haar bei München  
☎ 0 89/46 13-1 39

Neue Version!

## EAGLE 3.0

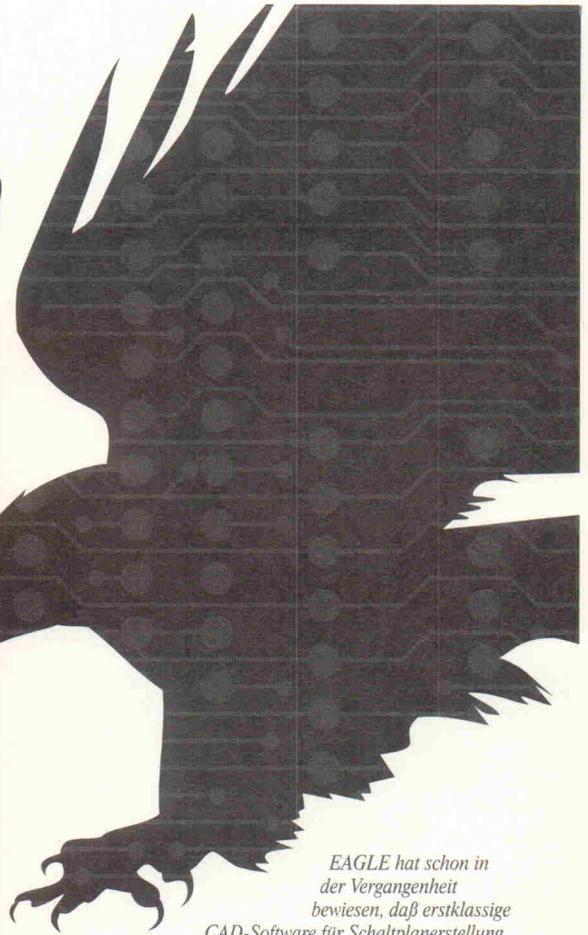
Schaltplan - Layout - Autorouter

Jetzt mit  
32-Bit-Power.

Zu  
Low-cost-Preisen  
wie bisher.

Neu:  
- Polygone füllen  
- Copper Pouring  
und mehr!

Demopak mit Original-Handbuch	25,30
Layout-Editor	851,00
mit Bibliotheken, Ausgabetreibern 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.

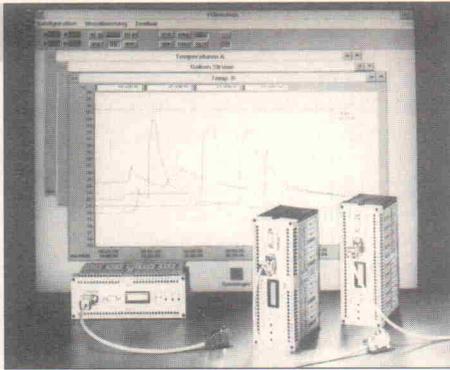
 CadSoft

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

## Meßtechnik

### Von ferne ...

... messen ermöglicht die Firma Delphin Systeme mit ihrer Message-Hard- und Software. Die Message-Geräte nehmen über einen 2-Draht-Bus gemäß RS-485 mit der seriellen Schnittstelle eines PC Verbindung auf. Die maximale Buslänge beträgt dabei 1,4 km. Als Protokoll kommt ein firmeneigenes zum Einsatz, Profibus-FMS und Sinec-H1 befinden sich in Vorbereitung. Ein Message-Grundgerät (DM 1680,-) nimmt maximal zwei Ein- respektive Ausgangsmodule auf: Zur Verfügung stehen analoge und digitale Versionen wie auch Frequenz- oder Zählermodule, die ab DM 680,- kosten. Die Message-Software läuft unter Windows und ist zwecks Datenaustausch mit anderen Windows-Applikationen DDE-fähig. Die



Grundversion für ein Gerät – welche bereits eine Programmierung von Steuerungsprozessen ermöglicht – ist DM 800,- teuer, die Variante zur Bedienung beliebig vieler Meßmodule kommt auf DM 2800,- und die Multiprocessing-Version, die mehrere Anlagenprozesse getrennt verwalten und visualisieren kann, liegt bei DM 4800,- (alle Preise zzgl. MwSt.). Nähere Auskünfte erteilt:

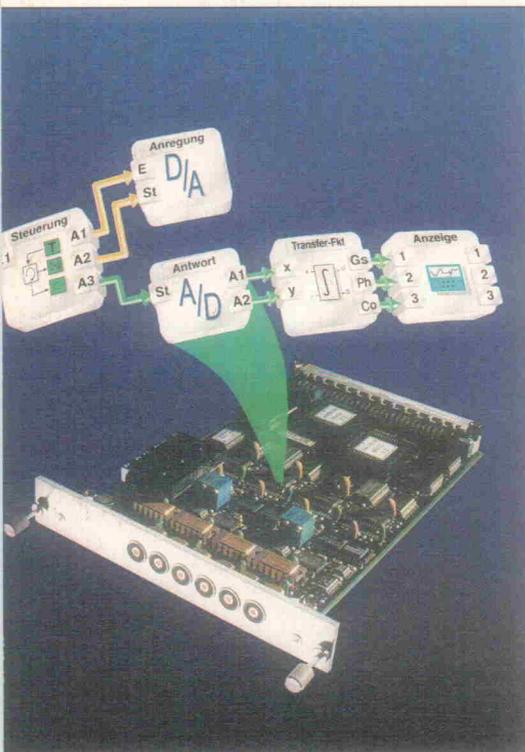
Delphin Systeme GmbH  
Offermansheider Str. 184  
51515 Kürten  
☎ 0 22 07/60 96  
☎ 0 22 07/60 98

### Simultane Datenerfassung

Möchte man auf mehreren Kanälen in einem synchronen Zeitraster Meßwerte erfassen, dann bietet sich die Meßwertfassungskarte 'I/O PORT H109' der Firma Kinzinger an. Diese Karte besitzt vier unabhängige

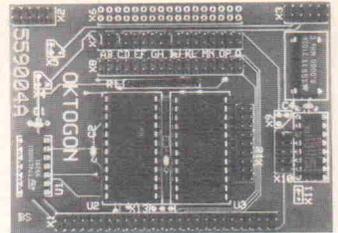
Kanäle, die man jeweils mit einer Abtastfrequenz von 330 kHz betreiben kann. Die Eingangsspannungsbereich beträgt dabei  $\pm 10$  V. Jeder Kanal wird durch einen programmierbaren 12 Bit breiten ADC realisiert, dem ein programmierbarer Verstärker samt Antialiasing-Filter vorgeschaltet ist. Darüber hinaus verfügt die Platine über einen 2 KByte umfassenden FIFO-Speicher, der auf insgesamt 32 KB aufgerüstet werden kann. Ein externer Takteingang ist ebenso Bestandteil der Meßwertfassungskarte wie ein Trigger- und Synchronisationseingang. Nähere Auskünfte erhält man von:

Kinzinger Systeme GmbH  
Industriestraße 15  
76437 Rastatt  
☎ 0 72 22/9 54 50  
☎ 0 72 22/95 45 99



### Eins, zwei, ...

Präzise und über einen langen Zeitraum zählen – das ist die Spezialität des von Oktogon entwickelten Timer-/Zähler-Moduls. Auf der Platine finden sechs unabhängig voneinander programmierbare Timer Platz, die mit einer maximalen Frequenz von 8 MHz arbeiten. Alle Zähler sind ein- und ausgangseitig TTL-kompatibel und lassen sich mittels Gate-Eingang aktivieren oder stoppen. Dank der Kaskadierbarkeit sind so auch lange Timer-Zeiten möglich. Als Quelle für das Clock-Signal kann man wahlweise den moduleigenen Quarzoszillator, den PC-Takt oder eine externe Frequenz nutzen. Um das Timer-/Zähler-Modul im PC einsetzen zu können, bietet der Hersteller zwei Trägerkarten an, die für zwei beziehungsweise



vier Module ausgelegt sind. Auf diese Basiskarten können auch andere Subsysteme – wie Zähler für Drehgeber, A/D- und D/A-Wandler oder Schrittmotorsteuerungen – gesteckt werden. Das Timer-/Zähler-Modul selbst kostet 235 DM, die kleine PC-Basiskarte schlägt mit 345 DM zu Buche. Die genannten Preise verstehen sich zuzüglich Mehrwertsteuer. Weitere Informationen gibt:

Oktogon – G. Balzarek GbR  
Hauptstraße 43  
68259 Mannheim  
☎ 06 21/79 89 42  
☎ 06 21/79 26 44

### Zwei Dutzend Bit

Das hochauflösende Datenerfassungssystem Modell 201 des amerikanischen Herstellers Lawson Labs befindet sich im Vertrieb der Firma Lascar Electronics. Das Modell 201 verfügt in der Grundversion über 6 analoge differentielle Eingänge für  $\pm 5$  V oder 0...5 V. Die Eingangsimpedanz liegt bei 100 G $\Omega$  und die Verstärkung ist in sieben Stufen in 2er-Potenzen zwischen 1 und 128 programmierbar. Die Meßrate liegt bei unter 1 Hz bis über 300 Hz. Bei einer Messung pro Sekunde beträgt das effektive Rauschen (RMS Noise) etwa 2 Counts, was einer effektiven Auflösung von 23 Bit entspricht. Die Monotonie des eingesetzten A/D-Wandlers geht bis 24 Bit.

Bei höheren Meßraten geht die effektive Auflösung zurück: so erreicht der Umsetzer bei 100 Hz noch 19 Bit. Zur Versorgung erfordert das Board eine Gleichspannung von 11,5 V bis 50 V bei 18 mA Stromaufnahme, die im 'Sleepmode' auf 2 mA zurückgeht. Die Ausgabe der Wandlungsergebnisse geschieht über eine optisch isolierte RS-232-Schnittstelle. Software für IBM-PCs gehört zum Lieferumfang. Das Modell 201 ist für DM 1195,- (zzgl. MwSt.) erhältlich bei:

Lascar Electronics P&V GmbH  
Vordere Kirchstraße 4  
72184 Eutingen  
☎ 0 74 59/12 71  
☎ 0 74 59/24 71

### Mini-Volt

Ein kompaktes Digitalvoltmeter stellt das Haus Datel mit dem DMS-40LCD vor. Das 4,5stellige Modul kommt im 23 x 53 x 11 mm kleinen Plastikgehäuse daher und mißt Gleichspannungen in zwei aus vier wählbaren Bereichen zwischen  $\pm 200$  mV und 200 V Endwert. Neben dem Signaleingang verfügt das Modul über Steuerungseingänge für Display-Hold und Bereichsumschaltung. Die Eingangsimpedanz liegt bei 1 G $\Omega$ , die Langzeitdrift beträgt 0,005 % und einsetzbar ist das Gerät von 0 °C bis 50 °C. Als Hilfsspannung benötigt das DVM +5 V

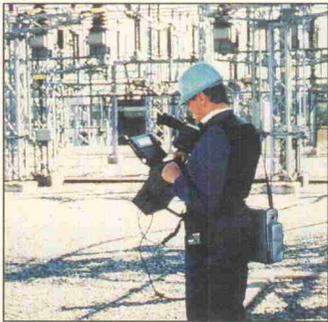


bei typisch 2,5 mA, die 9-V-Variante kommt mit 1,5 mA aus. Bei Modellen mit hinterleuchteter Anzeige erhöht sich der Strombedarf auf 37 mA für beide Spannungen. In Einerteilzahl kostet das DMS-40LCD DM 151,- plus Mehrwertsteuer.

Datel GmbH  
Postfach 15 08 26  
80045 München  
☎ 0 89/54 43 34-0  
☎ 0 89/53 63 37

## Leihweise messen

Nicht immer rentiert es sich, teure Meßgeräte auf Dauer anzuschaffen. Vor allem dann, wenn man sie punktuell bei Entwicklungen benötigt und absehen kann, daß solche 'Meßjuwelen' auf längere Sicht im Regal Staub ansetzen. In diesen Fällen ist man besser beraten, die Geräte für einen bestimmten Zeitraum zu leihen. Zwecks Erstellung von Wärmebildern bietet jetzt das Haus Euro Electronic Rent beispielsweise das Thermovision-System THV470 des Herstellers AGEMA an. Die Mietgebühr beträgt für einen Zeitraum von 1 bis 3 Wochen DM 3070,- pro Woche. Der Lieferumfang des Leihsystems umfaßt dann neben der Kamera zwei Objektive, einen Farbmonitor, ein Farb-Notebook, zwei Akkus mit Ladegeräten und Netzteil, einen Farbdrucker



HP PaintJet sowie die zugehörige Software. Benötigt man das Gerät länger, reduziert sich der Preis entsprechend: Für 12...26 Wochen Leihdauer zahlt man noch DM 1842,- (beide Preise zzgl. MwSt.) pro Woche. Das THV470 stellt ein bildergenerierendes Thermographiesystem dar, welches speziell für die vorbeugende Instandhaltung und Inspektion konzipiert wurde. Es ermöglicht detailgenaue Thermogramme und Wärmebilder per eingebautem hochauflösendem Sucher. Wechselobjektive erhöhen die Flexibilität beim Einsatz. Die Meßbereiche liegen zwischen  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  bis  $+500\text{ }^{\circ}\text{C}$  respektive  $+800\text{ }^{\circ}\text{C}$ , ein optionales Filter schiebt die Obergrenze auf  $+2000\text{ }^{\circ}\text{C}$  hinauf. Einsetzbar ist das THV470 bei Umgebungstemperaturen von  $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$  bis  $+55\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Die Speicherung des Thermobildes erfolgt per Standbildfunktion auf normales Videozubehör oder auf Diskette.

Euro Electronic Rent GmbH  
Neckarstraße 8-10  
64283 Darmstadt  
☎ 0 61 51/29 88-0  
☎ 0 61 51/29 88-77

## Lange Leitungen ...

... stellen für den Trägerfrequenz-Meßverstärker BCA 253 im Meßsystem Signalog 4000 von Peekel Instruments dank eines neu entwickelten Abgleichmoduls kein Problem mehr dar. Die üblichen bei Anschluß langer Meßkabel an TF-Verstärker auftretenden hohen kapazitiven Lasten, welche besonders bei Schaltungen mit 1/4-Brücken-DMS (Dehnungsmeßstreifen) Probleme bereiten, gleicht der BCA 253 jetzt per Tastendruck automatisch ab. Dabei kompensiert das Gerät  $\pm 32\text{ mV/V}$  resistive und



$\pm 500\text{ pF}$  kapazitive Eingangslasten sowie  $\pm 200\text{ mV}$  Restausgangsspannung digital, ohne daß Meßgenauigkeit verloren geht. Die hauptsächlichen Anwendungsgebiete sieht der Hersteller im bahntechnischen Bereich, in Kraftwerken und bei Brückenmessungen, also überall

dort, wo DMS-Geber oder Induktivaufnehmer weit vom Auswertegerät entfernt installiert werden müssen.

Peekel Instruments GmbH  
Von-Seeckt-Str. 24-28  
45130 Essen  
☎ 02 01/77 41 18  
☎ 02 01/78 17 24

# Eins drauf gesetzt

Bei Design und Funktionalität: Ja!  
Beim Preis: Nein!  
propac  
Außen hui und innen?

- ausbaubar für Europakarten
- HF-Schirmung im Grundkonzept
- extrem stabil durch Al-Druckgußrahmen
- variable Dekoelemente
- integrierte Luftführung mit Filter

Setzen Sie bei Ihren Anforderungen eins drauf - entscheiden Sie sich für propac und fordern Sie unseren Prospekt an.

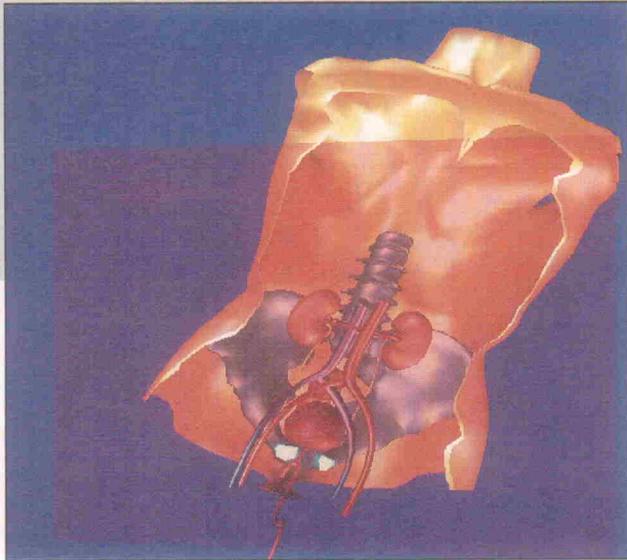
**Wir geben  
Elektronik Gestalt**

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

Besuchen Sie uns: electronica, München, Halle 14, Stand C 12

# Programmtips

Auswahl Naturwissenschaft und Technik für die Zeit vom 22. September bis 21. Oktober



‘Visualisierung wissenschaftlich’: Der passende Beitrag zum Thema läuft am Freitag, dem 23. 9. um 10.00 Uhr auf Berlin 1.

## Oktober

### Donnerstag, 22. 9.

**TV WDR Fernsehen 10.00 Uhr**  
Naturwissenschaftliche Weltbilder: In der vierten Folge wird die Chaos-Theorie behandelt.

**TV ZDF 21.15 Uhr**  
WISO: Das ZDF-Wirtschaftsmagazin heute mit Tips für Computeranwender.

### Freitag, 23. 9.

**TV B1 (Berlin) 10.00 Uhr**  
Menschen und Computer: ‘Visualisierung wissenschaftlich’ – durch ständig wachsende Leistungsfähigkeit der Supercomputer ergeben sich phantastische Möglichkeiten für die Wissenschaftler, ihre Forschungsergebnisse zu visualisieren und Versuche zu simulieren, die in der Realität nicht machbar wären.

**TV N3 13.30 Uhr**  
Menschen und Computer: Folge 5 – Computerwelten.

**TV N3 15.30 Uhr**  
Quarks & Co

### Samstag, 24. 9.

**TV 3sat 10.30 Uhr**  
Neues ... der Anwenderkurs.

**TV N3 17.00 Uhr**  
In Sachen Natur – Ein Umweltmagazin.

### Sonntag, 25. 9.

**TV WDR Fernsehen 12.00 Uhr**  
Computerclub: Wolfgang Back berichtet live von der Photokina.

**TV WDR Fernsehen 16.30 Uhr**  
Satzball: Live von der Photokina.

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

### Montag, 26. 9.

**TV WDR Fernsehen 16.00 Uhr**  
Satzball: Live von der Photokina.

**TV 3sat 19.30 Uhr**  
HITEC – Das Magazin, das Wissen schafft.

### Dienstag, 27. 9.

**TV WDR Fernsehen 10.00 Uhr**  
Naturwissenschaftliche Weltbilder: Die 5. Folge widmet sich Ernst Haeckel.

**TV N3 16.45 Uhr**  
Meilensteine der Naturwissenschaft und Technik: Die Rakete – Hermann Oberth und Werner von Braun.

### Mittwoch, 28. 9.

**TV WDR Fernsehen 9.15 Uhr**  
Computerclub.

**TV N3 17.30 Uhr**  
Unbekannte Welt: Die Wahrnehmung der Augen.

**TV ZDF 21.00 Uhr**  
ZDF Abenteuer Forschung.

### Freitag, 30. 9.

**TV 3sat 15.30 Uhr**  
Globus: Forschung und Technik.

### Samstag, 1. 10.

**TV SF DRS 11.55 Uhr**  
Menschen, Technik, Wissenschaft.

**TV N3 17.00 Uhr**  
Prisma Magazin: Leitung und Moderation: Wolfgang Buck.

### Dienstag, 4. 10.

**TV N3 15.30 Uhr**  
Extrem: Der Heiler mit dem Laser.

**TV N3 22.30 Uhr**  
Prisma: Eurogigant – Airbus-Supertransporter ‘Beluga’ gestartet.

### Freitag, 7. 10.

**TV N3 16.15 Uhr**  
EinStein: Ersatzteilmedizin – von Nervensteckern und künstlichen Organen.

### Sonntag, 9. 10.

**TV ZDF 19.30 Uhr**  
Die Knoff-Hoff-Show.

### Dienstag, 11. 10.

**TV N3 15.30 Uhr**  
Raumfahrt unter Hammer und Sichel – Vom Aufstieg und Fall einer kosmischen Supermacht.

### Freitag, 14. 10

**TV N3 14.00 Uhr**  
Tschernobyl, acht Jahre danach: Bericht eines Augenzeugen.

**TV N3 16.15 Uhr**  
Quarks & Co

### Dienstag, 18. 10.

**TV N3 15.30 Uhr**  
Raumfahrt unter Hammer und Sichel – Vom Aufstieg und Fall einer kosmischen Supermacht. Dokumentation 1994 (2. Folge).

**TV N3 22.15 Uhr**  
Prisma: High-Tech in Mecklenburg-Vorpommern.

### Freitag, 21. 10.

**TV N3 13.15 Uhr**  
Alternativen im Verkehr (1): Sind wir auf das Auto angewiesen?

## tägliche Radiosendungen

**R Deutschlandfunk** Montag bis Freitag von 16.35 bis 17.00 Uhr, Samstag bis 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 ‘Wissenschaft im Brennpunkt’.

## wöchentliche Radiosendungen

**R Radio ffn** montags, 14.40 Uhr  
‘Der kleine Computer’ – Hilfreiche Tips für PC-Anwender.

**R Radio Hamburg** montags, 17.00 Uhr  
‘Chipsfrisch’.

**R Radio Mainwelle** montags, 17.40 Uhr  
Computer-Ecke.

**R Bayern 2** zweimal monatlich montags, 16.30 Uhr  
‘Fatal Digital’. Computer-Magazin im Programm ‘Zündfunk’.

**R NDR 2** mittwochs, 19.00 Uhr  
‘Club-On-Line’. Wiederholung einzelner Beiträge aus der Reihe ‘Computer Online’.

## tägliche Fernsehsendungen

**TV ZDF** Montag bis Freitag, 15.30 Uhr, samstags 15.45  
‘X-Base Computer Future Club’. Ein neues Computer-Magazin.

## Sensoren

### Schnüffler

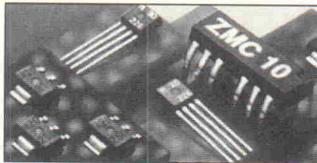
Zur Erkennung von Rauch- und Brandgasen bietet das Haus Unitronic jetzt eine neue Reihe von Low-Power-Gassensoren der Firma FIS an. Dabei eignet sich die Type SB-11 besonders für entflammbare Gase wie Methan, Propan, Butan, der SB-19 reagiert besonders selektiv und empfindlich auf Wasserstoff, die Variante SB-31 empfiehlt sich für Alkohol, Wasserstoff sowie flüchtige organische

Stoffe. Schließlich zeigt die Type SB-50 eine hohe Empfindlichkeit für Kohlenmonoxid und Wasserstoff, wobei die Querempfindlichkeit auf andere Gase sehr gering ist. Die Sensoren kosten als Einzelstücke rund DM 81,-. Um erste Erfahrungen mit den 'Schnüfflern' zu machen, bietet Unitronic verschiedene Evaluation-Boards (EVM-SB01/05/07) ab DM 119,- (beide Preise inkl. MwSt.) an.

Unitronic GmbH  
Mündelheimer Weg 9  
40472 Düsseldorf  
☎ 02 11/95 11-0  
☎ 02 11/95 11-1 11

### Magnetfelder und Ströme ...

... erfassen die Sensoren der ZM-Reihe von Zetex. Diese enthalten Dünnschichtlagen magneto-resistiven Permalloys (80 % Ni, 20 % Fe) auf einem Siliziumträger in einer Wheatstone-Schaltung. Die Sensoren geben eine zum gemessenen Feld proportionale Spannung ab. Der Brückenwiderstand liegt typischerweise bei 1,7 k $\Omega$ ...3 k $\Omega$ , und der Ausgangsspannungshub erreicht 12 mV bis 22 mV, wobei die Sensoren auf Felder zwischen 0 Hz und 1 MHz reagieren. Der Betriebstemperaturbereich umfaßt -40 °C bis +150 °C. Die Bausteine der Serie ZMZ (E-Line-4-Gehäuse) und ZMY (SOT223) dienen zur Messung externer Felder, die Varianten ZMC10 (0...10 A)

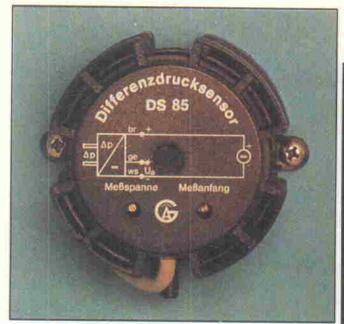


und ZMC20 (0...20 A) im DIL-Gehäuse messen direkt Ströme. Dabei beeinflusst das Magnetfeld des zu messenden Stroms, der durch jeweils drei parallelgeschaltete Pins geht, die Meßbrücke. In Einzelstücken kostet ein ZMC10 DM 16,03 (zzgl. MwSt.). Nähere Auskünfte erteilt:

Zetex GmbH  
Drosselweg 30  
81827 München  
☎ 0 89/4 30 90 29  
☎ 0 89/4 39 37 64

### Leichter Druck

Vorwiegend für die Raumluftüberwachung ist der Differenzdrucksensor DS85K gedacht. Sein kleinster Meßbereich beträgt 0...50 Pa (entspricht 0...0,5 mbar), und die 'größte' Ausgabe mißt 0...300 Pa (0...3 mbar). Dank einer integrierten Umlenkung zwischen Membrane und Wegaufnehmerkern wirken nur durch den Druck erzeugte Kräfte auf das Meßsystem. Da Gravitations- und Beschleunigungskräfte so kompensiert sind, kann man den Sensor lageunabhängig einsetzen. Zum Betrieb erfordert das Gerät eine Gleichspannung von 18...30 V bei 12 mA Stromaufnahme (24 V). Als Ausgangs-



signal liefert es eine Spannung von 0 V bis 10 V. Der Sensor ist 50 mm hoch und mißt 55 mm im Durchmesser. In Einerstückzahlen kostet der Fühler DM 484,- zuzüglich Mehrwertsteuer und ist erhältlich bei:

Arthur Grillo GmbH  
Postfach 12 21  
40832 Ratingen  
☎ 0 21 02/47 10 22  
☎ 0 21 02/47 58 82

### Winkel messen

Mit der Serie MP\*1506 führt Megatron kontaktlose magnetische Winkelsensoren hoher Auflösung ein. Aufgrund ihres kleinen Drehmoments von unter 0,1 mNm eignen sie sich nach Angaben des Vertreibers auch für die Ist-Wert-Erfassung von empfindlichen Meßgeräten. Da die Sensoren ohne Schleifer arbeiten, ergibt sich eine Lebensdauer von mehr als 100 Millionen Achsbewegungen. Die Linearitätstoleranz liegt in einem Winkelbereich von 100° bei  $\pm 0,5$  %, die typi-

sche Winkelauflösung erreicht 0,01°. Bei einer Brückenspannung von 6 V beträgt die Empfindlichkeit 22 mV pro Grad Winkeländerung. Als bevorzugtes Einsatzgebiet empfiehlt der Anbieter Papier/Foliendickenmessung, Ventilwinkelmessung, Pegelerfassung oder Bandspannungsmessung in Magnetbandgeräten. Der Sensor kostet in Einzelstücken DM 168,- (zzgl. MwSt.).



Megatron Bauelemente  
Hermann-Oberth-Str. 7  
86450 Putzbrunn  
☎ 0 89/4 60 94-0  
☎ 0 89/4 60 94-1 01

## Lötcomfort durch gelungenes Produktdesign.

Der LötKolbengriff unserer brandneuen Mini 2000 Serie erlaubt ermüdungsfreies Löten. Ein weiteres Plus ist die neue, flexible Kabeltülle.



Sie können zwischen 12,15 oder 20 Watt-Modellen wählen. Die Longlife-Lötspitzen unterstreichen die Top-Qualität von Weller.

**Original Weller® Mini 2000.  
Einfach eine Klasse besser.**

**COOPER**  
CooperTools

Cooper Tools GmbH, Carl-Benz-Str. 2, 74354 Besigheim  
Postfach 1351, 74351 Besigheim, Germany  
Tel: (07143) 580-0, Fax: (07143) 580-108

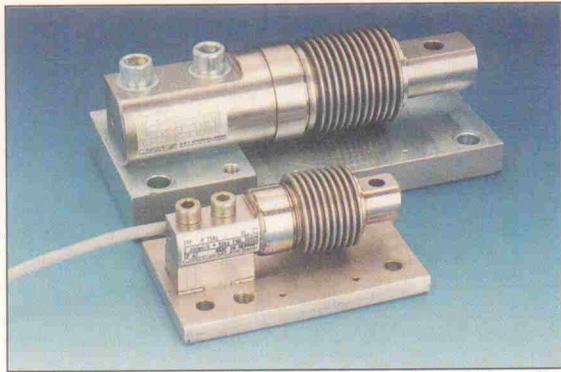
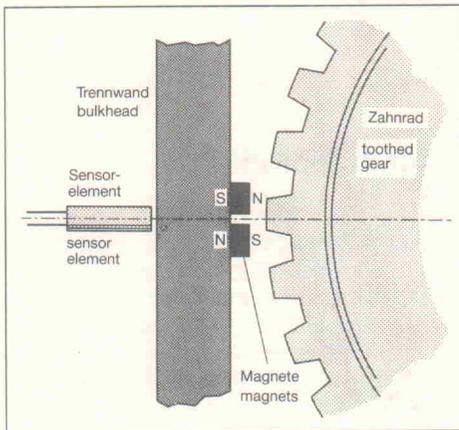
## Sensoren

### Durch die Wand

Durch Wände hindurch ermöglichen magnetische Positionssensoren der Firma Vacuumschmelze GmbH (VAC) beispielsweise eine berührungslose Drehzahlmessung. Dank neu errechneter Magnetanordnung und einer verbesserten Auswertelektronik kann das Sensorsystem Meßabstände durch nicht-magnetische Trennwände (z. B. Aluminium oder Messing) von bis 20 mm verwirklichen. Zahnfrequenzen erfaßt das System im Bereich von 1 Hz bis etwa 15 kHz. Die Ansteuerermagnete eignen sich je nach Werkstoff und Beschichtung bis 300 °C, die Sensoren erreichen 120 °C, und die Elektronik funktioniert bis 85 °C.

Die Sensorbaugröße von 2,7 mm Durchmesser bei 12 mm Länge ermöglicht auch den Einsatz an schwer zugänglichen Stellen. In 100er-Stückzahlen liegt eine Kombination aus Sensorelement und Auswertelektronik um circa DM 70,- zuzüglich Mehrwertsteuer. Letztere steht standardmäßig für 5 V Betriebsspannung mit Open-Collector-Ausgang (45 V/100 mA) zur Verfügung.

Vacuumschmelze GmbH  
Postfach 22 53  
63412 Hanau  
☎ 0 61 81/38-0  
☎ 0 61 81/38-26 45



### Ausgewogen

Im Vertrieb der Firma MEC befinden sich Kraftaufnehmer und Wägezellen des Dresdener Herstellers A.S.T. Das Lieferprogramm umfaßt verschiedene Sensoren für Lasten von 10 N/1 kg bis 400 kN/40 t. Dabei beträgt der Fehler 0,1 % oder besser. Das Meßverfahren basiert auf einer DMS-Brücke, die bei Nennlast eine Empfindlichkeit von 2 mV/V aufweist. Eine separat erhältliche Auswertelektronik ( $U_B = 19...28^*V$ ,  $I_B = 35 \text{ mA}$  bei 24 V) setzt die Meßgröße in ein Standardspannungssignal von 0...10 V oder einen Strom von 0/4...20 mA

um. Bei Einsatz der Elektronik geht der Fehler allerdings auf 0,2 % hoch. Nach Angaben des Anbieters ist ein Teil der Zellen von der PTB zugelassen und eignet sich für eichpflichtige Waagen der Klasse III. Der preiswerteste Aufnehmer liegt bei DM 300,-, das größte Modell mit integrierter Elektronik kostet DM 2700,-. Beide Preise verstehen sich zuzüglich Mehrwertsteuer.

MEC GmbH  
Blumenrather Straße 21  
52477 Alsdorf  
☎ 0 24 04/5 59-0  
☎ 0 24 04/5 59-20

## 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

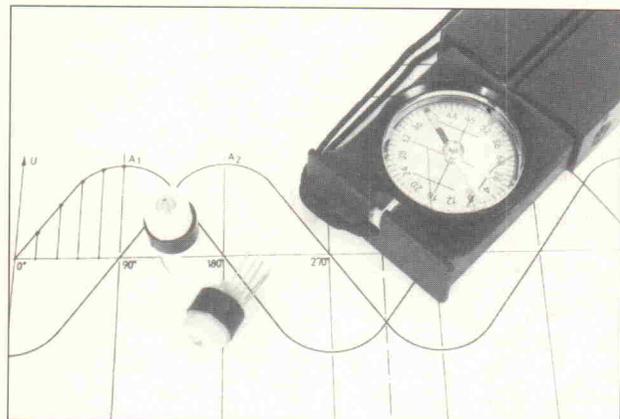
### Anforderungscoupon für Unterlagen:

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

## Eingordnet

Der Kompaßsensor 6070 des Hauses Pawatron erlaubt die Bestimmung der Himmelsrichtung mit einer Genauigkeit von  $0,5^\circ$  im ungestörten Zustand. Dazu mißt der Fühler die hori-

sinus beträgt 2,4...2,6 V, die Spitzenspannung erreicht 2,9 V. Daraus darf die angeschlossene Auswertelektronik maximal 4 mA ziehen. Betriebsfähig ist der Kompaßsensor im Bereich



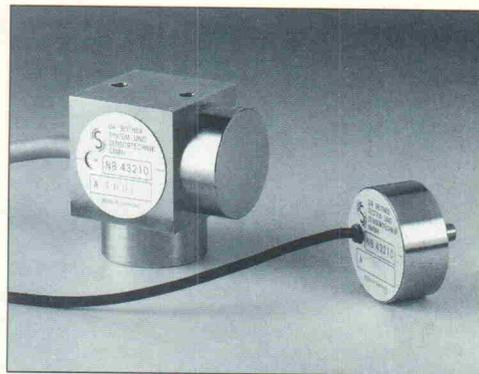
zontale Feldstärke des Erdmagnetfeldes. Er benötigt eine stabilisierte Spannung von 5 V bei etwa 19 mA Stromaufnahme und gibt an den Ausgängen ein Sinus- respektive Cosinussignal ab. Die Ausgangsspannung im Schnittpunkt von Sinus und Co-

von  $-45^\circ\text{C}$  bis  $+85^\circ\text{C}$ . Nähere Informationen sind erhältlich bei:

Pawatron AG  
Müllerstraße 43  
80469 München  
☎ 0 89/2 60 38 47  
☎ 0 89/26 90 71

## Zugeneigt

Zur Messung kleiner Neigungswinkel eignet sich der Sensor NB3 des Hauses Dr. Seitner. Er erfaßt Winkel von  $\pm 10^\circ$  (optional  $\pm 20^\circ$ ) bei einer Auflösung von 0,5 Winkelminuten bei einem Linearitätsfehler von unter 0,2 % (bei  $\pm 20^\circ$  unter 0,5 %). Der Betriebstemperaturbereich liegt bei  $-40\dots+85^\circ\text{C}$ , und die Schock- respektive Vibrationsfestigkeit beträgt 10 000 g. Diese Werte prädestinieren den NB3 für den Einsatz in kritischen Fällen, beispielsweise bei der Kranüberwachung. Als Fühlerelement kommt ein statisch arbeitender Beschleunigungsaufnehmer (miniaturisiertes Feder-Masse-System mit kapazitivem Primärwandler) zum Einsatz. Die Elektronik ist zusammen mit dem Sensorelement in einem Alu-Drehteil mit 24 mm Durchmesser und 11 mm Höhe der Schutzart



IP 65 untergebracht. Zur Versorgung benötigt der Neigungsfühler eine stabilisierte Gleichspannung von 5 V bei 1 mA Strombedarf. Das Ausgangssignal steht wahlweise analog ( $2,5\text{ V} \pm 16\text{ mV}/^\circ$ ) oder als tastverhältnismoduliertes TTL-Signal (100 Hz...2 MHz Basisfrequenz,  $\pm 12\%$  Variation über den Meßbereich) zur Verfügung. In der Version NB3 ( $\pm 10^\circ$ -Winkel) kostet der Sensor DM 310,- plus Mehrwertsteuer.

Dr. Seitner GmbH  
Gewerbestraße 72  
82211 Herrsching  
☎ 0 81 52/4 78-0  
☎ 0 81 52/4 78-99



METRA Hi<sup>®</sup> 18S  
DIN ISO 9001

VERTRIEBSPARTNER  
PK elektronik 030/8831058  
Schuricht 0421/3654-54  
SPOERLE ELECTRONIC 06103/304-0 Dreieich/Ffm  
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  
Elektrogroßhandel

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

# HELMUT GERTH

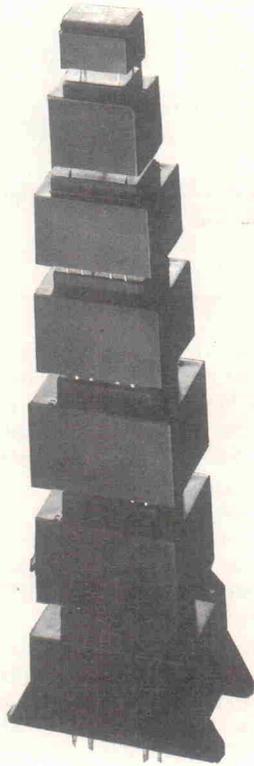
TRANSFORMATORENBAU

SCHWEDENSTRASSE 9 · D-13359 BERLIN · TEL. 030/4923007 · FAX 030/4925470

## vergossene Elektronik- Netz- Transformatoren

- in gängigen Bauformen und Spannungen
- zum Einbau in gedruckte Schaltungen
- mit Zweikammer-Wicklungen
- Prüfspannung 5000 Volt
- nach VDE 0551

Lieferung nur an  
Fachhandel und  
Industrie



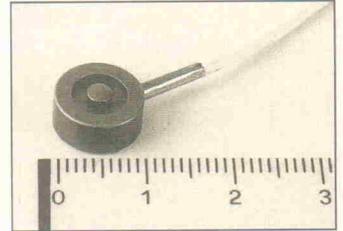
## Sensoren

### Kraftknöpfe

Mit der Typenreihe 8416 bietet Burster eine besonders kompakte Form von Kraftsensoren an. Bei 10 mm Durchmesser und 5 mm Bauhöhe stehen Meßbereiche von 100 N bis 5000 N Endwert zur Verfügung. Dabei liegt der Gesamtmeßfehler nach Herstellerangabe unter 0,5 % vom Endwert. Die Wandlung des Kraftsignals erfolgt per Folien-Dehnungsmeßstreifen in einer Vollbrückenschaltung. Die Speisespannung der Meßbrücke darf maximal 5 V betragen, der Nennwert liegt bei 1 mV/V. Einsetzbar sind die Kraftknöpfe im Bereich von 0...80 °C, für die Einhal-

tung der Nennwerte muß die Temperatur allerdings zwischen 15 °C und 70 °C liegen. Die Fühler sind bis zum 1,5fachen der Nennkraft einsetzbar, für dynamische Lasten empfiehlt der Hersteller 50 % der Nennkraft. Die Sensoren kosten DM 890,- für die Meßbereiche bis 500 N, darüber erhöht sich der Preis auf DM 975,- (jeweils zzgl. MwSt.).

Burster GmbH & Co. KG  
Talstraße 1-7  
76593 Gernsbach  
☎ 0 72 24/6 45-0  
☎ 0 72 24/6 45-88



aktuell

### Halleffekt-Stromsensor

Im Vertriebsprogramm der Firma Cunz findet man die Halleffekt-Stromsensoren der Baureihe BB. Die Serie umfaßt fünf Typen für Ströme von ±25 A bis ±600 A, wobei die Ansprechzeit unter 2 µs liegt und die Bandbreite 0...60 kHz umfaßt. Zum Betrieb benötigen die Fühler eine Gleichspannung von 15 V bei einer typischen Stromaufnahme zwischen 6 mA und 15 mA. Die Empfindlichkeit der Sensoren liegt je nach Strombereich zwischen 10 mV/A und 40 mV/A. Dank Verwendung eines GaAs-Hallgenerators in

Verbindung mit einer Kompensationsschaltung verfügen die Geräte über eine niedrige Temperaturdrift von 0,013 %/K. Typische Anwendungsfelder sieht der Vertreter bei Motorsteuerungen, Netzteilen, Batterieladegeräten, Aufzugsteuerungen und unterbrechungsfreien Stromversorgungen. Preislich liegen die Stromfühler ab DM 36,- (zzgl. MwSt.) und sind erhältlich bei:

Cunz GmbH & Co. KG  
Myliusstraße 11  
60323 Frankfurt  
☎ 0 69/72 91 46  
☎ 0 69/72 44 25

### Feuchtefühler

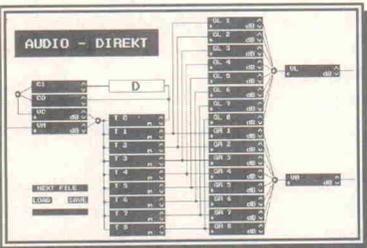
Mit dem MiniCap 2 bietet Panametrics jetzt einen kompakten Feuchtesensor im TO-18-Gehäuse an. Das Meßprinzip basiert auf der Änderung der Dielektrizitätskonstante eines Polymerfilmes. Die dabei auftretende Kapazität ist proportional zur relativen Feuchte (rF). Als Vorteile nennt der Anbieter eine lineare Kennlinie, kurze Reaktionszeit, lange Lebensdauer, Unempfindlichkeit gegenüber Verunreinigungen und Resistenz gegen Kondensatbildung. Der MiniCap 2 erfaßt den Bereich von 5 % rF bis 95 % rF und arbeitet zwischen -40 °C und +180 °C. Als Meßspannung er-

fordert der Sensor eine Wechselspannung von 1 V bei 10...200 kHz. Seine Basiskapazität beträgt typisch 207 pF bei 33% rF und variiert mit 0,31 pF pro 1 % Feuchteänderung. Bei Stückzahlen zwischen 10 und 50 kostet der MiniCap 2 DM 50,-, ein Testkit bestehend aus einer Platine mit Auswerteelektronik und zwei Sensoren ist für DM 200,- (beide Preise zzgl. MwSt.) erhältlich. Eine Variante mit integrierter Auswerteelektronik steht mit dem HybridCap 2 zur Verfügung.



Panametrics GmbH  
Rudolf-Diesel-Straße 1  
65719 Hofheim  
☎ 0 61 22/8 09-0  
☎ 0 61 22/81 47

## AUDIO SURROUND PROZESSING



### PC Surroundprozessor-Software

Komfortable Software zum Steuern des digitalen Surround Prozessors (DSP) YM7128 in Text- und Grafikversion. Einfaches Herunterladen kompletter Einstellungen oder Verändern einzelner Registerinhalte wie Laufzeit, Dämpfung, Phasendrehung, Nachhallzeit, Ein/Ausgangsspiegel, Filterkoeffizienten usw. per Mausclick oder Tastatur. Laufzeitangaben in Meter, Dämpfung in dB. Abspeichern beliebiger Konfigurationen. Frei veränderbare Demoeinstellungen werden mitgeliefert, ebenso ausführliche Beschreibung des DSP-Bausteins YM7128 mit kompletter Registerbelegung und technischen Daten.

### optimaler Surround-Sound mit YAMAHA-DSP YM7128

#### PC-gesteuertes Surround Prozessor Board [YM 7128]

Kompletter Bausatz für echten Surround Sound durch 2 x 8 Kanäle und Hall-Rückkopplung mit jeweils individuell einstellbarer Laufzeit, Phase und Pegel. Simul. Raumgroßen bis 30m. Schaltung mit Antialiasing- und Rekonstruktionsfilter, Spannungsstabilisierung, PC-Anschluß über Optokoppler, Stereo Ein/Ausgänge über Cinch. zusätzl. Lochrasterfläche. Betrieb mit beliebig Prozessorsystem über 23pol. Signalleiste. Beinhaltet Anschlusskabel für Printerport und PC-Software wie beschrieben, incl. C-Source und ausführl. Beschreibung. PC DSP-System mit YM7128: 119,00 DM passendes Steckernetzteil: 6,90 DM

#### PC-gesteuerter Emulator für Surround Prozessor

Kompletter Bausatz für Adapterplatine zur PC-Kontrolle des YM7128 innerhalb beliebiger Schaltungen\*, incl. Kabel für Printerport (Optokoppler) und PC DSP-Software wie beschrieben mit C-Source. In-Circuit DSP-System: 48,00 DM desgleichen ohne Software: 22,00 DM

#### Analoger Surroundprozessor [TDA3810] Low-Cost!

Kompletter Bausatz für stand-alone Gerät mit TDA3810 (ähnlicher Effekt wie µPC1892) Versorgungsspannung 12V zum Anschluß an Fernseher, Stereoanlage oder zum Betrieb im Auto. Umschalter für Basisbreiten-erweiterung, Pseudo-Stereo und Normalbetrieb. Effektregler. Cinch-Anschlüsse für Stereo Ein/Ausgänge. Analoges Surround System: 34,80 DM Gehäuse, unbearbeitet, mit Bohrerschablone: 6,80 DM

Bauteile: YM7128 39,90DM, TDA3810 5,90DM, TL074 1,80DM  
Rabattstafel pro Angebot: ab 3 Stück 10%, ab 10 Stück 15%

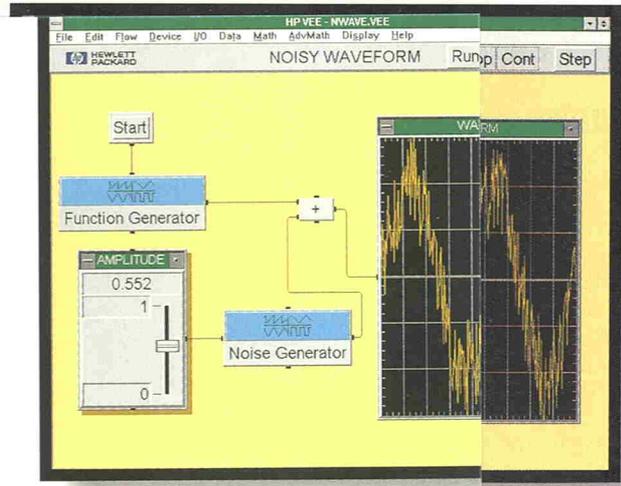
gleich bestellen, oder erst einmal ausführliche Info anfordern bei:

## AUDIO - DIREKT

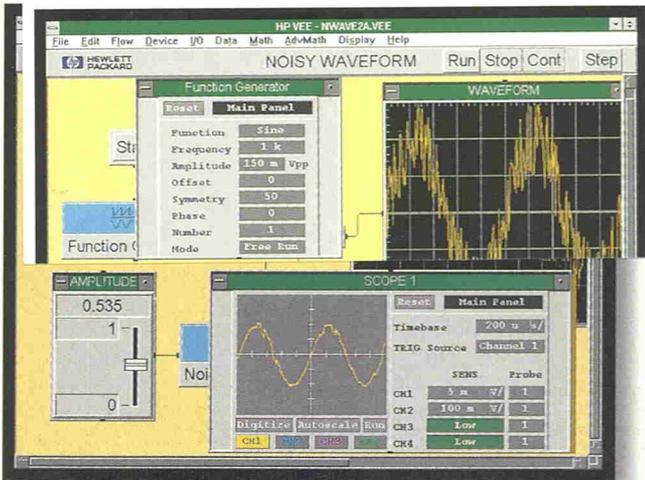
Ing. Büro U. Lippold  
83340 Tacherting  
Postfach 0027  
Tel./Fax 08622-1207

Software, Platinen und Bauteile auch einzeln oder komplett aufgebaut und geprüft lieferbar, Preise auf Anfrage. Platinen aus Epoxid, doppelseitig, mit Lotstoplack und Bestückungsaufdruck. Alle Preise inkl gesetzlicher MwSt zuzüglich Versandkosten, Änderungen und Irrtümer sind vorbehalten. \*) Voraussetzung gesockelter Bausteine und kein SMD-Typ!

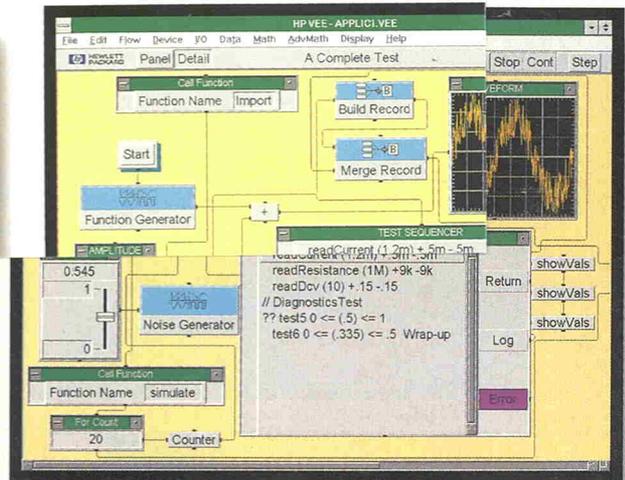
# Die HP VEE Testsoftware. Die gute Vee in Sachen Meßtechnik.



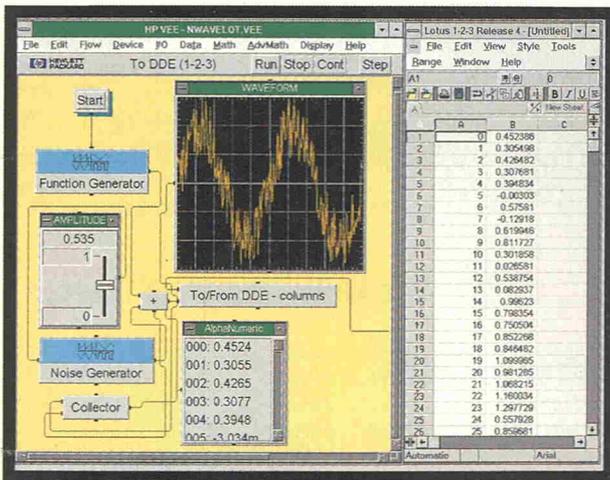
Einfache, intuitive Benutzeroberfläche.



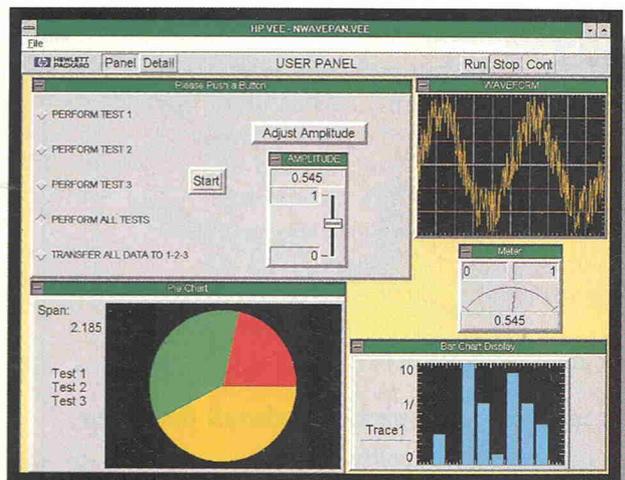
Vielzahl an Treibern sowie direkte Ein-/Ausgabe für die Meßgerätsteuerung.



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.



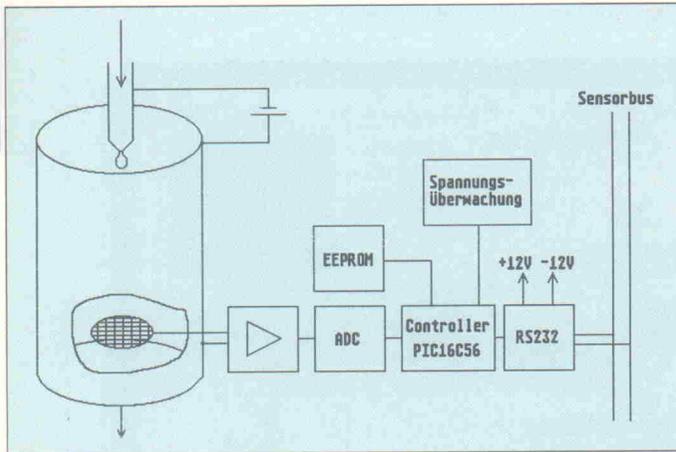
## Sensoren

### Steter Tropfen

Die Messung kleinster Durchflußmengen – beispielsweise bei der Untersuchung der Wasserdurchlässigkeit von Bodenproben – gestattet der Micro-Flow-Sensor der Firma trifolium. Das Gerät erfaßt das Volumen einzelner Tropfen, welches zwischen 0,015 ml und 0,035 ml liegt. Die zu messende Flüssigkeit tropft unter dem Einfluß einer Spannung in die

Meßkammer und wird dabei elektrisch geladen. Am unteren Ende der Kammer fällt der Tropfen durch eine Gitterelektrode und gibt seine Ladung wieder ab. Den entstehenden Impuls wertet ein PIC-Mikrocontroller aus und schickt das Meßergebnis per RS-232-Schnittstelle an einen PC. Den Micro-Flow-Sensor vertreibt trifolium für 1998 DM plus Mehrwertsteuer.

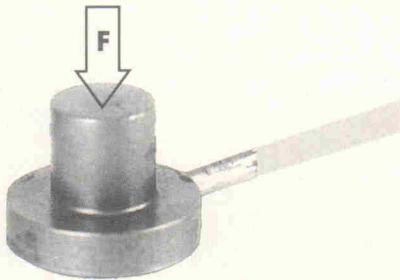
trifolium Kersting & Rehrmann  
Wilhelmsstr. 5  
34117 Kassel  
☎ 05 61/77 30 77  
☎ 05 61/2 79 63



aktuell

## Das Arbeitspferd unter den Kraftsensoren Typ 8402

burster



robust - preiswert - langlebig - schnell lieferbar

- ▶ Meßbereiche von 0 ... 1 kN bis 0 ... 100 kN
- ▶ Minimale Abmessungen
- ▶ Hergestellt aus Edelstahl
- ▶ Gute Langzeitstabilität
- ▶ Mit standardisiertem Ausgangssignal

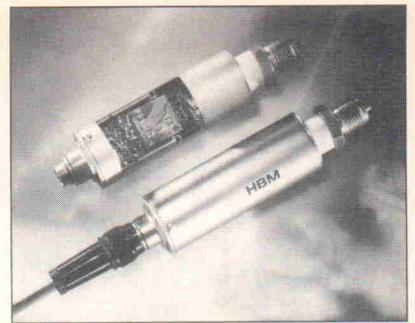
Weitere Informationen zu unseren Kraftsensoren erhalten Sie unter **Tel. (07224) 645-51 oder -57**.

Wir stellen aus: electronica '94 München: 8.-12.11., Halle 20, Stand 20C17

burster präzisionsmeßtechnik gmbh & co kg · Tel.: 07224/645-0 · Fax: 645-88  
Talstraße 1-7 · D 76593 Gernsbach Postfach 14 32 · D 76587 Gernsbach

## Digitaler Druck

HBM bietet seit kurzem die Druckmeßumformer vom Typ P50 an. Diese enthalten eine hybride Auswerteelektronik mit einstellbaren Digitalfiltern, digitaler Justierung von Nullpunkt und Empfindlichkeit sowie netzausfallsicherer Parameterspeicherung. Dank der Vorortverarbeitung und digitaler Ausgabe des Meßwertes verbessert sich die Störfestigkeit. Weiter sind die Meßumformer busfähig (HBM-Bus, über Gateway auch Inter-Bus-S, Schnittstelle RS-485, optional RS-232) und 'ziehen' gegebenenfalls mit Aufnehmern für andere Größen an einem Strang. Die Stromversorgung erfolgt aus einer Quelle mit 10...15 V bei typisch 50 mA. Die Signalbandbreite der Meßumformer beträgt 150 Hz bei -3 dB, die Meßbereiche lie-



gen zwischen 10 bar und 50 bar Absolutdruck respektive 10 bar und 500 bar für Überdruck. Auf Anfrage sind auch Ex-geschützte Versionen erhältlich. Anwendungsschwerpunkte sind nach Herstellerangabe automatisierte Prüfstände, Prüfmaschinen sowie Forschung und Entwicklung. Die Druckmeßumformer sind in Einzelstücken ab 1900 DM (zzgl. MwSt.) erhältlich bei:

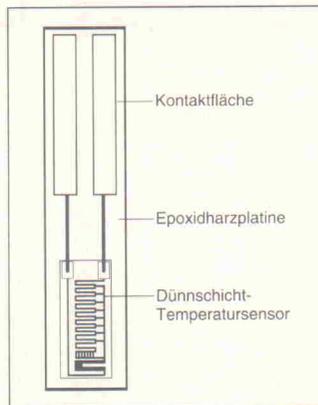
Hottinger Baldwin Meßtechnik GmbH  
Im Tiefen See 45  
64293 Darmstadt  
☎ 0 61 51/8 03-0  
☎ 0 61 51/8 03-4 17

## Papierware

Einen achtseitigen Sonderdruck zum Thema 'Aufbau und Anwendung von Temperatursensoren' bietet JUMO unter der Be-

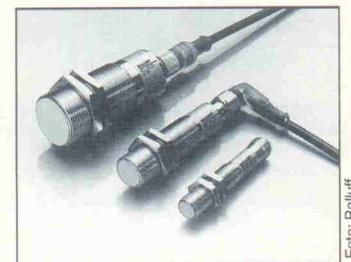
zeichnung A 450 kostenlos an. Das Papier erläutert die gebräuchlichsten Platin-Temperaturfühler in ihrem Aufbau und stellt die möglichen Toleranzklassen vor. Weiter enthalten sind anwendungstechnische Hinweise, die Grundwerttabelle für Pt-100-Sensoren nach IEC 751 (ITS 90) und Literaturhinweise. Interessenten können den Sonderdruck über die untenstehende Adresse anfordern, technische Auskünfte gibt Herr Horst Damm, Durchwahl 06 61/60 03-6 31.

M. K. Juchheim GmbH & Co.  
Postfach  
36035 Fulda  
☎ 06 61/60 03-0  
☎ 06 61/60 03-6 01



## Unbeirrbar schalten

Die magnetfeldfesten Näherungsschalter der Serie BES 516 des Hauses Balluff helfen beispielsweise bei der Positionierung von Werkstücken in Schweißanlagen und Robotern. Die Sensoren können im unmittelbaren Bereich der Schweißzange oder Elektrode montiert werden, da Feldstärken bis 160 kA/m die Funktion nicht beeinflussen. Der Anschluß erfolgt per 3-Leiter bei einer Betriebsspannung von 10...30 V und maximaler Last von 200 mA. Im Aus-Zustand treibt der Sensor ein Ruhestrom von



1 mA, so daß die nachgeschaltete Steuerung einen Leitungsbruch erkennen kann. Weitere Informationen gibt es von:

Gebhard Balluff GmbH & Co.  
Gartenstraße 21-25  
73765 Neuhausen/Filder  
☎ 0 71 58/1 73-0  
☎ 0 71 58/50 10

Foto: Balluff

## Sensoren begreifen

Das neue Schulungspaket 'Sensorik' des Hauses Pepperl+Fuchs ermöglicht die Demonstration unterschiedlicher Sensoren in allen Betriebsarten. Ein handlicher Koffer, der gleichzeitig als Rasterplatte für die einzelnen Versuchsaufbauten dient, enthält drei induktive und einen kapazitiven Näherungsschalter, einen Magnetfeldsensor, zwei optoelektronische Sensoren, zwei Lichtwellenleiter und einen Ultraschallsensor. Dank Digital- und Analogwerterfassung kann man anhand von 35 Grundversuchen beispielsweise Materialunterscheidung, Zeit-, Winkel- und Längenmessung darstellen. Zwei optional erhältliche Ergänzungssätze (NAMUR bzw. Schrittmotorantrieb und Zwei-

weglichtschränke) erweitern den Einsatzbereich. Weiterhin sind die Hardware-Komponenten und die Schulungsunterlagen auch einzeln erhältlich. Alle Versuche sind durch Aufgabenstellung, Lösungen, Versuchsauswertungen und Steuerungsprogramme dokumentiert. Das Handbuch zum Kit erläutert die theoretischen Hintergründe sowie die Funktionsprinzipien der Sensoren. Nach Angaben des Herstellers eignet sich das Paket sowohl für die Einzel- und Gruppenarbeit als auch zur Demonstration durch Ausbilder und Referenten.

Pepperl+Fuchs GmbH  
Königsberger Allee 87  
68307 Mannheim  
☎ 06 21/7 76-0  
☎ 06 21/7 76-14 00



## Thermofühler kalibrieren

Für die PC-gestützte Prüfmittelüberwachung gemäß DIN ISO 9000 stellt Heraeus Sensor jetzt ein verbessertes Programm vor. Mit der Software TPK 70 funktionieren Ablaufsteuerung, Dokumentation und Speicherung definierter Kalibrierprozesse effizienter und komfortabler als vorher. Das Programm ermöglicht die Messung der Temperaturwerte wahlweise gemäß IPTS 68 oder entsprechend der seit 1990 veröffentlichten Internationalen Temperaturskala (ITS 90). Die Bedienoberfläche des Programms entspricht dem SAA-Standard. Die Mindestanforderung zur Nutzung der Software

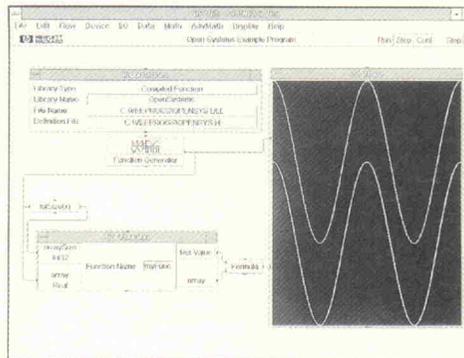
ist ein 386SX-Rechner mit Festplatte, zwei seriellen Schnittstellen und einem Druckeranschluß. Dazu kommt die Hardware bestehend aus einem Kalibrierofen (TPK 500 bis 1100°C, TPK 600 bis 1300°C oder TPK 700 bis 1400°C), einer isothermalen Anschlußbox mit Vergleichsstelle zum Anschluß der Prüflinge und der Referenzfühler sowie der Meßelektronik TPK 50 mit seriellem Ausgang zum Rechner. Nähere Auskünfte dazu sind erhältlich bei:

Heraeus Sensor GmbH  
Reinhard-Heraeus-Ring 23  
63801 Kleinostheim  
☎ 0 60 27/5 03-0  
☎ 0 60 27/5 03-1 01

Wenn Sie

## die Hälfte

Ihrer Zeit mit der Entwicklung von Testprogrammen zubringen, dann ist das vermutlich der Preis, den Sie fürs Programmieren in einer anderen Sprache bezahlen.



*Seit wir HP VEE 50 % billiger anbieten, ist der Übergang zu grafischem Programmieren noch einfacher.*

Zwei Seiten vorher haben Sie gesehen, was HP VEE alles kann. Und jetzt schauen Sie mal, was es kostet! Die Windows-Version von HP VEE kostet ab sofort nur noch DM 2.078,50 ohne MwSt. (unverbindliche Preisempfehlung). Und die Versionen für HP-UX und Sun kosten auch nur noch halb soviel. Kaum zu glauben – diese leistungsfähige intuitive grafische Programmiersprache ist praktisch nicht mehr teurer als eine Text-Programmiersprache!

Da sollten Sie sich schnell entschließen: Dieses Angebot gilt nur noch bis zum 31. Dezember 1994. Aber dafür ist auch noch ein sechsmonatiger Update-Vertrag darin enthalten. Denn unser nächstes Upgrade ist schon unterwegs. Bestellen Sie jetzt: [Die Antwortkarte](#) und [unsere Telefonnummern finden Sie auf unserer Anzeige, Seite 19.](#)

**Ideen werden schneller Wirklichkeit.**

## Blaues Auge

Grünes Licht für die schnelle Farbunterscheidung gibt die Firma ELTROTEC mit dem FMT-K-10 für unter 1000 DM zuzüglich Steuer. Der Farbmarkentaster erkennt innerhalb von 100 µs Farbe und Intensität einer minimal 2 x 2 mm klei-

nen Lager- und Zuführsystemen. Die integrierte Auswertelektronik stellt wahlweise PNP- oder NPN-Ausgänge für Farbe, Intensität und Verschmutzung sowie einen Eingang für ein externes Teach-In-Signal zur Verfügung. Die Ver-



sorgung erfolgt mit einer Gleichspannung von 20 V bis 30 V bei typisch 5 W Leistungsaufnahme.

ELTROTEC GmbH  
Seestraße 9  
73099 Adelberg  
☎ 0 71 66/5 03-00  
☎ 0 71 66/5 03-33

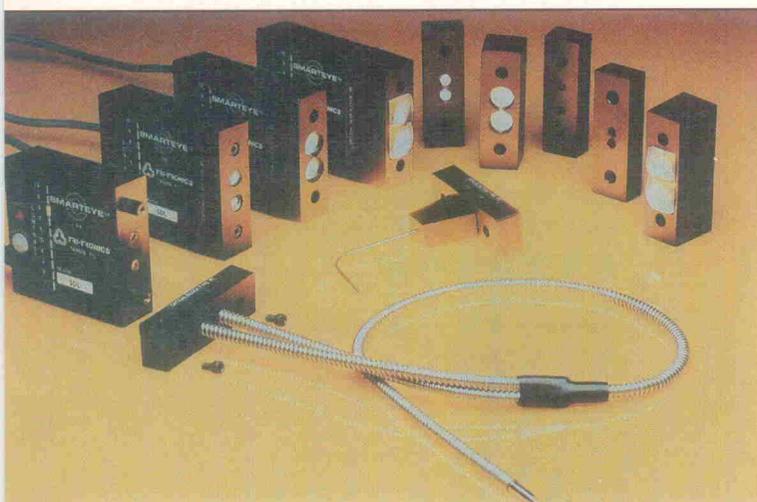
nen Fläche und vergleicht diese mit einem voreingestellten Wert (Teach-In-Verfahren). Damit eignet sich der Sensor beispielsweise für Kodierungen in der Verpackungsindustrie, als Positionierhilfe oder als Leser für Farbcodes anstelle von Strichcodes in automati-

## Kritisches Auge

Der im Vertriebshaus First Components befindliche optoelektronische Sensor SMART-EYE zeichnet sich durch seine patentierte Kontrastauswertung aus. Kontrast bezeichnet dabei den Unterschied zwischen hellstem zu dunkelstem Lesestatus am Detektor. SMART-EYE schaltet um, sobald die Mitte zwischen diesen Werten passiert wird. Während des Betriebes erkennt der Sensor Veränderungen der Kontrastniveaus und zeigt diese Störung an, Fehlschaltungen werden da-

durch vermieden. Die Reaktionszeit des Gerätes liegt je nach Modell zwischen 1,5 ms und 100 µs. Das Schaltvermögen des NPN- oder PNP-Ausgangs beträgt 40 VDC bei 100 mA. Zur Versorgung dient eine Gleichspannung von 12...24 V bei typisch 75 mA Stromaufnahme. Nähere Informationen zum SMART-EYE gibt:

First Components GmbH  
Mühlweg 1  
82054 Sauerlach  
☎ 0 81 04/91 44  
☎ 0 81 04/99 92



## µC-Auge

TI bietet jetzt den nach eigenen Angaben ersten programmierbaren Sensor an, der Lichtsignale in digitale Signale wandelt. Damit kann man mit einem einzigen an einen Mikrocontroller angeschlossenen Sensor präzise Lichtmessungen vornehmen. Einsatzbereiche des Chips sind industrielle Prozeßregelssysteme sowie Lichtsteuerung oder beispielsweise Trübungsmessung von Flüssigkeiten in der Umwelttechnik. Die 'Bandbreite' des Sensors liegt bei 300 nm bis 1100 nm, wobei der Eingangsaussteuerbereich 160 dB beträgt. Am Ausgang liefert der Chip eine der Lichtstärke pro-

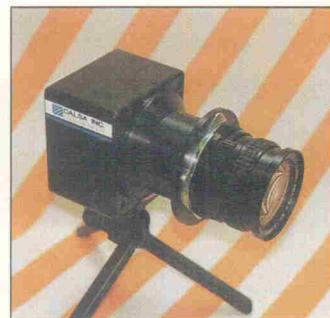


portionale Frequenz, wobei die Empfindlichkeit pinprogrammierbar ist. Bei Dauerlichtquellen erlaubt der Baustein über eine Impulszählung eine Auflösung von 16 Bit. Die Versorgungsspannung liegt im Bereich 3...6 V, wobei die Stromaufnahme bei 3 V lediglich knappe 2 mA beträgt, im Energiesparmodus sinkt diese auf 10 µA.

Texas Instruments Deutschland GmbH  
Haggertystraße 1  
85356 Freising  
☎ 0 81 61/80-0

## Schnelles Auge

Die 6000-Pixel-Zeilenkamera des Herstellers Dalsa offeriert jetzt die Firma Vistek. Das Produkt eignet sich nach Vertreiberangaben besonders für OCR und Dokumenterfassung sowie industrielle Meßaufgaben. Die Kamera liefert eine Zeilenfrequenz bis circa 4,5 kHz, wobei die Daten auf zwei 8 Bit breiten RS-422-Kanälen (Masterclock 15 MHz) getrennt für die geraden und ungeraden Pixel (10 x 10 µm Größe) erscheinen. Dies gestattet bei einer Auflösung von etwa 540 DPI eine Scan-Geschwindigkeit von 211 mm/s. Zur Versorgung benötigt das Gerät vier Spannungen von



±5 V und ±15 V, die gesamte Leistungsaufnahme liegt bei etwa 11 W. Die Kamera ist für rund 8500 DM (zzgl. MwSt.) erhältlich bei:

Vistek GmbH  
Postfach 1132  
82224 Seefeld  
☎ 0 81 52/79 12 70  
☎ 0 81 52/7 93 73

## Infrarot-Auge

Die Lücke zwischen Lichtschranke und Vollbildkamera will das Haus ProTech mit seinem Produkt cam\_gate schließen. Dieses besteht aus einer Infrarotlichtquelle (LED, 840 nm, 30 mW opt. Leistung) und einer CCD-Linienkamera (1840 Bildpunkte, Meßrate 20/40/80/160 Hz) mit mikroprozessorbasierter Auswertelektronik. Dazu gehört ein justiertes Objektiv. Die Stromversorgung der Kamera erfolgt mit 8...30 V bei einer Leistungsaufnahme von 1,5 W (inkl. Beleuchtung). Das Meßergebnis stellt die Kamera in unterschiedlichen Formen bereit: als Analogausgang mit 0...5/10 V oder 0/4 mA bis 20 mA, als potentialfreier Schaltausgang (30 V/0,5 A) oder per frei konfigurierbarer RS-232-Schnittstelle (max. 38 400 bps).



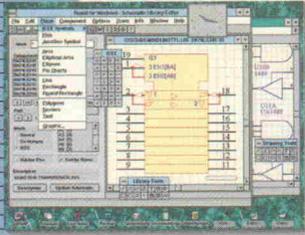
Weiter gehört Installations- und Meßsoftware zum Lieferumfang. Typische Anwendungen sind beispielsweise Rundlaufprüfung von Schrittmotor-Rotoren, Durchmesserprüfungen von Kunststoffschläuchen oder Lage- und Teileerkennung. Der Preis der cam\_gate beträgt 4800 DM plus Mehrwertsteuer. Weitere Informationen gibt:

ProTech GmbH  
Postfach 35  
98681 Ilmenau  
☎ 0 36 77/76 39 01  
☎ 0 36 77/76 39 02

# Gehören Sie zu den Elektronik-Entwicklern denen DOS zu beschränkt ist?\*

\* Seit 1.1.94 liefern wir nur noch EDA-Tools für Windows und UNIX

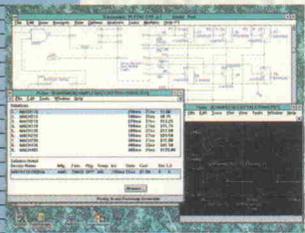
## Protel



### Protel Advanced Schematic V2.0

- ▶ Schaltungsentwurf
  - ▶ Projektmanager
  - ▶ Library Editor
  - ▶ 20.000 + Bauteile
- Hoschar Info-Kennziffer 57

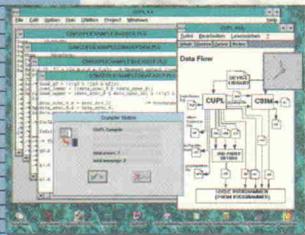
## MicroSim



### Design Center V6.1

- ▶ PSpice A/D
  - ▶ PLSyn PLD-Design
  - ▶ Layout-Simulation
  - ▶ Neu: Auto-Optimizer
- Hoschar Info-Kennziffer 03

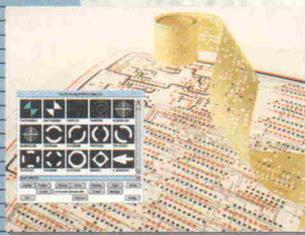
## CUPL



### PLD-Design für Windows

- ▶ Logik-Minimierung
  - ▶ Simulation
  - ▶ Device-Fitter
- Hoschar Info-Kennziffer 90

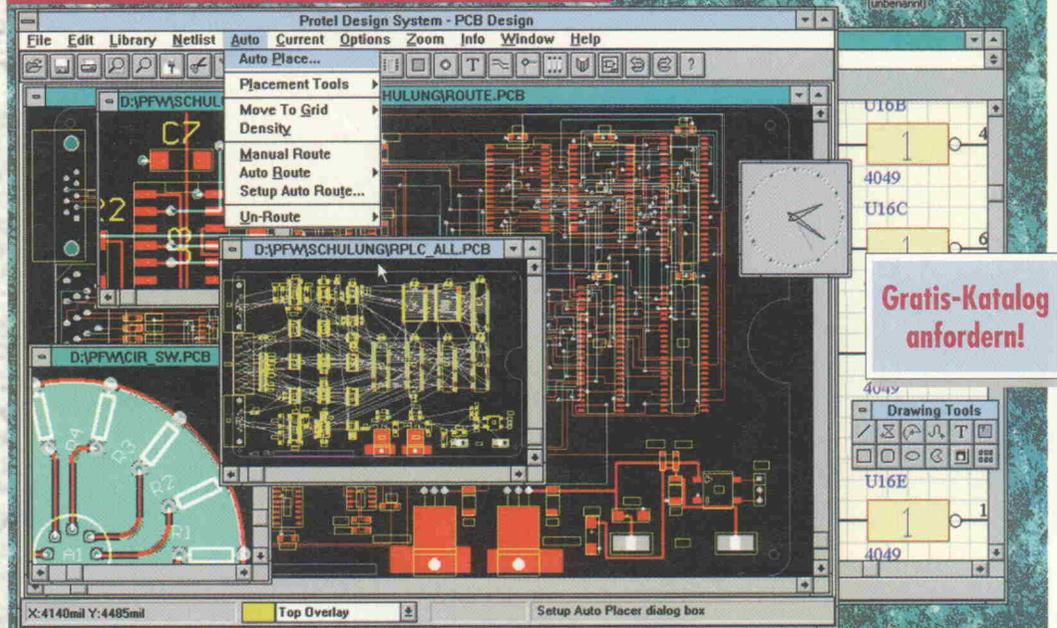
## CAM350



### CAM für Windows und Workstation

- ▶ Gerber-View & Plot
  - ▶ Gerber-Editor
  - ▶ Design-Rule-Check
  - ▶ IPC-D-350, 274X, Fire9xxx, Barco
- Hoschar Info-Kennziffer 76

## Neu von Protel



## Advanced PCB V2.0

# Intelligenz

# Performance

Protel arbeitet unter Windows ohne die bekannten Einschränkungen eines typischen MS-DOS Systems

Ihre alte EDA-Software nehmen wir in Zahlung!

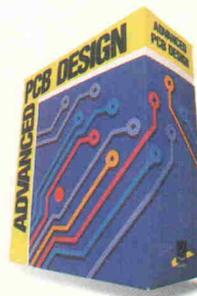


**A**dieu DOS! Jetzt kommt Protel, der Windows-Standard für Elektronik-Designer. Protel für Windows ist eine geglückte Verbindung aus Kontinuität und Innovation. Mit über 10.000 Installationen schaffte Protel den Aufstieg zum meistgekauften EDA-System für Windows.

Daß Protel mit Advanced Schematic & PCB die Nase gleich doppelt vorn hat ist kein Zufall, denn die Pakete sind voll und ganz auf Erfolg programmiert:

- ▶ Designer arbeiten endlich simultan an fast beliebig vielen Schaltplänen, Bibliotheken, Projekten, Layouts und wechseln per Knopfdruck in Applikationen wie Text, DTP oder Datenbank.

- ▶ Schaltungsentwurf, Layout und Autorouter arbeiten durch Forward-/Backward-Annotation und



Einfache Bedienung & professionelle Leistung in einem Paket: Protel für Windows schon ab nur DM 1.995,-

durch das neue Cross-Probing ausgesprochen bedienerfreundlich zusammen.

- ▶ Wichtig für Umsteiger: Protel liest zahlreiche Design-Formate (z.B. OrCAD, PADS, PCAD, Tango, Eagle, Gerber)
- ▶ Ebenso kontaktfreudig ist Protel in puncto Simulation und Logikdesign
- ▶ Maßgeschneidert zu einem Preis, den Sie sich leisten können
- ▶ Im Detail nachzulesen im Hoschar EDA-Katalog, den wir Ihnen gerne gratis zusenden. Anruf oder Fax genügt!

Hoschar Info-Kennziffer 59

Erfahren Sie alles Wissenswerte zum Protel Design System für Windows. Mit dem neuen Testpaket, bestehend aus 4 Disketten mit Schaltungsentwurf, Layout und Autorouter und 80-seitigem Manual (engl.). Dazu der neue Hoschar EDA-Katalog. Sie erhalten das Testpaket bequem auf Rechnung (inkl. MwSt. & Versand).

Protel Testpaket ..... DM 18,40



**HOSCHAR**  
Systemelektronik GmbH

Telefax 0721/37 72 41  
Postfach 2928  
76016 Karlsruhe

Noch heute anrufen:

**07 21 / 37 70 44**

## Abruf-Gutschein

- Ja, bitte das Protel-Testpaket für DM 18,40 auf Rechnung
- Ja, bitte gratis den Hoschar Katalog mit diesen Produkt-Infos:  
[ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ]  
(bitte jeweils die angegebenen Kennziffern der gewünschten Produkte eintragen)
- Ja, wir wollen voraussichtlich von folgendem System

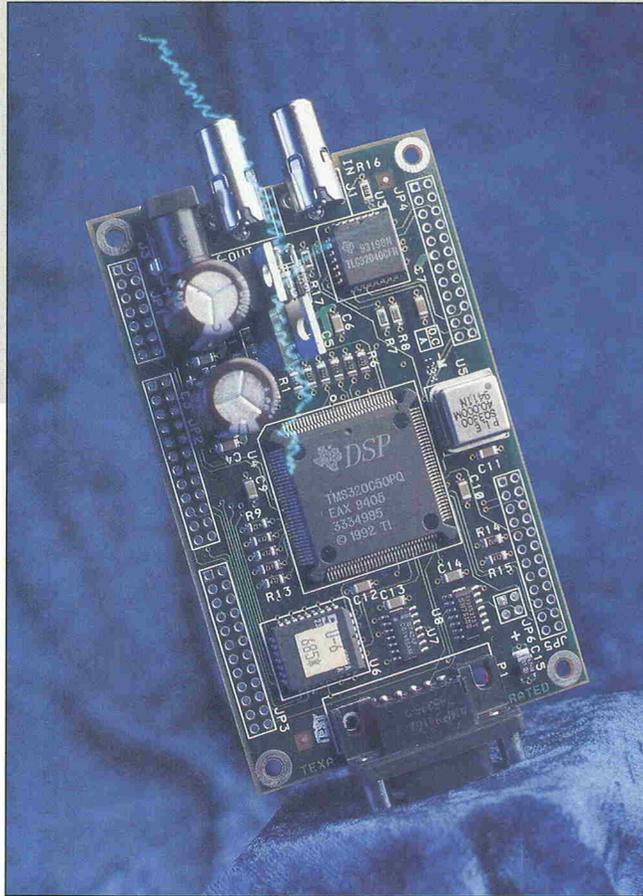
auf Windows umsteigen. Machen Sie ein günstiges Angebot!

am besten kopieren und per Fax an: 07 21 / 37 72 41 oder per Post an:  
Hoschar GmbH - Postfach 2928 - 76016 Karlsruhe

Name \_\_\_\_\_  
Firma/Abteilung \_\_\_\_\_  
Straße \_\_\_\_\_  
PLZ/Ort \_\_\_\_\_

# Mehr DSP für alle

## DSP-Starterkit TMS320C5x



### Marcus Prochaska

Ein DSP-Board für unter 200 DM? Unmöglich! So oder ähnlich mögen viele gedacht haben, als ELRAD das TMS320C2x-Starterkit vorstellte. Schließlich gilt die digitale Signalverarbeitung als ein recht kostspieliges Experimentierfeld. Was macht aber der C2x-User, wenn irgendwann die Performance seines Boards – trotz optionaler Speichererweiterung – nicht mehr ausreicht? Dann hilft vielleicht ein größeres Paar Schuhe: Das TMS320C5x-Starterkit.

**B**eschäftigt man sich mit einer Schaltung, so kommt früher oder später der Zeitpunkt, wo man an ihre Grenzen stößt. Die Systemressourcen genügen nicht mehr den Aufgaben, die man lösen möchte. Die Antwort auf dieses Problem liegt auf der Hand – eine neue Hardware muß her. Diese ist jedoch oft mit nicht unerheblichen Kosten verbunden. Vor allem dann, wenn man sich mit etwas exquisteren Technologien, wie zum Beispiel der digitalen Signalverarbeitung, beschäftigt. So stoßen auch viele Anwender des TMS320C2x-Starterkits (siehe [1]) auf bisweilen astronomische Preise, wenn sie Ausschau nach leistungsstärkeren DSP-Alternativen halten. Soll nach dem preiswerten Einstieg in die Welt der digitalen Signale weiteren Ambitionen kein kostenbedingter Riegel vorgeschoben werden, dann bietet jetzt Texas Instruments mit dem TMS320C5x-

Starterkit (DSK) eine Aufstiegsmöglichkeit. Mit einem Preis von knapp 250 DM kann man aber nicht nur leicht umsteigen, sondern als DSP-Neuling auch günstig einsteigen. Was TIs neuestes Signalverarbeitungs-Kit in petto hat und was man damit anfangen kann, ist Gegenstand dieses Beitrags.

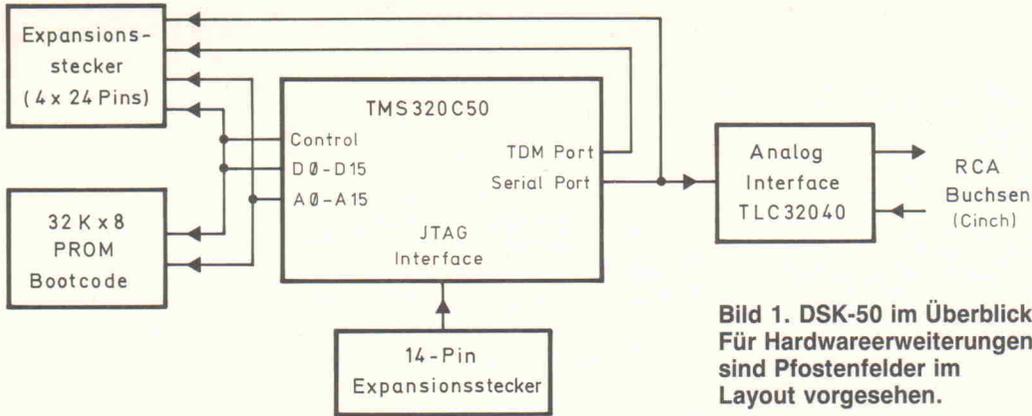
### Her(t)zstück

Den Kern von TIs Aufsteigerkit bildet ein DSP TMS320C50, der auf dem DSK-Board mit 40 MHz getaktet wird. Damit erreicht der C50 rund 20 MIPS. Dieser Baustein gehört, wie auch der C51 und C52, zur C5x-Prozessorfamilie. Dabei unterscheiden sich die einzelnen ICs im wesentlichen durch die Größe des On-Chip-RAMs und ROMs. Während das ROM ausschließlich als Programmspeicher dient, kann man den überwiegenden Teil des RAMs frei

als Programm- und/oder Datenbereich konfigurieren. Ein Teil des RAMs ist dem Einsatz als Datenspeicher vorbehalten. Der C50 verfügt über 2 KWorte (KW) ROM und 20 KByte (KB) RAM, wobei 9 KW des flüchtigen Speichers frei konfigurierbar sind. Während der Adreßbereich für Daten- und Programmspeicher der C2x-Bausteine 128 KW umfaßt, bieten TIs 5er hier  $224\text{ K} \times 16\text{ Bit}$ . Dabei sind je 64 KW für Programmspeicher und I/O-Ports vorgesehen. Der verbleibende Speicher unterteilt sich in 64 KW für lokale Daten und ein 32 KW umfassendes Global-Memory. Letzterer Bereich dient als Datenspeicher, den sich mehrere Prozessoren bei Multiprocessing-Anwendungen teilen. Allen C5x-ICs ist gemein, daß sie auf einem C25-Prozessorkern basieren. Wie die Bausteine der C1x- und C2x-Serie besitzen die TMS320C5x eine Festkomma-Arithmetik. Dabei sind sie zu den C1x- und C2x-Typen auf Sourcecode-Ebene aufwärtskompatibel.

Für ihre Aufgaben als DSP sind die TMS3205x-Bausteine bestens vorbereitet: Die Arithmetic-Logic-Unit (ALU) und der Akkumulator (ACC) sind je 32 Bit breit. Hinzu kommt ein  $16 \times 16$ -Bit-Parallel-Multiplizierer mit einem 32-Bit-Ergebnisregister. Zu den besonderen Merkmalen der C5x-Familie gehört ein 32-Bit-Akkumulator-Puffer, der dem ACC als Cache dient. Darüber hinaus verfügen TIs derzeit leistungsstärkste Festkomma-Prozessoren über eine unabhängige Parallel-Logic-Unit (PLU) für Boolean-Operationen. Ebenfalls besitzen sie im Vergleich zu ihren kleinen Brüdern einen erweiterten Befehlsumfang. Dieser ergibt sich schon zwangsläufig aus der erweiterten Hardwarefähigkeit. Beispielsweise stellen TIs 5er nun vier programmierbare Interrupt-Pins zur Verfügung.

Sechzehn I/O-Ports sind neben der üblichen Adressierung mittels IN und OUT auch als Speicher auf den Adressen 50h bis 5Fh memory-mapped ansprechbar. Neben den parallelen I/O-Ports besitzt der TMS320C5x auch zwei serielle Schnittstellen, die man mit bis zu einem Viertel des Prozessortaktes betreiben kann. Beim einen Interface handelt es sich um einen synchronen Voll-Duplex-Port, das andere verrichtet seinen Dienst in der Betriebsart Time-Division-Mul-



**Bild 1. DSK-50 im Überblick: Für Hardwareerweiterungen sind Pfostenfelder im Layout vorgesehen.**

ultiplexing (TDM). Dieser Modus ermöglicht, bis zu sieben Bausteine über die gleiche Schnittstelle anzusprechen. Dabei überträgt der C5x im Zeitmultiplex für jeden angeschlossenen Chip nacheinander ein Wort.

Ein 16-Bit-Timer mit 4-Bit-Pre-scaler findet ebenso wie die JTAG-Scanning-Logik im 132-Pin-Gehäuse Platz. Der Timer dient beispielsweise dazu, periodisch CPU-Interrupts zu erzeugen. Mittels des JTAG-Interfaces besteht zum einen die Möglichkeit, einen Boundary-Scan durchzuführen. Andererseits erlaubt sie mittels einer nachgeschalteten Logik den Zugang zu allen On-Chip-Ressourcen. Alle Pins des TMS320C5x sind über Steckverbinder, die man nur noch am Platinenrand einlöten muß, erreichbar. Damit ist das Board für Hardwareerweiterungen offen.

### Extras

Zugang zur analogen Welt findet der DSP über einen AD/DA-Wandler (Analog Interface Circuit, AIC) vom Typ TLC32040 (vgl. Bild 1). Dieser Baustein beherbergt zwei 14-Bit-Wandler, jeweils einen für die Richtungen A/D und D/A mit vor- respektive nachgeschaltetem Band- beziehungsweise Tiefpaß. Der AIC wird mit 10 MHz getaktet und ist seriell mit dem C50 verbunden. Mit der maximalen Sample-Rate von 20 kHz ist dieses IC bestens für den Sprachfrequenzbereich geeignet. Die Zuführung der analogen Signale geschieht über Cinch-Buchsen, wobei der Ein- beziehungsweise Ausgangsspannungsbereich bei  $\pm 3$  V liegt.

Das Kernel-Programm des DSK residiert in einem 32 KByte großen PROM. Nach einem Reset startet der C50 zunächst den in seinem On-Chip-ROM

untergebrachten Boot-Loader. Dieses Programm überträgt die Kernel-Software aus dem PROM in das C50-RAM und führt sie aus. Der weitere Boot-Vorgang hängt vom Inhalt der Speicherstelle 0FFFFh im Global-Memory ab. Diesem entsprechend bootet der Signalprozessor entweder von seiner seriellen oder parallelen Schnittstelle. Dabei gibt es zwei Möglichkeiten, parallel zu booten: Zum einen kommt die in das On-Chip-RAM zu ladende Software aus einem Speicher (EPROM-Mode), andernfalls liest der DSP sie im asynchronen I/O-Modus vom Port 50h. Bei allen Boot-Modi besteht die Wahl zwischen einer 8-Bit- oder 16-Bit-Datenübertragung. Weiter kann die Warm-Boot-Option, bei der ein erneutes Programmieren entfällt, in 0FFFFh eingeschaltet werden.

Die Verbindung zum PC nimmt das DSK über eine serielle Schnittstelle per neunpoliger Sub-D-Buchse auf. Zur Versorgung der Platine ist eine 9-V-Wechselspannungsquelle nötig, die mindestens 250 mA liefern muß.

### Software und ...

Die Software, die dem DSK beiliegt, besteht aus dem fensterorientierten Monitor/Debugger *disk5d*, dem Kommandozeilen-Assembler *disk5a* und dem Loader-Programm *disk5l*. Einen Quelltext, der mit einem ASCII-Editor (z. B. Edit unter DOS) erstellt wird, assembliert man zunächst mit *disk5a*, um das entstehende Programm dann mit *disk5d* in den Speicher des C50 zu laden. Mittels des Debuggers (Bild 2) kann das Programm dann gestartet und auf Fehler überprüft werden. Hinweise zur Funktion von *disk5d* sind über eine Online-Hilfe verfügbar. Beide Entwicklungswerkzeuge (*disk5a* und *disk5d*) genügen den Mindestanforderungen und ent-

sprechen in ihrem Funktionsumfang den C2x-Tools.

Den Befehlsumfang des Signalprozessors kann man dem TMS320C5x User's Guide entnehmen, das auch Aufschluß über die Interna dieser ICs gibt. Das Handbuch zum Kit ist der DSK User's Guide, welcher die Soft- und Hardware behandelt. Beide Bücher gehören zum Lieferumfang des DSK. Leider fehlt in diesen Unterlagen jedoch eine erschöpfende Erklärung zum Loader *disk5l*, der zum Laden und Starten von Programmen ohne Debugger dient. Weiter kennt dieses Tool – wie auch der Debugger – nur die PC-Schnittstellen COM1 und COM2.

Neben den bisher genannten Programmen enthält das Starterkit noch drei weitere Software-Applikationen. Das Programm, welches man als erstes starten sollte, heißt SELFTEST. Sobald es mittels *disk5l* in den Speicher des C50 übertragen und gestartet wurde, führt SELFTEST einen Test des AIC, des Speichers und der seriellen Schnittstelle durch. Über den Verlauf der Prüfung informieren kurze Mitteilungen. Eine Anwendung namens FUNC macht aus dem C5x-

Board einen Signalgenerator. Dabei verwendet FUNC den analogen Ausgang des TLC32040. Über geeignete Veränderungen im Programmcode kann man beliebige Signale erzeugen. Die aber wohl interessanteste Applikation, die bereits in ähnlicher Form dem C2x-Starterkit beilieg, macht ein Scope zum einfachen Spektrumanalysator. Dabei wird ein Signal, das man am Eingang des AIC einspeist, einer Echtzeit-Spektrumanalyse per 1024-Punkte-FFT unterzogen. Mit deren Ergebnis steuert der TMS320C50 den AIC-Ausgang, an den ein Oszilloskop angeschlossen ist (siehe Bild 3).

### Buggy

Software – insbesondere neue – strotzt oft vor Fehlern. Diesbezüglich liefern im ELRAD-Labor die Programme zum DSP-Starterkit ausgesprochen stabil, obwohl das Demopakete erst seit kurzem am Markt ist. Einige Bugs hat ELRAD aber dennoch zutage gefördert. So zeigte sich, daß der Debugger/Monitor unverträglich mit manchen Maustreibern ist. Dieses Phänomen äußert sich darin, daß zum Beispiel die Menüzeile nach dem Programmstart fehlt oder verstümmelt ist. Auch verabschiedete sich *disk5d* beim Aufruf der Hilfe manchmal mit einem farbenfrohen Bildschirm. Übrigens arbeitete der Debugger des C2x-Kits mit dem gleichen Maustreiber problemlos. Ein weiterer Fehler von *disk5d* tritt auf, wenn man versucht, Hex-Dateien zu lesen: Hier bricht *disk5d* mit einer Fehlermeldung ab.

Weitere Bugs im Assembler und Debugger fanden wir nach einem Hinweis von Michael

```

Display Fill Load Help eXe Quit Modify Break Init Watch Reset Save Copy Pc
ADDR CODE WORD MNMC OPERAND - FIELD TMS320C50 Watches TMS320C50 Register
0a00 be41 SETC INTM ACC: 00000000 C:0
0a01 bc00 LDP #0 No watches ACCB: 00000000 DU: 1
0a02 5d07 0834 OPL #0834h,07h defined PRG: 00000000 PM: 0
0a04 bf00 0000 LACC #0000h,0 TRG0: 0000 TRG1: 0000
0a06 882a SAMM 02ah TRG2: 0000 DP: 0000
0a07 882b SAMM 020h ST0: 0600 ST1: 11fc
0a08 ae04 0022 SPLK #0022h,04h PC: 0a00 AR0: 0000
0a0a 7a80 0a3b CALL 0a3bh,* ST0: 0000 AR1: 8404
0a0c be42 CLRC DUM ST1: 0000 AR2: 0a00
0a0d bf00 SPH 0 MA: Add a watch ST2: 0000 AR3: 0000
0a0e ae04 0012 SPLK #0012h,04h WD: Del a watch ST3: 0000 AR4: 0000
0a10 be40 CLRC INTM WF: Def format ST4: 0000 AR5: 0000
0a11 8b00 NOP WM: Mod address ST5: 0000 AR6: 0000
0a12 8b00 NOP ST6: 0000 AR7: 0000
DRR: 002c DXR: 0000
TIM: 0000 PRD: 0001
IMR: 0002 IFR: 001a
PMST: 0034 INDX: 0000
DBMR: 0000 BMAR: 0000
CURSR: 0000 GRG: ff00
SPCR: 3cc8 TRC: 0400

TMS320C50 Display Data Memory: 'Hexadecimal' format
1000: 678d f307 eeff 6f39 1827 6903 1e10
1007: 000e 6ef3 f877 f9ce 37f6 03e2 0081
100e: 4007 0400 7dff bfff f79f 9efe 2082
1015: 0000 8844 0501 f7de 7fed 67ee bf79
101c: 0400 00c0 5610 0201 7bff f3fd 9eff

INPUT COMMAND:

```

**Bild 2. Textfenster: Im *disk5d* behält man auch ohne Windows den Überblick.**

## DSP geht fensterln

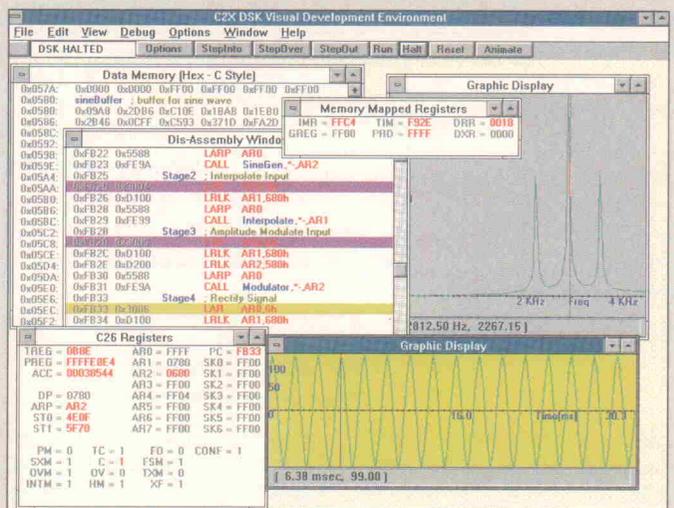
Zum Lieferumfang des C2x- und C5x-Starterkits von TI gehören neben der Hardware auch zwei Programme, die zum Assemblieren und Debuggen dienen. Diese tun zwar ihre Pflicht, bieten jedoch nicht gerade viel Komfort. Zumindest hinsichtlich des Debuggers offeriert die kanadische Firma GO DSP mit dem C2x- und C5x-DSK-Visual-Development-Environment (VDE) für Windows eine interessante Alternative. Dabei stand ELRAD die C2x-Version dieser Software zum Test zur Verfügung, eine C5x-Variante ist ebenfalls erhältlich.

Die Systemanforderungen der VDEs liegen nur geringfügig über denen, die zum Betrieb von TIs DSK nötig sind. Neben einem Rechner, der mit einem 286er (besser 386er) und 4 MByte RAM ausgestattet ist, verlangt das VDE noch MS Windows ab Version 3.1 und mindestens DOS 4.1. Dar-

über hinaus sind zwei COM-Ports erforderlich, die zum Anschluß der Maus und der DSK-Platine dienen.

Nach der Windows-typischen Installation startet ein Doppelklick auf das DSK-Programmsymbol die Anwendung. Sodann erscheint eine Dialogbox, mittels der man den Port (COM 1 bis 4) für das DSP-Board und die Übertragungsraten zwischen 4800 bps und 38 400 bps einstellen kann. Ist die Konfiguration der seriellen Interface abgeschlossen, kann man die Arbeit mit dem VDE aufnehmen.

Zum Laden eines DSK-Programms dient das File-Menü, das auch Funktionen zum Öffnen und Speichern von Dateien zur Verfügung stellt. Eine Programmdatei, die vom VDE verarbeitet werden soll, muß im \*.DSK-Format vorliegen. Dies ist das übliche Ausgabeformat, das TIs DSK-Assembler liefert. Eine der wesentlichen Vorzüge



des VDE liegt jedoch im Semi-Source-Debugging. Hierunter versteht man, daß das VDE auch Listings (\*.lst) benutzt. Eine solche Datei – mit der /L-Option des Assemblers erzeugt – ermöglicht dem VDE, symbolische Labels beim Disassemblieren anzuzeigen.

Sobald man ein Programm mittels der File-Select-Box ausgesucht hat und dies in den

Speicher des TMS320C26 übertragen wurde, erscheint ein Disassembler- und C26-Registerfenster. Während im Disassembler-Fenster das geladene Programm erscheint, kann man dem anderen die aktuellen Registerinhalte entnehmen. Die Programmzeile, bei der der Disassemblierungsvorgang beginnt, zeigt das VDE farbig unterlegt. Eine neue Startadresse dafür kann man nach Drücken des di-

Portz (RWTH Aachen). So ist *dsk5d* nicht in der Lage, im Singlestep-Modus 'CALLD' und 'RET' zu überlaufen. Darüber hinaus stolpert der Debugger über 'SST #1' (Store Status Register 1) wie auch über alle 'BSAR'-Befehle (Barrel Shift). Aber auch im Assembler finden sich einige Wanzen. Zum Beispiel meldet *dsk5a* bei Gebrauch der Anweisung 'BSAR 16' einen Fehler, obwohl dieser Parameter gemäß Prozessorhandbuch erlaubt ist. Andererseits ignoriert der Assembler das unzulässige 'BSAR 0'.

Ein weiterer Stolperstein macht sich beim Befehl 'Execute Conditionally' (XC) bemerkbar. Diese Anweisung arbeitet – sofern die im Anschluß an XC angegebenen Bedingungen erfüllt sind – bis zu zwei ein Wort breite Befehle ab. Andernfalls werden anstelle der Anweisungen NOPs ausgeführt. Beim Versuch, diesen Befehl zu assemblieren, monierte der DSK-Assembler die Bedingungen (z. B. EQ für ACC = 0). Benutzt man die gleichen Bedingungen in Zusammenhang mit einem anderen Befehl, beispielsweise

'Return Conditionally' (RETC), verläuft der Assemblierungsvorgang ohne jede Fehlermeldung.

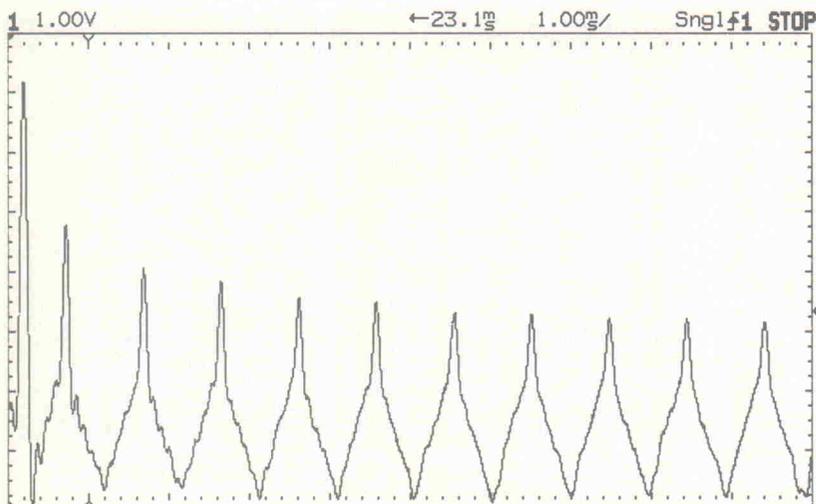
### Fazit

Für jeden Auf- oder Einsteigerwillingen bietet das TMS320C5x-Starterkit im Vergleich zum C2x-Board ein deutliches Mehr an Leistung. Softwareseitig besitzt der C50-DSP einen umfangreicheren Befehlssatz und dabei auch noch eine flinkere Befehlsausführung: So benötigt der DSP des C2x-Boards rund 100 ns für eine Einzelzyklus-Fest-

komma-Operation, während der TMS320C50 bei gleichem Takt hierfür nur die Hälfte braucht. Dank des im Vergleich zum C26 um rund 8,5 KWords größeren On-Chip-RAM kann man vom Start weg aufwendigere Programme erstellen. Die TDM-Betriebsart der seriellen Schnittstelle, die sich insbesondere für Multiprocessing-Anwendungen anbietet, läßt einen breiten Raum für Hardwareentwicklungen. Solche Vorhaben erleichtern die im Layout der Platine vorgesehenen Expansionsfelder. Hinzu kommt eine gute Softwareausstattung und Handbücher, die auch die Programmierung des AIC nicht auslassen. Updates und weitere Beispielprogramme, die man über die neu eröffnete TI-Mailbox in Paris (Tel. 00 33-1 30 70-11 99) erhalten kann, sind eine zusätzliche Hilfe bei der Einarbeitung in die DSP-Welt. Hinzu kommt der vergleichsweise günstige Preis des Kits von 216 DM zuzüglich Mehrwertsteuer. ea

### Literatur

- [1] Marcus Prochaska, DSP für alle, ELRAD 2/94
- [2] Norbert Jansen, Marcus Prochaska, Entwicklungshilfe, ELRAD 6/94



**Bild 3. Bei Bedarf macht das C50-Board per Software aus einem Scope einen einfachen Spektrumanalysator, hier verarbeitete es ein Rechtecksignal.**

rekt unter der Menüleiste im Tool-Bar (Werkzeugleiste) angeordneten Option-Buttons in einer aufspringenden Dialogbox eingeben. Ebenso finden sich Funktionen zum Starten und Stoppen des Programmablaufs wie auch Single-Step-Befehle im Tool-Bar. Mit den Windows-Schiebern kann man recht schnell durch den Quelltext fahren und per Doppelklick Breakpoints setzen, die dann farbige unterlegt dargestellt werden.

Informationen über einen Datenspeicherbereich vermittelt das Data-Memory-Fenster in diversen Formaten (Hex, Hex-C-Style, Signed/Unsigned Integer, (Packed) Character, Binary). Um den Inhalt einer Speicherzelle zu ändern, klickt man sie einfach an. Darauf erscheint eine Dialogbox, in die man den neuen Wert einträgt. Mittels des Edit-Pulldown-Menüs kann man aber auch ohne Umweg über das Memory-Fenster Speicherinhalte im Programm- oder Datenspeicher direkt ändern, sie kopieren oder Bereiche füllen. Auch Registerwerte kann man im Edit-

Menü ändern. Ein weiteres Fenster – Memory-Mapped-Registers – zeigt den Status dieser im Speicher liegenden Registergruppe (I/O, Peripherie, Konfiguration) an. Auch hier kann man per Maus-Click Änderungen vornehmen.

Nicht nur, wenn es um die Veränderung von Registern geht, zeigt die Online-Hilfe des VDE ihre ganze Stärke. Sie gibt nicht nur erschöpfend Aufschluß über die Fähigkeiten des Debuggers, sondern auch über jedes Register und alle Befehle des TMS320C2x.

Während TIs Debugger einen Datenbereich lediglich als Zahlengrab anzeigt, kann das VDE solche Blöcke auch grafisch darstellen. Bei Aufruf der Funktion *View Graph* gibt man per Dialogbox die Startadresse und Länge des darzustellenden Datenbereichs und die Darstellungsart (logarithmische oder lineare Skalierung) sowie die Display-Größe an. Dabei besteht auch die Möglichkeit, sowohl eine Zeit- als auch eine Frequenzebenen-Darstellung zu

wählen (siehe Bild). Mittels eines Cursors kann man die Speicheradresse und den Wert eines bestimmten Punktes ermitteln.

Mit den 'Associated Breakpoints' bietet das VDE ein besonders effizientes Werkzeug: GO DSP hat die Breakpoint-Funktion derart erweitert, daß – nachdem der DSP einen Haltepunkt erreicht hat – bestimmte Fenster automatisch aktualisiert werden. Um welche Fenster es sich dabei handelt, liegt in der Hand des Benutzers. So kann man am Bildschirm verfolgen, wie sich ein Datenbereich oder der Inhalt von Registern im Programmablauf ändert. Um bestimmte Variablen im Auge zu behalten, kann man aber auch ein Watch-Window erzeugen.

Ein weiteres Debugging-Tool verbirgt sich hinter der File-I/O-Option des Dateimenüs. Hiermit kann man bei der Haltepunktarbeitung einen Datenbereich in eine Datei schreiben oder eine Datei in den C2x/C5x-Speicher laden. Eine

Dialogbox nimmt wieder die relevanten Einstellungen (Dateiname und Ladeadresse) entgegen. Darüber hinaus bestimmt der Anwender, welche Breakpoints welche File-I/O-Operation auslösen. Die Wrap-Around-Option sorgt dafür, daß das VDE einen Lesevorgang wieder am Anfang einer Datei aufnimmt, sobald ihr Ende erreicht ist.

### Unterm Strich

Das C2x-DSK-Visual-Development-Environment von GO DSP erscheint als ein rundherum gelungenes Programm: Es bietet einen großen Funktionsumfang bei hoher Benutzerfreundlichkeit. Auch das Preis/Leistungsverhältnis (etwa 230 DM inkl. MwSt. im Vertrieb des Elektronik-Ladens Detmold) stimmt. Einen Haken hat die Sache allerdings doch: auf TIs Assembler und einen ASCII-Editor kann man noch nicht verzichten. Eine Probeversion der Software liegt übrigens in der ELRAD-Mailbox (05 11/53 52-401).

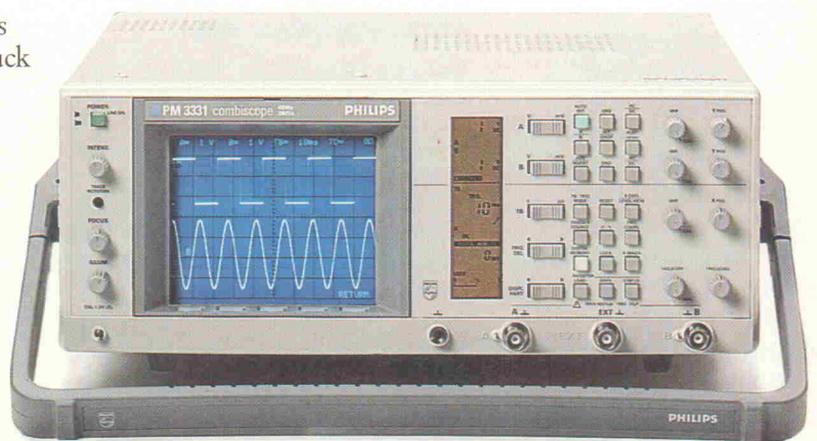
# Der kleine Schritt zum PM 3331 ist der große Sprung zum CombiScope™!

Steigen Sie auf in eine neue Klasse. Denn dieses 40 MHz Echtzeit-Oszilloskop wird auf Knopfdruck zum Digitalspeicher für fortschrittliche Applikationen.

Mit dem PM 3331 haben Sie immer beides: Analoge Vertrautheit und digitale Leistung in **einem** Gerät mit beeindruckenden Leistungsmerkmalen:

- ▶ 40 MHz Echtzeit-Analogbandbreite
- ▶ 20 MS/s Abtastrate gleichzeitig auf beiden Kanälen
- ▶ 8 K x 8 bit-Speicher für maximale Auflösung
- ▶ Zweiter Referenzspeicher für Signalform-Vergleich
- ▶ AUTOSET für sofortige Signaldarstellung
- ▶ Cursor für Bildschirmmessungen
- ▶ RS232C-Schnittstelle für Hardcopy-Ausgabe

Und das alles zu einem Preis, der den Aufstieg in die CombiScope™-Klasse leicht macht: DM 3.950,- zuzügl. MwSt. (DM 4.542,50 incl. MwSt.)!



Fluke Deutschland GmbH  
Heinrich-Hertz-Straße 11, 34123 Kassel  
Telefon: (05 61) 9 59 42 42  
Telefax: (05 61) 9 59 42 39

# FLUKE®

# Evolution

## Virtuelle Instrumente in C: LabWindows/CVI von National Instruments

Preview

Marcus Prochaska

Vor über fünf Jahren begann in Deutschland die Erfolgsstory der Meßtechnik-Programmierungsumgebung LabWindows – damals auf dem PC noch unter DOS. Aus den Anfängen von einst entwickelte sich ein Tool, das mittlerweile viele als das Programmiersystem schlechthin betrachten, wenn es um die Aufnahme, Verarbeitung oder Präsentation von Meßdaten geht. Den Sprung in die Welt von MS Windows machte die neueste LabWindows-Variante 'CVI', die zur Begutachtung in die Redaktion kam.



**L**abWindows gilt als ein De-facto-Standard in Sachen Meßdatenverarbeitung mit IBM-kompatiblen Rechnern. Schon die älteren DOS-Versionen sind ganz auf Entwickler abgestimmt, die meßtechnische Probleme mit dem PC lösen möchten, ohne dabei stets auf neue, durch das Betriebssystem oder die Programmiersprache bedingte Schwierigkeiten zu stoßen.

Um dies zu erreichen, arbeitet der Programmierer mit LabWindows immer in sicherer Distanz zu den 'Basics' der PC-Hard- und -Software. Trotz der komplexeren Windows-Umgebung soll dem auch die neueste Ausgabe LabWindows/CVI entsprechen.

### VIs

LabWindows basiert auf dem Konzept sogenannter virtueller Instrumente (VI). Graphical User Interfaces (GUI), also die Bedienoberflächen von Applikationen, lassen sich in Anlehnung an reale Meßgeräte gestalten. Hierfür bietet LabWindows per Maus bedienbare Schalter, Knöpfe, Anzeigen und ähnliches als Grafikelemente für die Frontplatten (Panels) der virtuellen Geräte an. Zu jeder Applikation gehört neben einem Ausgabefen-

ster für VIs ein entsprechendes Steuerprogramm. Dieses repräsentiert die Funktionalität 'hinter' der Grafikoberfläche eines virtuellen Instruments.

Im Prinzip hat National Instruments mit CVI das bewährte Entwicklungskonzept der LabWindows-DOS-Ausgabe 'nur' auf neue Plattformen angepaßt. So ist CVI für MS Windows und für Unix (Sun Solaris) verfügbar. Natürlich hat sich auch einiges verändert. Zum Beispiel verzichtet National C für Virtuelle Instrumente auf das BASIC älterer LabWindows-Versionen zugunsten ausschließlicher C-Programmierung. Dafür ist ein kompletter ANSI-C-Compiler vorhanden, der 32-Bit-Windows-Applikationen erzeugt und sich bei weitem nicht nur für reine Meßtechnikprogrammierung eignet.

CVI bringt zum Compiler auch den passenden Linker sowie einen Debugger mit. Dies ermöglicht die direkte Ausführung kompilierter Programme aus der Entwicklungsumgebung heraus.

In der ersten Release der Windows-Version von LabWindows/CVI (V 3.0), die zum Ausprobieren in der Redaktion vorlag, lassen sich Runtime-Pro-

gramme (eigenständige EXE-Files für Windows) mit Hilfe eines 'Application Builder Toolkits' generieren. Für November ist bereits die neuere Release 3.0.1 angekündigt, die unter anderem das Erstellen von EXE-Files direkt über das Compilermenü gestatten soll.

Lizenzgebühren für die Weitergabe von Runtime-Applikationen sind bei NI Verhandlungssache – ab Version 3.0.1 sollen jedoch prinzipiell die jeweils ersten 50 Programme ohne Gebühr veräußerbar sein.

Eine Stärke von LabWindows liegt in den gebotenen Bibliotheksfunktionen – vor allem für Meßtechnikapplikationen. Sie teilen sich in Datenerfassung, Datenanalyse und Datenpräsentation auf. Ein 'Base Packet' von LabWindows/CVI 3.0 mit der Basisversion einer Funktionsbibliothek für Signalanalysen kostet 2648 DM. Zum Ausprobieren lag die Software als sogenanntes Full Development System (FDS) inklusive der zirka 300 Funktionen umfassenden Advanced Analysis Library vor. Das FDS ist mit dementsprechend stolzem Aufpreis für insgesamt 5398 DM zu haben. (Preise zzgl. MwSt.).

### Countdown

CVI setzt als Arbeitsbasis einen PC mit MSDOS und Windows ab Version 3.1 sowie einen 25-MHz-80386 samt Coprozessor voraus. Dazu kommen 8 MByte freier Arbeitsspeicher unter Windows, 20 MByte Platz auf der Festplatte und eine Maus. Wie fast immer bei MS Windows, gilt auch für CVI bezüglich der Hardware-Performance: härter, schneller, breiter ist besser. So empfiehlt die Dokumentation anstelle des 386ers eine 486-CPU mit 33 MHz Takt. Auch sollte der zur Verfügung gestellte Arbeitsspeicher der jeweiligen Anwendung angepaßt sein (große Datenmengen, viel RAM).

Bei der Installation dekomprimiert ein Setup-Programm die CVI-Dateien von vier 3,5"-Disketten. Nach dem Auspacken wird eine CVI-Programmgruppe erzeugt. Die Advanced Analysis Library ist mit eigenem Installationsprogramm auf einer weiteren Diskette untergebracht.

Zum Full Development System gehören acht englische Handbücher, die praktisch keine Fra-

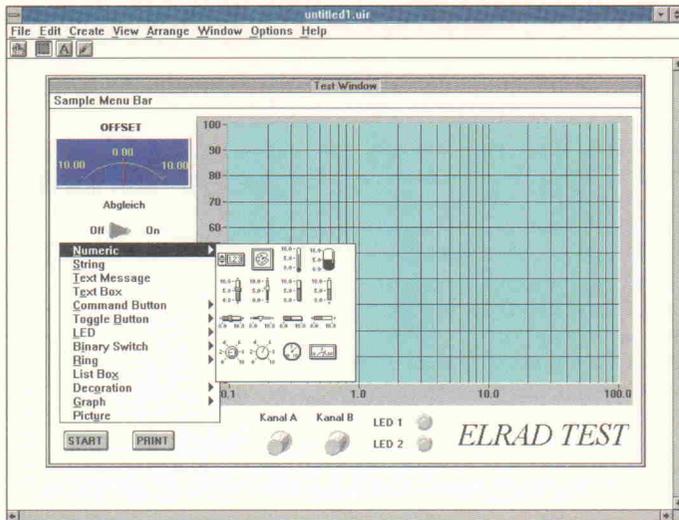


Bild 1: Maßgeschneiderte Oberflächen – der GUI-Editor.

gen offenlassen. Von einer allgemeinen Softwarebeschreibung über detaillierte Informationen zum Compiler und den Bibliotheken bis hin zur umfassenden ANSI-C-Dokumentation in Form eines Reference Manuals ist alles enthalten. Ein zusätzlicher 'Master Index' sorgt für Überblick, trotz des vielen Papiers.

## Konzeptionen

Nach dem Laden erscheinen automatisch ein Projekt-, ein Source- und ein User-Interface-Window. Im Projektfenster wird das File definiert, das die Namen aller zur Erzeugung der kompletten Applikation erforderlichen Dateien speichert. Zu diesen zählen zum Beispiel Include-Files und Objektmodule.

Die wichtigste Datei hiervon ist der C-Quelltext, den man im Source-Window erstellt. Der Source Editor verfügt über umfangreiche Funktionen, wie sie auch von anderen Programmierumgebungen bekannt sind. Für so ziemlich alles, was sich mit Zeichenketten anstellen läßt, besitzt er die passende Funktion. Es bestehen Möglichkeiten wie Suchen/Ersetzen, Einfügen von Zeilennummern oder das Splitten des Editorfensters.

Von jedem Fenster aus lassen sich beliebige CVI-Dateien laden. Je nach Typ der zu öffnenden Datei springt ein entsprechendes Window auf. Auch kann man aus jedem Fenster heraus Programme kompilieren und starten.

Als drittes Fenster kennt CVI das User Interface Window. Hier wird die Bedienoberfläche einer Applikation festgelegt.

Das Graphical User Interface für CVI-Anwendungen setzt sich im Prinzip aus zwei Komponenten zusammen: Menüleiste und grafisches Ausgabefenster. Zusammen mit dem Steuerprogramm bildet das Ganze dann ein virtuelles Instrument.

LabWindows stellt über seinen User Interface Editor leistungsstarke Werkzeuge für die Steuerung von GUIs zur Verfügung. Bedien- und Anzeigeelemente, die sogenannten Controls für Instrument Panels (Fenster, Schalter, Kurvenplots, Textfelder und ähnliches), finden sich vorgefertigt in der User Interface Library. Panels lassen sich hinsichtlich der Größe, Farbe, Bezeichnung und vielem anderen mehr verändern. Auch Scroll-Balken sind installierbar. Nachträgliche Änderungen erfolgen über das Edit-Menü. Aus dem Create-Menü wählt man die erforderlichen Interface-Elemente

für das Ausgabefenster. Die Elemente sind per Maus beliebig platzierbar und lassen sich ebenfalls flexibel an individuelle Bedürfnisse anpassen (Beschriftung, Farbgebung etc.).

Auch Grafiken sind auf Panels darstellbar. Um sie importieren zu können, müssen Bilder im PCX-, BMP-, DIB- oder RLE-Format vorliegen. Menüleisten für das Arbeitsfenster der CVI-Applikation lassen sich ganz ähnlich wie Panels und Controls erzeugen.

Das Steuerprogramm erreicht Pop-up-Menüs und Instrument Panels mittels spezifischer Bezeichnungen, die ebenfalls per Editor festzulegen sind. Die so generierten Daten speichert LabWindows in einer Include-Datei. Informationen über das Oberflächenlayout der jeweiligen Anwendung nimmt ein sogenanntes User Interface Resource File auf (\*.UIR-Datei).

## Design

Die Entwicklung einer Applikation geht vom Sourceeditor aus. C-Commandos lassen sich entweder über die Tastatur oder per Menü eingeben. Für die Einarbeitung bieten sich etliche Demo-Programme an. Nicht zuletzt hilft hierbei ein 'Getting Started Manual', das auch völlige Programmneulinge schnell in die Fähigkeiten der Software einführt.

Bei Funktionsaufrufen ist es möglich, die betreffende C-Funktion über eine Maske zu programmieren und zu parametrieren. Dies gilt auch für die Funktionen jeder beliebigen

CVI-Library und ist insbesondere bei komplexen Befehlen sehr hilfreich. Der Zugang zu den Befehlsmasken ist hierarchisch entsprechend den einzelnen Bibliotheken geordnet. Für jeden Schritt, der zum Auffinden des benötigten Funktionsaufrufs erforderlich ist, stehen gesonderte Hilfetexte zur Verfügung.

Fehler lassen sich bei der Softwareentwicklung kaum ganz vermeiden. Für Programmierer ist es deshalb unabdingbar, daß ihre Entwicklungswerkzeuge Funktionen zur möglichst frühzeitigen Erkennung von 'Bugs' mitbringen.

Sogenannte grobe Fehler behandelt CVI wie man es von anderen Compilern gewohnt ist: Mit einer Fehlermeldung bricht ein Kompilierungs- oder Linkvorgang ab; die fehlerhafte Programmzeile wird im Source-Window markiert. Gleiches gilt für Fehler, die sich erst während der Programmabarbeitung ergeben.

Um logische Fehler in der Programmkonzeption ausmerzen zu können – die sich nur selten mit einsichtigen Debugger-Meldungen bemerkbar machen –, bietet CVI eine Reihe leistungsstarker Tools an. Per Mausklick kann man die Programmausführung zu jeder beliebigen Zeit stoppen und Programmvariablen einsehen oder manipulieren. Variableninhalte lassen sich zudem parallel zum Programmablauf am Bildschirm anzeigen. Über Unterbrechungspunkte ist das Programm bei bestimmten Zeilen zu stoppen. Auch die zeilenweise Ausführung des Quelltextes ist möglich.

Selbst bei Speicherkonflikten aufgrund von Bereichsverletzungen beim Variablenzugriff bricht CVI die Programmausführung mit einer aussagekräftigen Fehlermeldung ab – was Entwicklungszeit sparen hilft, denn der sonst übliche blanke Bildschirm ist ein schlechter Ratgeber bei der Suche nach Fehlerursachen.

## Busse und Bahnen

Computergesteuerte Meß- und Regelungstechnik basiert auf Bussystemen, mit denen die einzelnen Komponenten vernetzt werden. Von Bedeutung ist hier vor allem der IEEE-488-Bus, dessen US-amerikanisches Pendant unter der Bezeichnung General Purpose Standard Bus

## ProTest

Für 'redaktionsinterne Zwecke' wurde im Sommer 92 mit LabWindows, Version 2.1 das Programm 'ProTest' für Funktionstests von PC-Meßkarten entwickelt.

Die Aufgabe war, ein Testsystem für verschiedenste PC-Boards zu finden, obwohl es für diese kaum standardisierte Testalgorithmen gibt. Das ProTest-Konzept basiert auf der zusammenfassenden Betrachtung des komplexen Analog/Digital-Teils einer Meßwertfassungskarte als Datenwandler. Da für A/D-Wandler signifikante Verfahren zur Qualitätsanalyse existieren, ergibt sich hiermit ein brauchbarer Testansatz.

ProTest bietet drei verschiedenen Testverfahren: Neben der differentiellen Nichtlinearität (DNL) und einer Analyse der integralen Nichtlinearität (INL) kann das dynamische Verhalten einer Meßwertfassungskarte mittels FFT bestimmt werden. Meßwerte erwartet ProTest als Datei auf der Festplatte, wobei im Programmteil 'UniFileFormat' verschiedene Fileformate einstellbar sind. Dies gestattet die Verarbeitung der Daten quasi beliebiger A/D-Systeme.



**Bild 2: Als Treiber vorgefertigt – das Panel eines 'virtuellen' Meßgerätes.**

(GPIB) bekannt ist. LabWindows/CVI unterstützt neben dem GPIB-Standard auch die Geräteansteuerung über den VXIbus oder die RS-232-Schnittstelle.

Instrumente mit einem der genannten Bussysteme sind nicht nur über direkte Programmierung ansprechbar. CVI bringt Instrumententreiber mit, die bequemere Möglichkeiten zur Steuerung eines Busgerätes bieten. Diese Treiber bestehen im Prinzip aus den gleichen Elementen wie jedes sonstige CVI-Programm. Im C-Quelltext sind die nötigen Unterprogramme zur Ansteuerung des betreffenden realen Instruments definiert. Durch einen Funktion Tree stellt LabWindows den Zusammenhang zwischen Subroutinen und Dialogfenstern her.

Instrumententreiber lassen sich somit auch selbst programmieren. Zur Erzeugung eines Treibers bedient man sich der Funktionen, die das Instrument-Popup-Menü im Project Window bereitstellt. Hier erfolgt auch die Einbindung in eine CVI-Applikation. Neben Treibern für Laborgeräte sind VIs für diverse PC-Multifunktionskarten und sonstige Add-In-Boards von National Instruments im Lieferumfang enthalten. Andere Hersteller legen zudem ihren Boards häufig CVI-Treiber bei.

### Chamäleon

Beim Wechsel von einem auf ein anderes Betriebssystem bleiben alte Programme oft auf der Strecke. LabWindows-Anwender sollten jedoch beim Umsteigen von DOS auf Windows nur auf geringe Schwierigkeiten stoßen. Schließlich bringt CVI eigens eine Portierfunktion mit.

Um dieses Feature auszuprobieren, wurde ProTest, eine einst mit LabWindows für DOS programmierte Anwendung aus dem Meßtechniklabor, portiert (siehe Kasten 'ProTest').

Das Ganze hat folgenden Ablauf: Als erstes ist das 'alte' User Interface Resource File zu laden, das automatisch entsprechend den CVI-Konventionen geändert wird. Ein Fenster informiert den Anwender über den aktuellen Stand der Umwandlung. Im Anschluß öffnet man die Datei mit dem 'alten' C-Quelltext und wählt die Funktion 'Translate DOS Program'. LabWindows startet die Portierung des Quelltextes, wobei Veränderungen Zeile für Zeile im Source Window zu beobachten sind. Zum Schluß müssen im Projektfenster alle an dem neu zu erzeugenden Projekt beteiligten Dateien eingetragen werden.

Beim Start der portierten Applikation ergaben sich einige Überraschungen: Im Gegensatz zur DOS-Variante ist LabWindows/CVI längst nicht so tolerant gegenüber flüchtigen Programmierpraktiken. Schonungslos erhält man eine Fehlermeldung nach der anderen. Beim versuchsweise portierten Programm wiesen diese meist auf Funktionen hin, die einen Wert zurückgeben sollten, dies aber mangels Return-Anweisung nicht konnten. Ein anderer häufig auftretender Fehler bezieht sich auf die C-Konvention des Backslash. Erwartete LabWindows für DOS in Strings zur Festlegung von Pfaden oder Dateinamen ein einzelnes '\'-Symbol, sind aufgrund der ANSI-C-Konvention nun zwei davon nötig.

Bild 3 zeigt die Panels des Programmteils 'UniFile Format' der ProTest-Anwendung – einmal in der ursprünglichen Version und einmal portiert als CVI-Programm. Wie man den Bildern entnehmen kann, muß nach einer Portierung das User Interface Resource File etwas nachbearbeitet werden. Dies bezieht sich insbesondere auf importierte Grafiken.

Natürlich läßt sich nicht alles ohne weiteres per CVI nach

Windows übertragen. So sind etwa alte BASIC-Quelltexte zunächst mit LabWindows unter DOS in C zu übersetzen. Die seinerzeit zugekaufte AT-DSP2200 Library (Unterstützung für Signalprozessoren) war bei CVI nicht vorhanden – und somit auch nicht übertragbar. Gleiches gilt für alle Funktionen aus der Data Acquisition Library der DOS-Ausgabe, die speziell für Micro-Channel-PCs zugeschnitten waren und jetzt nicht mehr unterstützt werden. Ebenfalls verweigert CVI die Unterstützung der Graphic Library und einiger Funktionen aus der Utility Library älterer LabWindows-Releases. Hier hilft nur 'Umprogrammieren'.

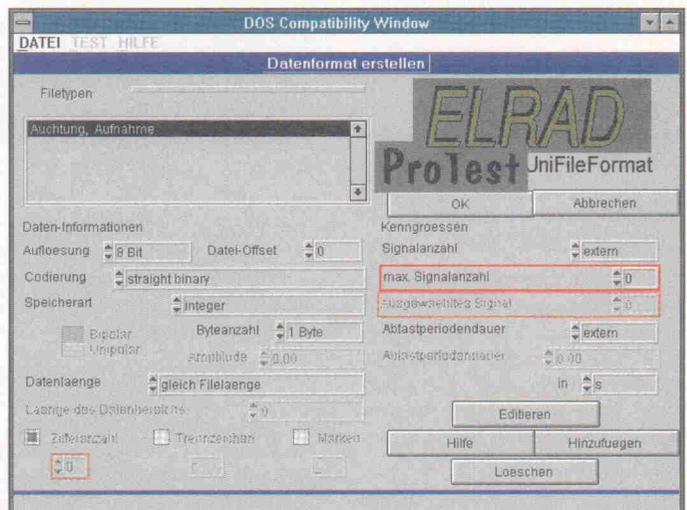
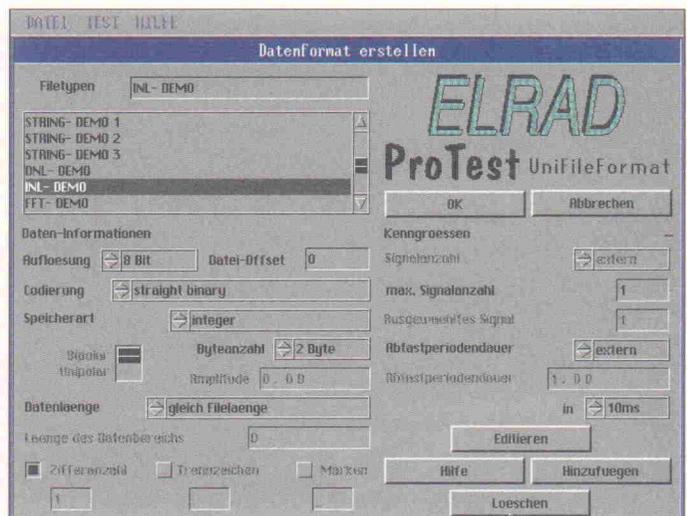
### Bilanz

Im direkten Vergleich zu ProTest unter DOS (erstellt mit LabWindows 2.1 und MS C 6.0) ist das entsprechende Windows-Programm direkt nach der ersten Portierung bereits um etwa ein

Viertel schneller. Mit etwas eindringlicherer Anpassung des Quellcodes an die Features von CVI lag die Laufzeit um bis zu 60 % günstiger.

LabWindows/CVI ist ein leistungsstarkes Entwicklungswerkzeug für jeden, der mit dem PC Meßdaten aufnehmen, verarbeiten und präsentieren möchte. Dank der Programmphilosophie kann man sich ganz auf die meßtechnischen Aufgaben konzentrieren, auch ohne Windows-Experte zu sein.

Die erzielbaren Ergebnisse sind hierbei nicht nur in optischer Hinsicht, sondern auch bezüglich Geschwindigkeit und Leistungsvermögen beachtlich. Zudem läßt sich das Paket in jeder Hinsicht leicht handeln. Durch die Konvertierbarkeit von DOS-Applikationen bietet sich die neue CVI-Umgebung auch für Umsteiger an. Sie hinterläßt alles in allem einen positiven Eindruck, hat aber natürlich ihren Preis. *kle*



**Bild 3: Vorher/nachher – die ProTest-Anwendung als Original und portiert mit CVI.**

# Meß-Spitze

## Kombi-Scope Fluke PM 3394A

Hans Mehles

**Das beste beider Welten – analog und digital – vereint die Gerätegattung Kombi-Scope. Mit dem PM 3394A bietet Fluke ein Vier-Kanal-Gerät an, das mit einer Summenabtastrate von 200 MHz, vielfältigen Meßmöglichkeiten und hohem Bedienkomfort nicht nur preislich den derzeitigen Gipfel im Fluke-Programm darstellt.**



Überall dort, wo komplexe Signalverläufe analysiert werden sollen, bietet sich der Einsatz von Oszilloskopen an. Besonders dann, wenn die zu untersuchenden Signale von Standardformsignalen – wie beispielsweise Gleichspannungs- oder Sinussignal – abweichen, erweist sich die Nutzung von Oszilloskopen als unerlässlich. Doch stellt sich bei der Auswahl der Geräte die Frage, ob das klassische Analoggerät oder ein modernes Speicheroszilloskop genutzt werden soll. Etwaige Zweifel erübrigen sich, wenn die positiven Eigenschaften dieser Geräte vereinigt werden und ein sogenanntes Kombioszilloskop zur Verfügung steht. Ein solches befindet sich heute auf dem Prüfstand: Das Vier-Kanal-Autoranging-Kombi-Scope PM 3394A von Fluke.

Oszilloskope stellen im Labor und in der Werkstatt seit ihrer Entwicklung aus der Braunschweiger Röhre das wichtigste Meßinstrument neben den Multimetern dar. Dabei hat die stürmische Entwicklung im Bereich der Mikroelektronik einen entscheidenden Beitrag auf dem Weg von den klassischen Analoggeräten über Speicherröhrenoszilloskope bis hin zu den heutigen Kombi-Scopes geleistet.

Das Angebot an Typen ist dementsprechend vielfältig, und der Käufer hat die Qual der Wahl. In zahlreichen Untersuchungen und Gegenüberstellungen sind die Vor- und Nachteile solcher Geräte diskutiert worden [1... 3]. Der optimalen Nutzung von einfachen und komplexen Geräten widmen sich Bedienungsanleitungen sowie Standardwerke [4, 5].

Zum leichteren Verständnis der Arbeitsweise dieses Oszilloskopes ist in Bild 1 die grundsätzliche Funktionsweise anhand eines Blockschaltbildes skizziert. Kernstück des Kombioszilloskopes ist ein Mikrocomputer, der über die verschiedenen Tasten und Knöpfe eine manuelle Bedienung erlaubt. Darüber hinaus übernimmt die Zentraleinheit auch die selbsttätige Einstellung des Gerätes auf unbekannte Signale: Nach Drücken der Autoset-Taste überprüft das Gerät alle Kanäle und zeigt das oder die Meßsignal(e) an. Dieser Vorgang dauert zwischen 6 und 12 Sekunden.

Jeder der vier Kanäle besitzt eine eigene Triggeraufbereitung, weshalb Fluke das Gerät zunächst ohne externen Triggeringang anbietet. Die Praxis erfordert jedoch häufig diesen

Signaleingang, daher ist die externe Triggerung als nachrüstbare Option lieferbar.

Neben der Hauptzeitbasis (MTB, Main Time Base) steht eine verzögerte Zeitbasis (DTB, Delayed Time Base) zur Verfügung. Eine Besonderheit der MTB stellt die Funktion 'Autoranging' dar. Schaltet man diese ein, dann paßt das Scope bei Signaländerungen die Ablenkzeit automatisch so an, daß immer zwei bis sechs Perioden auf dem Schirm erscheinen. Allerdings tritt bei verrauschten Signalen oder Frequenzgemischen bisweilen ein ständiges Hin- und Herschalten zwischen verschiedenen Ablenkzeiten auf, da das Scope zur Ermittlung der Zeit die Nulldurchgänge des Meßsignals heranzieht. Gleiches gilt übrigens auch für die Autoranging-Funktion der Eingangsempfindlichkeit. Wählt der Benutzer diese bei kritischen Signalen, dann macht sich das Scope durch häufiges Umschalten bemerkbar.

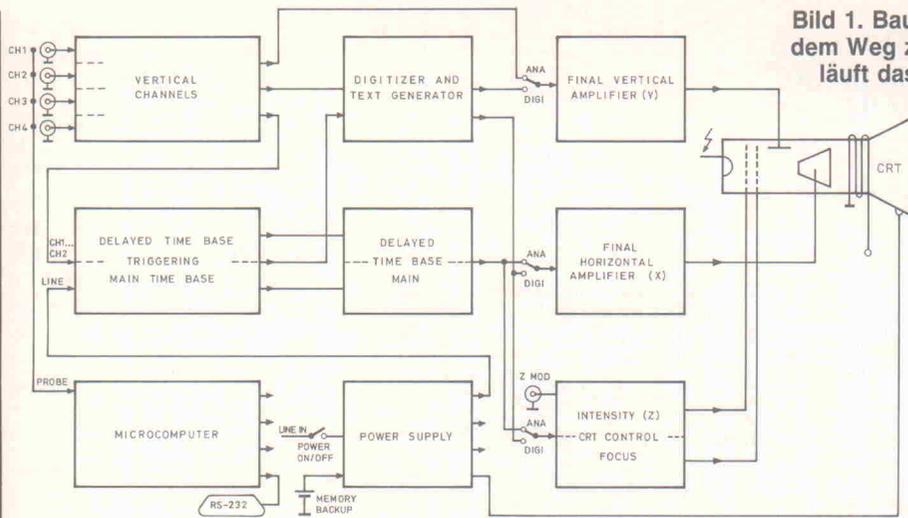
Der Wechsel zwischen Analog- und Digitalbetrieb erfolgt in der Horizontal- und Vertikalablenkstufe sowie in der Bildröhrensteuerung. Dabei übernimmt das Gerät die Einstellungen bezüglich der Eingangskanäle, Ablenkung und Trigger weitestgehend, so daß das angezeigte Signal nicht vom Bildschirm verschwindet.

### Knopfig

Die Bedienung derart komplexer Meßmittel sollte so gestaltet sein, daß man sie ohne akademische Vorbildung oder Studium von 500seitigen Handbüchern durchführen kann. Hier besticht der Prüfling durch eine optimale Unterstützung des Bedieners mittels guter Handbücher, die in bündiger Form die Funktionsweise systematisch vorstellen und auch auf spezielle Eigenarten hinweisen.

Aufgrund der Anzahl der Eingangskanäle und der jeweiligen separaten Einstell- und Triggermöglichkeiten muß der Nutzer die Funktion von über 80 Bedienelementen beherrschen. Dies erschlägt einen auf den ersten Blick, doch findet man sich dank systematischer Gruppierung der Taster und Knöpfe nach kurzer Einarbeitungszeit zurecht. Hier könnten durch Mehrfachbelegung einige Bedienelemente entfallen.

*Dr.-Ing. Hans Mehles war bis 1989 bei der Firma Krohne Mas-sametron als Laborleiter aktiv, danach bei der Firma Deckel für die Abteilung Steuerungstest und Elektroversuch verantwortlich und ist seit 1991 als beratender Ingenieur und Fachautor im Bereich Meßtechnik selbständig tätig.*



**Bild 1. Bauklötze: Auf dem Weg zum Schirm läuft das Meßsignal abhängig von der Betriebsart durch verschiedene Blöcke.**

Dabei würde das Gerät gleichzeitig an Übersichtlichkeit gewinnen, manche Mitbewerber schaffen es auch mit der Hälfte an Tastern.

Bedieneingriffe an Tastern und Drehgebern quittiert das Gerät durch einen abschaltbaren Piepton. Auf Dauerdruck reagiert das Scope bei vielen Funktionen mit einem Autorepeat, so kann man beispielsweise die Eingangsempfindlichkeit schnell hoch- oder herunterstellen. Änderungswünsche der Parameter von nicht angezeigten Meßkanälen ignoriert das Gerät, wobei auch der Piepton unterbleibt. So kann der Bediener auch ohne Hinsehen feststellen, daß er sich im Knopf vergriffen hat.

Der Bildschirm zeigt neben dem Meßsignal eine Fülle von Informationen – eingestellte Kanälempfindlichkeit, angezeigte Kanäle, Ablenkzeit, Triggerkanal und Flanke, einblendbares Menü neben den Funktionstasten – an, die eine menügeführte Bedienung möglich macht. Dabei ist die Helligkeit von Meßsignal und eingeblendetem Text separat einstellbar, angewählte Menüpunkte werden durch erhöhte Helligkeit hervorgehoben. Eine inverse Darstellung dieser Punkte würde die schnellere Identifizierung eventuell erleichtern.

### Automatik

Nach dem Einschalten, Anlegen eines Meßsignals und Druck auf die Taste 'Autoset' steht das zu untersuchende Signal nach kurzer Zeit auf dem Bildschirm, und dies gleich in einer Form, die so durchaus vom Nutzer gewünscht sein könnte. Bei Einsatz der beiliegenden Tastköpfe wird deren Teilverhältnis automatisch erkannt und geht di-

rekt in die Auswertung ein. Weiter enthalten die Tastköpfe zwei Taster, von denen einer zur Auslösung von Kommandos (z. B. Touch-Hold) und der andere per Wechslerkontakt ein rückwirkungsfreies Kurzschließen des Eingangs ermöglicht.

Selbst bei komplexen Videosignalen zeigt das Gerät sofort einen respektablen Bildausschnitt an. Fernsehtestbilder kann das Gerät zeilenweise analysieren. Dazu steht ein sogenannter Zeilenzähler zur Verfügung, der wie die meisten Einstellknöpfe eine dynamische Funktion aufweist. Bei langsamer Drehung nach rechts oder links schaltet das Scope von Zeile zu Zeile vor oder zurück. Bei schnellerer Gangart erhöht sich die Fortschaltgeschwindigkeit überproportional und der 'Zeilenfänger' führt große Sprünge aus. Auch bei dieser Funktion kann man nach Belieben zwischen Analog- und Digitalbetrieb umschalten, ohne das Meßsignal 'aus den Augen' zu verlieren.

Auch der Verarbeitung von komplexen Impulsfolgen und Nadelimpulsen zeigte sich der Prüfling in beiden Betriebsarten gewachsen: Impulse mit einer Frequenz von 1 MHz oder 10 MHz, einer Flankensteilheit von 5 ns respektive 3 ns und einer Impulsbreite von 20 ns oder 6 ns stellten keine besonderen Probleme dar.

Ernste Schwierigkeiten ergeben sich jedoch bei der Überprüfung von Modulationssignalen. Hier wird der externe Triggereingang notwendig, um das niederfrequente Modulationssignal einwandfrei zu stabilisieren. Ist das Gerät im Meßgestell eingebaut und der rückseitige Triggereingang nicht mehr zugänglich, bleibt nur die Möglichkeit, einen

Kanal für die Triggerung zu offerieren. Schade, das schmälert leider den guten Gesamteindruck dieses Gerätes etwas. In Bild 2 ist das getriggerte amplitudenmodulierte Signal gut sichtbar. Im Speicherbetrieb mit beispielsweise 128 Mittelungen kann das Signal exakt überprüft werden.

### Digitalyse

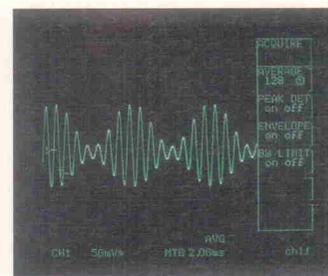
Eine Besonderheit bietet der Digitalbetrieb. Neben umfangreichen Meß- und Analysehilfen steht unter anderem eine schnelle Fourier-Transformation (FFT) zur Verfügung. Zur Optimierung des Analyseprozesses kann das Zeitsignal per Cursor auf eine Periode eingegrenzt werden. Außerhalb dieses 'Fensters' liegende Signale setzt das Scope zu Null, um wesentliche Analysefehler (z. B. falsche

Flanken, die ohne Begrenzung auf eine Periode in die Berechnung der FFT eingehen) möglichst gering zu halten. Über Quantisierungsfehler hinaus sind besonders Fehler der Abtastung und Filterung (Aliasing) zu nennen [6...8].

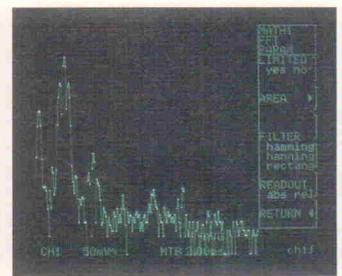
Bild 3 zeigt die Fourier-Transformation des in Bild 2 gezeigten Träger- und Modulations Signals mit einer Begrenzung und unter Nutzung des Hanning-Fensters. An dieser Stelle sei jedoch ein Hinweis gestattet: Eine gute FFT erfordert einen gerätetechnischen Aufwand, der über den Möglichkeiten dieses Oszilloskops liegt. Die Darstellung der Fourieranalyse mit dem Kombi-Scope von Fluke soll lediglich eine Gelegenheit bieten, beispielsweise Frequenzgemische zu trennen. Rechentiefe, Speicherbereich und die für eine Spektralanalyse relativ geringe Amplitudenauflösung von 8 Bit schränken diese Funktion erheblich ein. Sollen Signale im Frequenzbereich exakt analysiert werden, so ist es unumgänglich, auf komplexe Analysegeräte zurückzugreifen, die speziell für diesen Zweck entwickelt wurden.

### Guter Wurf

Das PM 3394A stellt eine gute Möglichkeit dar, mit modernsten Mitteln und einfacher Bedienung komplexe Signale darzustellen und zu analysieren. Die angepriesene Autoranging-Funktion



**Bild 2. Triggerkritisch: Ein amplitudenmoduliertes Signal dient zur Überprüfung des Triggerverhaltens bei unterschiedlichen Frequenzen.**



**Bild 3. Mathemagisch: Auf Wunsch zeigt das Scope mittels der Option Math+ das Spektrum des gemessenen Signals an.**

**Bild 4. Achteraus: Trigger und Synchronisation geschehen via BNC-Leiste, PC oder Plotter finden über die RS-232- oder IEEE-488-Buchse Anschluß.**

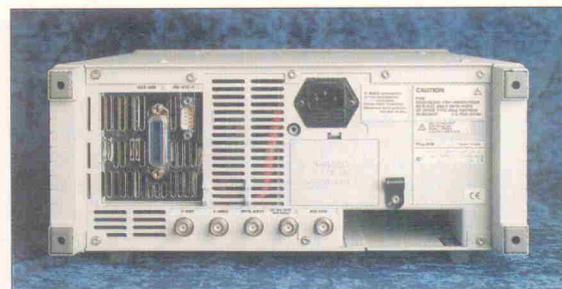


Bild 2 u. 3: Hans Mehies

## Technische Daten PM 3394A

	Analogbetrieb	Digitalbetrieb
<b>Vertikal</b>		
Kanalanzahl	4	4
Empfindlichkeit	2...12500 mV / Teil	2...12500 mV / Teil
Anstiegszeit	1,75 ns	
Frequenzbereich	200 MHz	200 MHz
Bandbreitenbegrenzung (TP)	20 MHz	
Eingangsimpedanz	1 M $\Omega$    25 pF, 50 $\Omega$	1 M $\Omega$    25 pF, 50 $\Omega$
Eingangskopplung	AC, DC, GND	AC, DC, GND
Betriebsarten	Ch 1...4, Ch 1 + 2, Ch 1 - 2, Ch 3 + 4, Ch 3 - 4, Alt, Chop	Ch 1...4, Ch 1 + 2, Ch 1 - 2, Ch 3 + 4, Ch 3 - 4
<b>Horizontal</b>		
Ablenkbereich Hauptzeitbasis	20 ns...0,5 s / Teil	2 ns...200 s / Teil
Zweitzeitbasis	20 ns...0,5 s / Teil	2 ns...200 s / Teil
Dehnung	10fach	1/64...32fach
Verzögerungszeit Pretrigger	40 ns	
Posttrigger	0...100 / Teil	0...1000 / Teil
XY-Betrieb Kanal	Ch 1...4, Netz	Ch 1...4, jedes Speichersignal
Frequenzbereich	DC...2 MHz	
Dunkeltastung / Impedanz	Z-Modulation / 10 k $\Omega$	
<b>Trigger</b>		
Empfindlichkeit	0,7 / Teilbereich	0,7 / Teilbereich
Quellen	Ch 1...4, Ext., Netz	Ch 1...4, Ext., Netz
Kopplung	AC, AC-HF, AC-LF, DC, TV	AC, AC-HF, AC-LF, DC, TV
Betriebsarten	auto, single, Flanken	auto, single, Flanken, Bitmuster, Glitch
TV-Trigger	HDTV, NTSC, PAL, SECAM, Zeilenzähler	HDTV, NTSC, PAL, SECAM, Zeilenzähler
Hold-off	0...100%	0...100%
ext. Trigger Impedanz	1 M $\Omega$    20 pF	1 M $\Omega$    20 pF
Empfindlichkeit	200 mV / 10 MHz	200 mV / 10 MHz
Kopplung	AC, AC-HF, AC-LF, DC, (max. 400 V)	AC, AC-HF, AC-LF, DC, (max. 400 V)
<b>Meßhilfen</b>		
Automatische Einstellfunktionen	Autosetup, Abschwächer, Trigger, Zeitbasis	Autosetup, Abschwächer, Trigger, Zeitbasis
Cursor-Funktionen	Spannung, Zeit, Verhältnis, Phase, Frequenz	Spannung, Zeit, Verhältnis, Phase, Frequenz, alle gespeicherten Signale
<b>Signalerfassung</b>	<b>(nur Digitalbetrieb)</b>	
Abtastrate	1 Kanal: 200 MS/s, 2 Kanäle: 100 MS/s	
Amplitudenaufösung	A/D-Wandler: 8 Bit, Speicher: 16 Bit	
Speichertiefe	8...32 KWorte	
Speicherblöcke	maximal 200	
Single-Shot-Bandbreite	maximal 40 MHz (1 Kanal)	
Meßdatenmittelung	2, 4, 8...4096	
Betriebsarten	Hüllkurve, Mittelung, Recurrent, Roll, Sample	
<b>Signalverarbeitung</b>	<b>(nur Digitalbetrieb)</b>	
Standardfunktionen	Addition, Subtraktion, Multiplikation	
Mathematische Zusatzfunktionen	Integration, Differentiation, FFT, Histogramm	
Berechnete Messungen	AC, DC, Effektiv, Mittel, Min, Max, Spitze-Spitze, Zeit, Frequenz, Periode, Pulsbreite, Flankensteilheit, Tastverhältnis	
<b>Bildschirm</b>	<b>(Analog- und Digitalbetrieb)</b>	
Maße (Höhe x Breite), Auflösung (V x H)	8 x 10 cm, 25 x 50 Pixel/cm	
Darstellung / Interpolation	Punkte/linear, Sinus	
<b>Ausgänge</b>	Digital: MTB-Gate, DTB-Gate; Rechner: IEC-Bus und RS-232	
<b>Allgemeines</b>	Maße (B x H x T): 391 x 147 x 551 mm, Gewicht: 9,5 kg Stromversorgung: 100...240 V AC, 50...400 Hz, 130 W	
<b>Sonderfunktionen</b>	Automatische Kalibrierung: 1 : 1, 1 : 10, 1 : 100; Kommentareingabe: 2 x 32 Zeichen; 10 Geräteeinstellungen speicherbar	

genügt bei 'gnädigen' Signalen den Ansprüchen. Nachteilig erscheint die hohe Anzahl an Bedienelementen, die unter besserer Ausnutzung der Menüs und Funktionstasten vielleicht kleiner ausfallen könnte. Hervorzuheben sind die umfangreichen Menüs, die direkt am Bildschirm angezeigt werden und neben der klassischen Zeitsignalanalyse, wie beispielsweise Spannungsspitzen, Frequenzen und Flankensteilheiten, auch mathematische Funktionen anbieten. Das I-Tüpfelchen setzt die FFT.

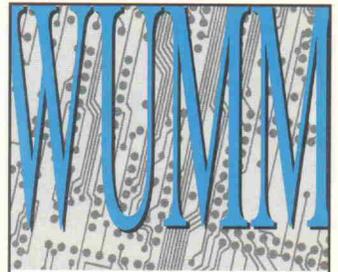
Der Käufer erhält dementsprechend viel Oszilloskop für sein Geld. Das zum Test gestellte Gerät wies neben der Grundausstattung (15 450 DM zzgl. MwSt.) die Optionen 32-K-Speicher, GPIB-Schnittstelle, externer Trigger und Math+ auf, die den Gesamtpreis des Prüflings auf 18 960 DM zuzüglich

Mehrwertsteuer anheben. Der wesentliche Funktionsumfang des neuen Gerätes ist im obestehenden Kasten tabellarisch zusammengefaßt. Zu wünschen wäre noch, daß der Hersteller in Zukunft zumindest den externen Triggereingang - besser gleich die komplette BNC-Leiste - auf die Frontseite verlegt.

Als besonders bedienerfreundlich erweist sich die Möglichkeit zur Abspeicherung von zehn kompletten Frontplatteneinstellungen, so daß verschiedene Benutzer schnell ihre speziellen Settings wiederfinden. Trotz der gut funktionierenden Autoset-Funktion bleibt es einem nicht erspart, ein paar wenige Einstellungen manuell vorzunehmen. Auch unter Nutzung der neuesten Analog- und Digitalelektronik kann die Technik den Menschen glücklicherweise noch nicht ersetzen. *ea*

### Literatur

- [1] Steffens, E., *Multifunktions-Scopes*, ELRAD 8/92
- [2] Major, R., *Kombi-Scopes bieten Vorteile mal zwei*, Markt & Technik 17/91
- [3] Mehles, H., *Praxistest Digitaloszilloskope*, *Elektronik Journal Meßtechnik* 10/92
- [4] Beerens, A. C. J., *Kerkhofs, A. W. N., 101 Versuche mit dem Elektronenstrahl-Oszillografen*, Philips Fachbücher, Hamburg 1971
- [5] Engels, H., *Oszilloskop-Meßtechnik von A bis Z*, Franzis Verlag, München 1992
- [6] Lüke, H. D., *Signalübertragung*, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg 1975
- [7] Brigham, E. O., *FFT Schnelle Fourier-Transformation*, R. Oldenbourg Verlag München, Wien 1982
- [8] Paul, M., *Digitale Meßwertverarbeitung*, VDE-Verlag GmbH Berlin, Offenburg 1982



**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 Autorax 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 Einsteigerversion sondern bietet zu einem neuen, vielfach günstigeren Paketpreis alle Profit-Leistungsmerkmale der weltweit tausendfach installierten Programme Protel Schematic und Protel Autorax!

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, Autorax & Autorouter Komplett-Paket)

(Alle Preise verstehen sich bei Vorausschick (zur Verrechnung) frei Haus oder per Post/UPS-Nachnahme, zzgl. 7 DM Versandanteil. Universitäts- und Mengenrabatte auf Anfrage)

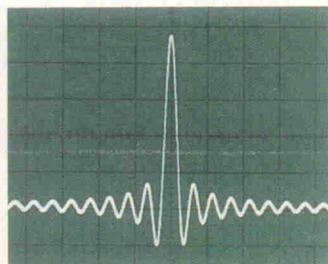
**ASIX**  
 TECHNOLOGY GMBH

Postfach 142 - 76255 Ettlingen  
 Telefon 07243/3 10 48 - Telefax 07243/3 00 80

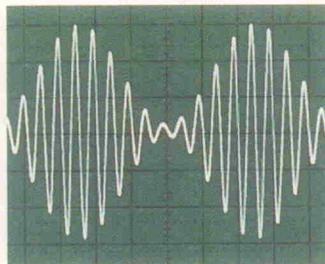
**Bestellannahme zum Nulltarif:**

**0130-84 66 88**

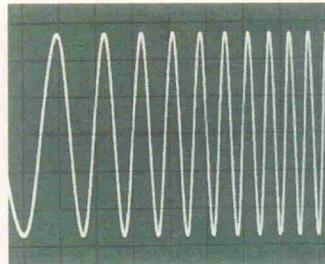
# Von unserem Funktionsgenerator können Sie viel erwarten.



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

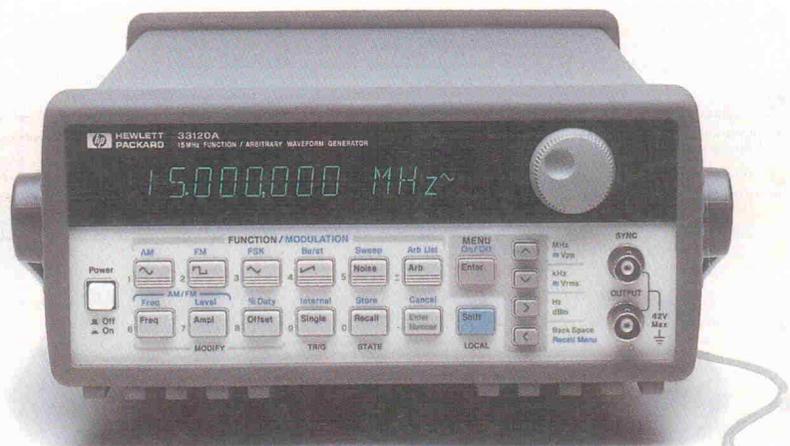


Durch die interne AM-, FM-, FSK- und Burst-Modulation ist keine zweite Modulationssignalquelle erforderlich.



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

## Nur keinen hohen Preis.



**DM 4.252,00**  
(inkl. MwSt.),  
unverb. Preisempfehlung.

**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 Wobbelnfunktionen 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.**



# Fit for Fuzzy (4)

## Auflösung der ersten Aufgabe

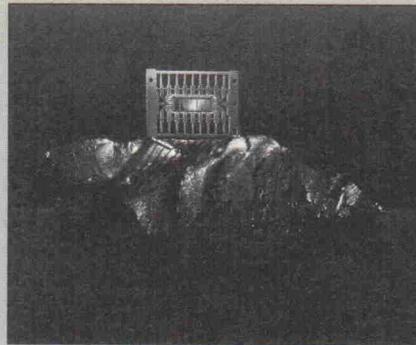


Bild: Siemens, Bereich Halbleiter

**Prof. Dr. Hubert Frank**

**Anstatt die besten Lösungen der Fuzzy-Aufgaben einfach nur durch Preise zu belohnen, wollen wir zusätzlich die beste eingesandte Lösung vorstellen und kommentieren. Das ist mit dem Wunsch verbunden, gute Ideen weiterzugeben und damit viele neue Fuzzy-Lösungen anzuregen.**

Die Aufgabe aus ELRAD 7/94 bestand im Entwurf eines Fuzzy-Reglers für einen Motor im Normal- und Überlastbetrieb. Die überzeugendste Lösung stammt von Jörg Lange aus Tägerwilen in der Schweiz. Sie zeichnet sich dadurch aus, daß sie einen tiefen Einblick in die Fuzzy-Modellierung gibt und nicht einfach 'blind' eine erfolgreiche Methode anwendet. Diese Lösung verdient daher eindeutig den ersten Preis, ein Fuzzy-Entwicklungssystem von Zetec. Den zweiten und dritten Preis, einen eMedia-Teilesatz für das Projekt 'Fuzzynierend' aus ELRAD, verdienten sich Ulrich Pasch aus Ofterdingen und Peter Salzmann aus Bochum. Die Gewinner der Buchgutscheine von Platz 4 bis 10 werden postalisch benachrichtigt.

Aus der besten Lösung läßt sich die erste und wesentliche Erkenntnis gewinnen: Mit halben Dreiecks- und halben Trapez-Fuzzy-Mengen läßt es sich sehr viel besser arbeiten als mit einer eher starren Überdeckung der

linguistischen Variablen mit Dreiecken. Dieser Ansatz belohnt durch eine exakte Erfüllung der Anforderungen mit lediglich vier Regeln. Wie der Hauptgewinner diese Idee gefunden hat, beschreibt er in seiner Lösung, die hier in leicht modifizierter Form dargestellt ist. Wer die mathematische Betrachtung zu anstrengend findet, kann bei der Bildung der Fuzzy-Mengen wieder einsteigen.

Wir beginnen bei der Modellierung des Abschaltbereichs, der im wesentlichen durch die beiden Punkte d,b (500 mA, 50 °C) und c,a (450 mA, 60 °C) und die Empfehlung, diese Punkte linear zu verbinden, markiert ist (Bild 1). Die entstehende Gerade stellt die Grenze zwischen ordnungsgemäßem Betrieb und Überlast des Motors dar.

Die Gerade, die den Abschaltbereich in der Ebene der Eingangsparameter Stromstärke  $x_1$  und Temperatur  $x_2$  nach unten begrenzt, ist durch die Gleichung

$$x_2 = \frac{1}{5} (750 - x_1)$$

gegeben. Im Bereich

$$x_2 \geq \frac{750 - x_1}{5}$$

ist abzuschalten.

Diesen Bereich kann man jedoch mit Hilfe des Fuzzy-Operators max (Maximum) auch anders beschreiben:

$$(*) 0 = \max \left( \frac{750 - x_1}{5}, x_2 \right) - x_2$$

Es liegt daher nahe, die folgenden Fuzzy-Mengen zu bilden auf der Stromstärke:

$$\mu_1(x_{1,1}) = \begin{cases} 1 & \text{für } x_1 \leq 250 \\ \frac{750 - x_1}{500} & \text{für } 250 \leq x_1 < 500 \\ 0 & \text{für } x_1 > 500 \end{cases}$$

und auf der Temperatur:

$$\mu_2(x_2) = \begin{cases} 0 & \text{für } x_2 < 0 \\ \frac{x_2}{100} & \text{für } 0 \leq x_2 < 100 \\ 1 & \text{für } x_2 \geq 100 \end{cases}$$

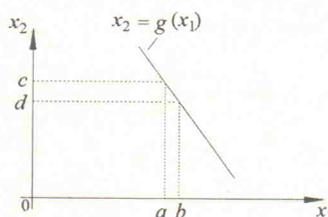
Die zweite Zeile in  $\mu_{1,1}$  ist unmittelbar aus dem Maximum abzulesen, wobei an Stelle der 5 im Nenner wegen der Nominierung 500 gesetzt ist. In die erste Zeile von  $\mu_{1,1}$  setzen wir die 1, da der Wert von 1 nicht überschritten werden soll. Und dies paßt gerade zum Wert 1 von  $\mu_2$  für 100 °C. Nun haben wir als gemeinsamen Erfüllungsgrad 0,5 beim Ereignis (500 mA, 50 °C) und 0,6 beim Ereignis (450 mA, 60 °C). Die dritte Zeile ist die Bedingung, daß bei 500 mA in jedem Fall abgeschaltet werden muß (siehe Bild 2).

Offensichtlich liefert die Funktion auf der rechten Seite von (\*) bereits für den Abschaltfall das richtige Ergebnis. Wir haben es nur so umzuschreiben, daß daraus die Kontrollfunktion bei der COM-Defuzzifizierung wird. Erinnern wir uns an die Formel  $\max(a, b) = 1 - \min(\bar{a}, \bar{b})$

mit den Komplementen  $\bar{a} = 1 - a$  und  $\bar{b} = 1 - b$ , so können wir (\*) mit Hilfe der gebildeten Fuzzy-Mengen in die Form bringen:

$$(**) 0 = (-1) * \min(\bar{\mu}_{1,1}(x_1), \bar{\mu}_2(x_2)) + 1 * (1 - \mu_2(x_2))$$

Im letzten Summanden steht  $1 * \bar{\mu}_2(x_2)$ , also das Komplement von  $\mu_2$ .



**Bild 1. Definition des Abschaltbereichs.**

Bei der COM-Defuzzifizierung multiplizieren wir jeweils das Singleton im DANN-Teil der Regel mit dem Erfüllungsgrad des WENN-Teils und summieren über alle Regeln auf. Wir haben also nur die beiden Singletons  $\mu_{3,1} = -1$  und  $\mu_{3,2} = +1$  auf der Skala der Ausgabewerte  $y$  eines Ausgangskanals anzunehmen (siehe Bild 2). Dann heißen die Regeln für das Abschalten:

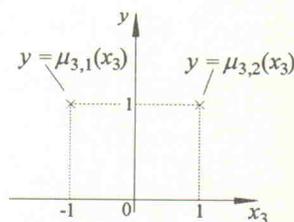
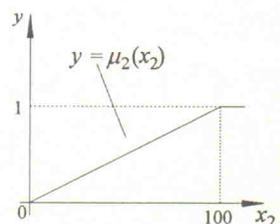
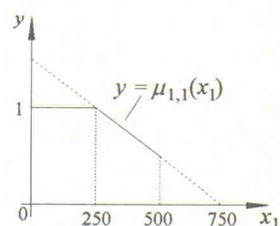
1. Regel: WENN  $x_1 = \bar{\mu}_{1,1}$   
UND  $x_2 = \bar{\mu}_2$   
DANN  $y = \mu_{3,1}$
2. Regel: WENN  $x_2 = \bar{\mu}_2$   
DANN  $y = \mu_{3,2}$

Der Ausgabewert  $y$  auf dem Ausgangskanal ist nach der COM-Defuzzifizierung

$$y = \frac{-\min(\bar{\mu}_{1,1}(x_1), \bar{\mu}_2(x_2)) + \mu_2(x_2)}{\min(\bar{\mu}_{1,1}(x_1), \bar{\mu}_2(x_2)) + \mu_2(x_2)}$$

Legen wir  $y$  auf einen Schalter, der beim Wert 0 die Spannung  $y$  am Motor abschaltet, so haben wir bereits den ersten Teil der Aufgabe mit zwei Fuzzy-Mengen gelöst.

Im Bild 3 hat Herr Lange den Abschaltbereich mit der Höhe 0 belegt. Wer genau hinsieht, erkennt, daß für Stromstärken über 500 mA die Spannung  $y$  generell auf Null gesetzt wird. Dies können wir dadurch erreichen, daß in der Fuzzy-Menge  $\mu_{1,1}$  bei 500 die Schräge abgeschnitten wird. Das ergibt



**Bild 2. Graphen der Zugehörigkeitsfunktionen  $\mu_1$ ,  $\mu_2$ ,  $\mu_{3,1}$  und  $\mu_{3,2}$ .**



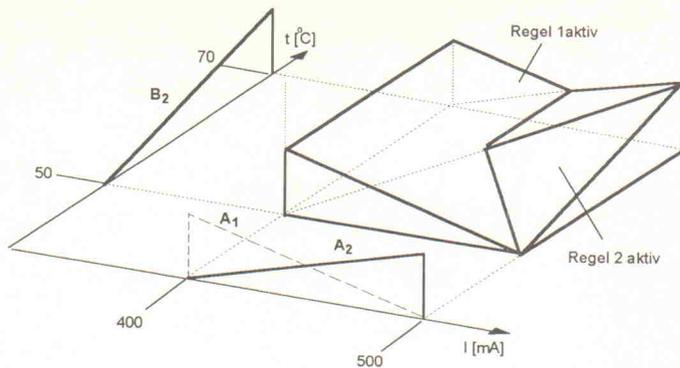


Bild 7. Erfüllungshöhen-Diagramm bei der Max-Min-Inferenz.

Es ist nun nur noch zu klären, wie steil die Flanke der Fuzzy-Menge  $B_2$  sein muß, damit der gewünschte Abschaltungszeitpunkt (450 mA, 60 °C) in die Aktivität der Regel 2 fällt. Da bei 450 mA beide Regeln mit dem Erfüllungsgrad 0,5 aktiv sein können, ist es richtig, bei 60 °C den Zugehörigkeitsgrad 0,5 in der Fuzzy-Menge  $B_2$  zu wählen. Da dann an dieser Stelle beide Regeln denselben Erfüllungsgrad haben, geben wir der Regel 2 die 1. Priorität und verfahren im Sinne einer Max-Min-Inferenz. Die Regel mit höchstem Erfüllungsgrad soll

aktiv sein. Bei gleichem Erfüllungsgrad entscheidet die Priorität (siehe Bild 7).

Das Diagramm der Erfüllungshöhen für die Aktivitäten zeigt nun auch anschaulich, was geschieht, wenn die charakteristischen Parameter der Fuzzy-Mengen verändert werden. Zum Beispiel verkleinert eine Erhöhung der 70 °C in  $B_2$  den Bereich der Abschalt-Regel 2 und läßt bei 450 mA Stromstärke eine höhere Temperatur als 60 °C zu.

Die Kontrollfunktion für diese letzte Lösung und die Lösung des Hauptgewinners ist in

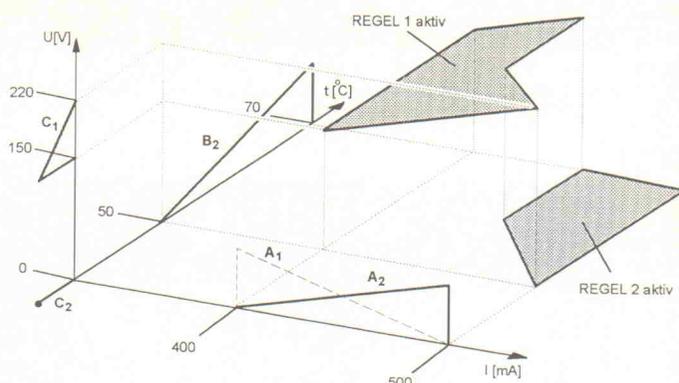


Bild 8. Kontrollfunktion.

Bild 8 zu sehen. Die zuletzt vorgeführte Fuzzy-Modellierung benutzt den linearen Spezialfall der Defuzzifizierung F, bei der die Priorität der Regeln festgelegt ist, so daß immer nur eine Regel mit dem maximalen Erfüllungsgrad aktiv ist und in den Regeln selbst für die Fuzzy-Mengen am Ausgang nur immer halbe Dreiecke, also gradlinige Flanken, zugelassen

sind. Die Defuzzifizierung F ist dann das Ablesen des Wertes unter dem Schnittpunkt mit der Niveaulinie in der Höhe des Erfüllungsgrades (Bild 9).

Das Ergebnis hier stimmt bei nur zwei Regeln mit dem Ergebnis des Hauptgewinners mit vier Regeln auf den zu betrachtenden Bereichen 400 mA bis 500 mA und 50 °C bis 60 °C überein. cf



Bild 9. Defuzzifizierung nach Methode F.

MESSE MÜNCHEN INTERNATIONAL

# electronica 94

## Der Maßstab

Die electronica 94 ist das Weltforum der Elektronik für die Bereiche:

- Bauelemente
- Baugruppen
- Elektronik-Design
- Metrotechnik und Testsysteme

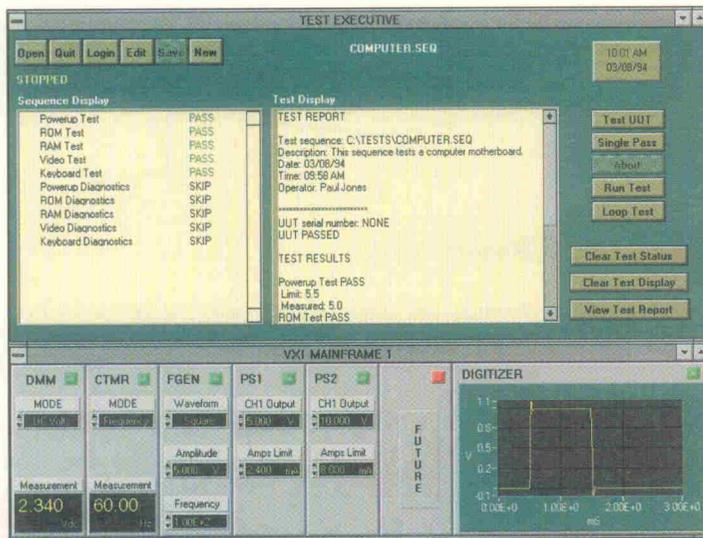
**München, 8.-12. November 1994**

**16. Internationale Fachmesse für Bauelemente und Baugruppen der Elektronik**

Entwicklern, Entscheidern und Anwendern gibt die electronica 94 die entscheidenden Impulse für die Entwicklungen in Wissenschaft und Technik.

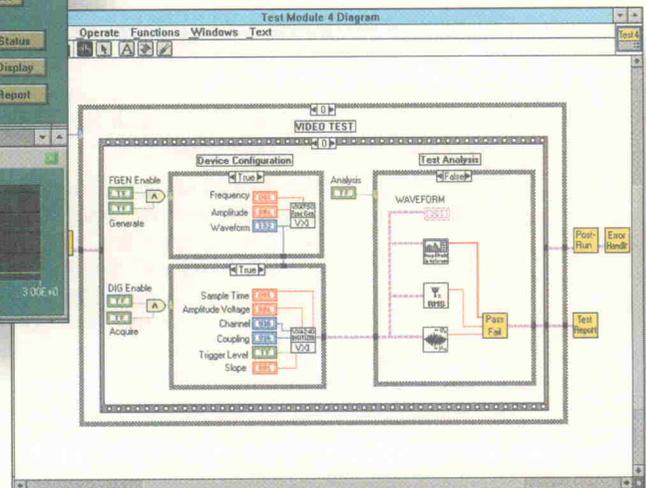
Veranstalter/Auskomitee:  
Messe München GmbH,  
D-20525 München,  
Telefon (089) 5107-0,  
Telefax (089) 5107-312

# Die Revolution in der Meß- und Prüftechnik heißt



## LabVIEW

Graphische Programmierung für die virtuelle Instrumentierung



# Virtuelle Instru

## Was sind virtuelle Instrumente?

Virtuelle Instrumente sind eine neue Generation von Geräten. Zusammen mit einem Standard-Computer, geeigneter Hardware und LabVIEW oder LabWindows wird ein komplettes Meß- und Prüfsystem objektorientiert und modular durch den Anwender definiert. Das Beste daran ist, daß dies mit niedrigerem Zeitaufwand und geringeren Kosten erreicht wird.

## Wegweisend in der Meßtechnik

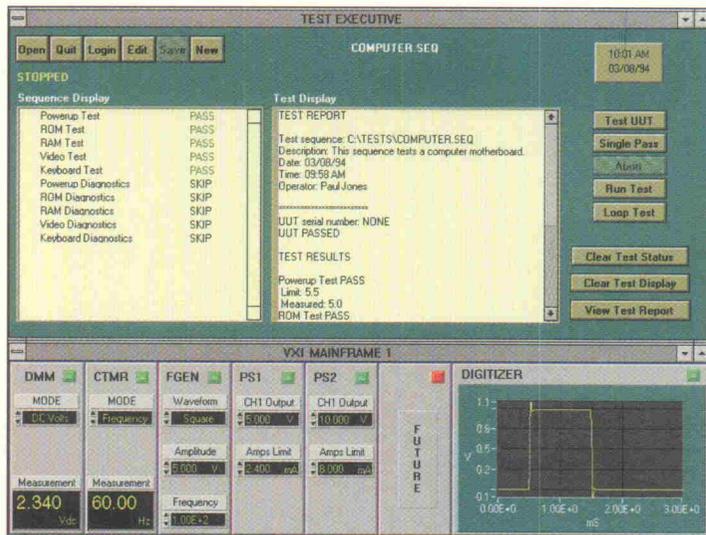
“Virtuelle Instrumentierung” bedeutet wesentlich mehr als graphische Benutzeroberflächen oder einige Ikonen, die versprechen leicht bedienbar zu sein - es ist eine neue Philosophie. Eine Philosophie, mit der der Durchbruch in Hinblick auf Produktivität und Effizienz erzielt wird. Mit Software, die für Sie und durch Sie optimiert wird. Wo sowohl Hardware als auch Software offen, modular, wiederverwendbar und austauschbar sind. Wo nicht der

Hersteller die Problemlösungen festlegt, sondern der Anwender.

## Entscheidende Produktivitätssteigerung

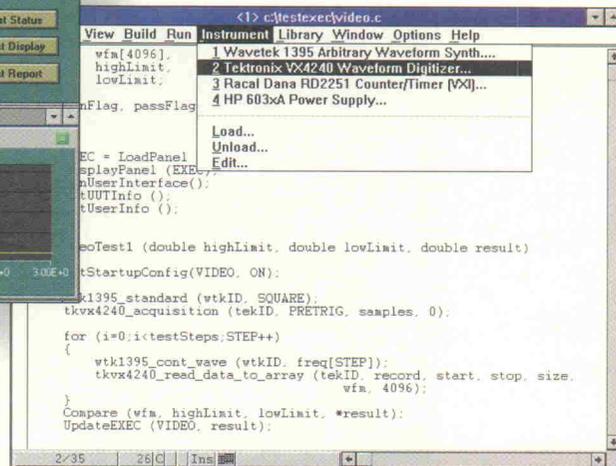
Wir von National Instruments sind von der wichtigen Rolle, die die Software für die virtuelle Instrumentierung spielt, überzeugt. Deshalb haben wir diese Technologie mit zwei der führenden Softwareprodukte begründet. Wenn Sie die graphische Programmierung vorziehen, wählen Sie LabVIEW, die graphische Programmiersprache, die





## LabWindows/CVI

Programmierung in C für die virtuelle Instrumentierung



# mentierung.

Standards setzt. Wenn Sie lieber auf herkömmliche Weise programmieren, nehmen Sie LabWindows/CVI, eine interaktive Entwicklungsumgebung mit komplettem Standard ANSI C.

### Entscheidender Durchbruch in der Funktionalität

Sowohl LabVIEW als auch LabWindows verfügen über umfangreiche GPIB- und VXI-Meßgerätetreiber im Quellcode für Meßgeräte von vielen Herstellern, leistungsstarke Test Executives,

Treiber für Multifunktionskarten und offene Schnittstellen für Standardprogrammiersprachen. Mit einem echten Compiler und einer einzigen, konsistenten Programmiermethodik von Anfang bis Ende müssen Sie sich nicht mit einem Mischmasch verschiedener Werkzeuge plagen, um Ihr System zu entwickeln.

### Entscheidender Generationswechsel in der Meß- und Prüftechnik

Sie haben recht, wenn Sie meinen, hier steht viel auf dem Spiel.

“Virtuelle Instrumentierung” definiert die Testindustrie neu, denn das Gleichgewicht wird vom Hersteller zum Anwender verschoben– somit bestimmen Sie die Zukunft.

**Denn auch die Revolution der virtuellen Instrumente zeigt: The Software is the Instrument.**



Kostenlose LabVIEW oder LabWindows/CVI Demo-Software unter:  
Tel.: 089/741 31 30

**NATIONAL INSTRUMENTS**  
*The Software is the Instrument*

# Rechner-Baustelle

## 4-Bit-Mikroprozessor selbst entwickeln, Teil 1: Planung und Konstruktion der dCPU-4

Projekt

**Dietmar P. F. Möller,  
Christian Siemers**

**Was läuft eigentlich in einer CPU ab? Kann man die internen Abläufe sichtbar machen? Trotz Programmiersprachen der fünften Generation, objektorientierten Denkweisen, ausgefeilten Compiler-optimierungen: Die CPU hat sich kaum geändert. Der Artikel begleitet den (Selbst-) Bau einer 4-Bit-CPU von der Planung bis zur Hardwareumsetzung.**



*Prof. Dr. Dietmar P. F. Möller ist seit 1992 Ordinarius für Technische Informatik am Institut für Informatik der Technischen Universität Clausthal.*

*Prof. Dr. Christian Siemers ist seit 1993 Professor für Technische Informatik an der Fachhochschule Stralsund und lehrt (zeitweise) auch am Institut für Informatik der TU Clausthal.*

*Die Autoren forschen gemeinsam an Themen wie Hardware- und Systembeschreibungssprachen sowie Rechnerarchitekturen.*

**W**enn man versucht, sich die internen Vorgänge einer CPU zu verdeutlichen, was liegt da näher, als selbst eine aufzubauen? Seit der Einführung von programmierbaren Logikbausteinen lassen sich (nahezu) beliebige – wenn auch nicht beliebig viele – Logikfunktionen in einem Baustein realisieren. Also ist mit der Verwendung einiger PLDs das Ressourcenproblem zum Aufbau einer CPU gelöst.

Es gibt im wesentlichen zwei Gründe, sich mit dem Innenleben einer CPU zu befassen. Zum einen der edukative: Die Datenflüsse einer selbst aufgebauten CPU sind nun mal anschaulicher als jedes abstrakte Diagramm einer Von-Neumann-CPU. Der hier vorgestellte, diskret aufgebaute Mikroprozessor, die dCPU-4, ermöglicht letztlich sogar die Programmierung mit eigenen Ideen wie beispielsweise einem eigenen Befehlssatz.

Der zweite Grund entspringt der Praxis: Nicht jede CPU ist käuflich zu erwerben, die Vielfalt ist beschränkt. Zumindest gedanklich lassen sich Mikroprozessoren konzipieren, die beispielsweise 50 Interrupt-Quellen bearbeiten oder über spezielle problemoptimierte Befehls- und Rechensätze verfügen. Aber warum nicht die Theorie auch in die Tat umzusetzen? So wird der dCPU-4 eine integrierte Version folgen (iCPU-4). Alle Funktionen des diskreten Aufbaus sind dann in einem programmierten Logikbaustein (CPLD oder FPGA) integriert. Damit werden natürlich auch die fest verdrahteten Verbindungen zwischen den einzelnen Bausteinen leicht variierbar. Speziallösungen sind (fast) nur noch eine Frage der Ideen.

### Planungsphase

Zu Beginn der konstruktiven Arbeiten steht die Planung: Was

nimmt man als Ausgangspunkt, den späteren Befehlssatz, die Adressierungsmodi, die internen Register, oder gibt es allgemeine Vorgaben, die übergreifend sein können?

Aus den Erfahrungen der ersten Rechner, die im Rahmen des sogenannten Manhattan-Projekts entwickelt wurden, formulierten J. von Neumann, H. H. Goldstine und A. W. Burks 1946 anlässlich einer Bestandsaufnahme ein allgemeines Rechnermodell. Es hat bis heute – trotz aller Kritik – als Von-Neumann-Modell seine grundlegende Gültigkeit behalten (Bild 1). Danach besteht ein Rechner aus den vier Bestandteilen Control Unit (CU), Arithmetic Logical Unit (ALU) – beide zusammen bilden die Central Processing Unit (CPU) – dem Speicher und der Ein-/Ausgabeeinheit. Zusammen mit dem verbindenden Bussystem ergibt sich dabei ein optimales (im Sinne von 'minimales') System mit der Randbe-

dingung, daß Code und Daten in dem *einen* Speicher abgelegt sind [1]. Der Befehlscode wird zusätzlich als streng sequentiell betrachtet. Mit anderen Worten: sieht man von Sprungbefehlen, die die Monotonie unterbrechen, einmal ab, stehen die einzelnen kodierten Befehls-worte an monoton aufsteigen-den Adressen.

Die Zentraleinheit, die CPU, der dieses Projekt gewidmet ist, beinhaltet die Steuereinheit (CU), die als Befehlsprozessorteil die komplette Hantierung aller Vorgänge um das Holen der Befehls-worte und deren Interpretation beherrschen muß, und den Datenprozessorteil (ALU), dessen Aufgabe die Berechnung einer im Befehl gewünschten Verknüpfung ist. Seit Intel 1971 mit dem 4004 den ersten 4-Bit-Mikroprozess- or im Markt eingeführt hat, beinhalten die Mikroprozessoren diesen zweiteiligen Aufbau gemäß der Von-Neumann-Architektur. Er findet sich auch in diesem Projekt konsequent umgesetzt.

## Architektur

Im allgemeinen kann man bei den sogenannten CISC-Architekturen (Complex Instruction Set Computer) fünf Phasen in der Befehlsverarbeitung unterscheiden, wobei selbstverständlich nicht jeder Befehl innerhalb seiner Interpretation jede Phase durchlaufen muß. Häufig werden die Programmbefehle, zur Unterscheidung im folgenden als Makrobefehle (dem in Assembler unerfahrenen Programmierer werden sie zweifellos als 'Mikro' erscheinen), durch eigene Mikroprogramme mit Programmspeicher innerhalb der CPU bearbeitet. Diese Mikroprogramme unterscheiden sich weitestgehend von Makroprogrammen, auch von in Assemblern geschriebenen, so daß es vernünftig ist, sie im Normalfall unbeeinflussbar vom Programmierer zu halten.

Die CPU-Architektur dieses Projekts läuft unter der Bezeichnung dCPU-4: Sie ist diskret aufgebaut und hat eine Verarbeitungsbreite von 4 Bit. Auch wenn intern kein Mikroprogramm zur Interpretation eines Makrobefehls abgearbeitet wird, ist die Ähnlichkeit mit der CISC-Struktur unübersehbar. Trotzdem bleibt die Umsetzung von Makrobefehlen in interne Abläufe gewährleistet.

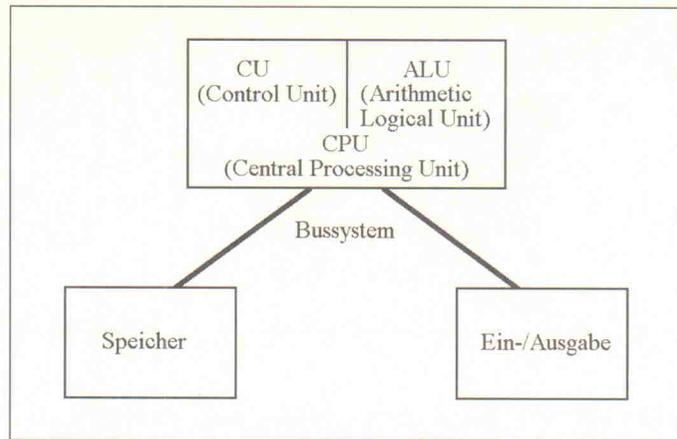


Bild 1. Das Von-Neumann-Rechnermodell.

Denn gerade letztere sollen ja transparent gestaltet werden. Zu diesem Zweck muß man sich die Phasen der Befehlsbearbeitung zu Gemüte führen:

- Fetch, Holen eines Befehls (1)
- Decode, Entschlüsseln des Befehls (2)
- Load, Laden der notwendigen Operanden (3)
- Execute, Ausführen der Operation (4) und
- Write Back, Speichern des Ergebnisses (5)

Der Befehlsprozessorteil ist für die Phasen Fetch und Decode verantwortlich, teilweise aber auch für Load und Write Back. Das Holen des Befehlscodes besteht dabei prinzipiell aus einem Speicherzugriff, für die dCPU-4 allerdings aus zweien, da jeder Befehl als 8-Bit-Code vorliegt und sich dieses Byte nur in zwei Zugriffen laden läßt.

Der geladene Befehl wird so weit dekodiert, wie es der Befehlsprozessorteil zum korrekten Laden der Operanden benötigt. Den weiteren Verlauf bestimmen an dieser Stelle die Adressierungsmodi, deren Studium für jeden Assembler-Programmierer zum Pflichtteil gehört. Dazu das folgende Beispiel:

Die *unmittelbare* Adressierung innerhalb eines Befehls bedeutet, daß der zu ladende Operand dem Befehlscode unmittelbar folgt und lediglich in einem zweiten Ladevorgang in einen geeigneten internen Speicher der CPU zu bringen ist. Eine Assembler-Kodierung wie zum Beispiel

LDAA # \$5

entspricht der vorgeschlagenen Assembler-Syntax für die

dCPU-4 und ist an die bekannten Sprachelemente bei der 6502/6809-CPU angelehnt. Der Befehl bedeutet demnach, daß der Befehlsprozessor zunächst den Code für 'LDAA#' (dCPU-4: \$1A) in ein Befehlsregister lädt (2 Zugriffszyklen à 4 Bit), ihn interpretiert, den Befehlscode-zähler – auch Programm-Counter genannt – entsprechend erhöht und schließlich auf den Operanden (\$5) zugreift und diesen in den Akkumulator kopiert (1 Buszugriff à 4 Bit).

Der gleiche Befehl mit *direkter* Adressierung lautet

LDAA \$5

Hier lädt der Befehlsprozessor der dCPU-4 den Code \$3A für LDAA (wiederum 2 Zugriffe à 4 Bit), anschließend den Operanden \$5. Besser in diesem Fall \$05, denn es wird sich um eine 8-Bit-Adresse handeln (also erneut 2 Zugriffe à 4 Bit). Der geladene Operand beinhaltet jedoch nur den Zeiger, das heißt die Adresse des Speicherelements, in dem sich das eigentliche Datennibble befindet. Damit wird er also in ein Adreßzugriffsregister kopiert, um für den anschließenden Datenzugriff bereitzustehen. Im dritten Teil des Ladevorgangs wird nun via Adreßbus nicht mehr der Inhalt des Programm-Counters ausgegeben – der Codezugriff ist beendet –, sondern das Adreßzugriffsregister, in dem in diesem Beispiel \$05 steht. Damit wird ein Zugriff – hier lesend – auf diese Speicherstelle angekündigt. Der Speicherinhalt bei \$05 liegt anschließend am Datenbus an und wird in den Akkumulator kopiert. Erst jetzt ist der Befehl komplett abgearbeitet.

Dieses Beispiel zeigt, daß eine gewisse Teilinterpretation der

Befehle bereits im Befehlsprozess- or notwendig ist, um ein korrektes Laden aller Operanden zu ermöglichen. Ferner wird deutlich, daß die Adressierungsmodi (Assembler-Programmierer mögen da bitte an 'indirekt-indiziert' denken) einen großen Einfluß auf die Gestaltung dieses Prozessorteils ausüben. Die interne Systembus-schnittstelle, also der Anschluß zwischen internem Adreß-, Daten- und Steuerbus einerseits und dem externen Speicher andererseits, ist für die konstruktive Unterbringung der Adressierungsmodi wichtig und wird an späterer Stelle noch im Detail behandelt.

## Die richtige Adresse

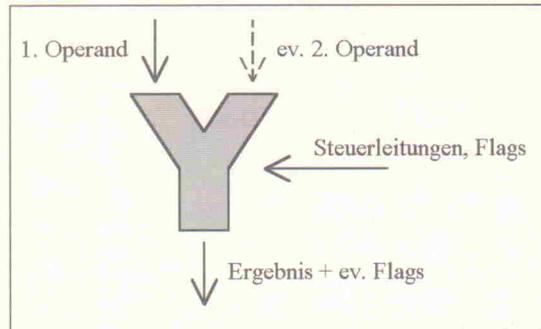
An dieser Stelle sei eine kurze Einführung zu den bei dieser CPU benutzten Adressierungsmodi eingefügt: Befehle wie ROLA (Rotate Left Accumulator through Carry-Flag) enthalten bereits alle Angaben zu den benutzten Speicheroperanden, hier den Akkumulator und das Carry-Flag. Aus diesem Grund braucht in diesem einfachen Fall kein Operand geladen zu werden, man nennt diesen Adressierungsmodus 'implizit'.

Befehle, die den unmittelbar auf den Befehlscode folgenden Speicherinhalt bereits als Operand nehmen, benötigen lediglich einen weiteren (Code-) Speicherzugriff, um alle Operanden – hier natürlich nur einen – zu laden. Da der Operand unmittelbar im Code steht, bekommt diese Adressierungsart den Namen 'unmittelbar', englisch 'immediate'. Ein Beispiel dafür in der Syntax der dCPU-4 ist 'LDAA# \$5', wie bereits oben dargestellt.

Enthält der Codespeicher nur die Adresse des zu ladenden oder zu speichernden Operanden, wird die Adressierungsart als 'direkt' bezeichnet. Der Inhalt der direkt benannten (Daten-)Speicherstelle ist dann als Wert zu laden. Folglich sind im Ablauf des Befehls, zum Beispiel LDAA \$05, wie oben angegeben, zwei Speicherzugriffe notwendig, zunächst im Code-, dann im Datenbereich.

Für Sprungbefehle wie JMP (unbedingt) oder JNZ (bedingt, springe bzw. verzweige, wenn Zero-Flag nicht gesetzt) wird häufig eine leicht abweichende Namensgebung benutzt, wie

**Bild 2. Prinzipieller Aufbau der Arithmetic-Logical-Unit (ALU).**



auch in diesem Projekt. Wird der Operand (das Sprungziel) unmittelbar im Code angegeben (Jump to Location), spricht man von direkter Adressierung, obwohl dies im internen Ablauf mehr Ähnlichkeit mit der unmittelbaren Form der Datenbefehle hat. Entsprechend wird ein Sprung zu einer Zieladresse, die in einer angegebenen Adresse gespeichert wird, als 'indirekt' bezeichnet.

Die Ausführung, insbesondere bei arithmetischer oder logischer Verknüpfung, obliegt der ALU. Sind der Befehl zur weiteren Dekodierung sowie alle Operanden geladen, wird eine Verknüpfungseinheit dahingehend angesteuert, daß an ein oder zwei (gelegentlich auch mehreren) Eingangsbussen Signale anliegen, die gemäß den Vorgaben durch Steuerleitungen miteinander zu verknüpfen sind. Das Ergebnis steht dann am Ausgangsbus der ALU nach einer kurzen Zeit zur weiteren Speicherung zur Verfügung.

Die Form der Verknüpfung ergibt das typische Bild der ALU

(Bild 2). Die Komplexität in der logischen Verknüpfung eines oder zweier Eingänge liegt unmittelbar in dem Befehlssatz begründet: Logisches ODER, Addition oder Bitinvertierung sind Funktionen mit einem oder zwei Parametern, die via Befehlssatz in der Programmierung eingesetzt werden und damit als Funktion in der ALU vorhanden sein müssen.

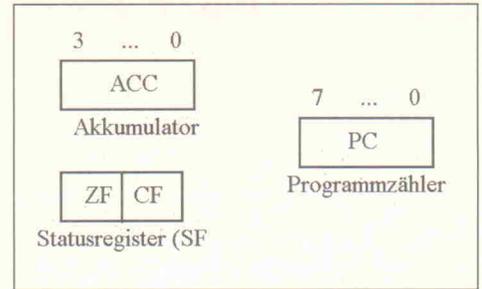
Nach diesen generellen Bemerkungen kann die eingangs gestellte Frage nach dem Ausgangspunkt der CPU-Planung beantwortet werden: Neben der allgemeinen Vorgabe, eine Von-Neumann-Architektur zu implementieren, da jede andere Architektur, siehe beispielsweise [2], zweifelsfrei den Rahmen der dCPU-4 sofort sprengen

würde, gibt es noch drei weitere zu berücksichtigen:

- der Befehlssatz respektive der darin enthaltenen logischen und arithmetischen Verknüpfungen, die den Aufbau der ALU bestimmen,
- die Adressierungsmodi, die verantwortlich für wesentliche Abläufe im Befehlsprozessor sind sowie
- das Registermodell, das den Aufwand an internen Registern, Flags und Verbindungen wegen bestimmt.

Normalerweise kann die Hardware zusätzlich Funktionen wie Interrupt-Request-Eingänge oder (Impuls-)Zähler bereitstellen. Das hier vorgestellte Prozessormodell muß von diesen sonst üblichen Funktionalitäten ebenso absehen wie von der Implementierung eines Stacks, da dies erheblich mehr Aufwand an Hardware innerhalb der Steuerwerks bedeutete. Als Trost sei auf die Fortführung des Projekts, die in komplexe PLDs integrierte iCPU-4, verwiesen.

In einem Punkt weicht die 4-Bit-CPU von der strengen Von-Neumann-Architektur ab: Code- und Datenspeicherbereich werden getrennt adressiert. Bereits bei der Darstellung der Adressierungsmodi ist auf den ursprünglichen Speicherbereich des Operanden hingewiesen worden. Mit einer gewissen Berechtigung läßt sich nunmehr festlegen, daß auch die Operanden der indirekten Sprünge im Datenspeicher stehen können. Daten- und Codezugriffe sind damit klar unterscheidbar. Mittels Jumper wird die dCPU-4 so konfiguriert, daß sie mit einem neunten Bit auf 'high' auf den Datenbereich, mit demselben Adreßbit auf 'low' auf den Codebereich zugreift. Dieser Kunstgriff bringt die strikte Trennung von Code- und Datenbereich und zugleich eine



**Bild 3. Das Programmiermodell.**

Verdopplung des gesamten Speicherbereichs, der mit 256 Adressen nicht gerade üppig bemessen ist.

### Das Modell

Bild 3 zeigt das Programmiermodell der dCPU-4. Es zeichnet sich durch drei Register aus: Den Akkumulator (ACC) als zentrale Speicher- und Ausgangsgröße, das Statusregister (SR) mit dem Zero-Flag (ZF) und dem Carry-Flag (CF) sowie den Programmzähler (PC). Letzter kann 8 Bit breite Werte aufnehmen, also exakt mit dem 8-Bit-Adreßbus (ohne die künstliche Erweiterung) korrespondieren.

Der Befehlssatz für die dCPU-4 ist ebenso willkürlich gewählt wie das Programmiermodell. Oberstes Prinzip für beide Konfigurationen sind Minimalität, um den Hardwareaufwand, insbesondere die Anzahl der GALs, überschaubar zu halten. Andererseits ist ein möglichst maximaler Befehlssatz notwendig, der das Schreiben von Assembler-Programmen überhaupt erst gestattet.

Tabelle 1 zeigt den kompletten Befehlssatz einschließlich der zugehörigen zugelassenen Adressierungsarten. Dem versierten Assembler-Programmierer fällt sofort auf, daß keinerlei Unterprogrammzüge vorgesehen sind. Der Grund hierfür liegt in der (gewählten) Beschränktheit der Hardware. Unterprogrammzüge, insbesondere die Speicherung der Rücksprungadressen, sind mit der Implementierung eines Stacks verbunden. Der jedoch fehlt in dieser CPU-Konstruktion. Trotzdem können via indirekter (unbedingter oder bedingter) Sprünge Unterprogrammkonstruktionen im Assembler geschrieben werden. Dazu jedoch erst später.

Mit dem Programmiermodell und dem Befehlssatz liegen

#### Verschiebepfehle

LDAA	Load Accumulator A (direkt, unmittelbar)
STAA	Store Accumulator A (direkt)

#### Arithmetische Befehle

DECA	Decrement Accumulator A (implizit)
INCA	Increment Accumulator A (implizit)
ADDA	Add with Carry to Accumulator A (direkt, unmittelbar)
CMPA	Compare with Accumulator A (direkt, unmittelbar)

#### Logische Befehle

ROLA	Rotate Left Accumulator A through Carry (implizit)
EORA	Exclusive OR with Accumulator A (direkt, unmittelbar)
ORA	Logical OR with Accumulator A (direkt, unmittelbar)
ANDA	Logical AND with Accumulator A (direkt, unmittelbar)

#### Programmflußkontrollbefehle

SEC	Set Carry-Flag (implizit)
CLC	Clear Carry-Flag (implizit)
JMP	Jump to Location (direkt, indirekt)
JNC	Jump if Carry not set (direkt, indirekt)
JC	Jump if Carry set (direkt, indirekt)
JNZ	Jump if Zero-Flag not set (direkt, indirekt)
JZ	Jump if Zero-Flag set (direkt, indirekt)

#### Sonstige Befehle

NOP	No Operation (implizit)
-----	-------------------------

**Tabelle 1. Der Befehlsumfang der dCPU-4.**

Mnemonic	Adressierung	Varierte Flags	Phase 1 (Fetch)	Phase 2 (Decode)	Phase 3 (Load)	Phase 4 (Execute)	Phase 5 (Write Back)	OpCode (hex)
LDAA	unmittelbar	-	*	*	*(1)	-	-	00 01 1010 (1Ah)
LDAA	direkt	-	*	*	*(2)	-	-	00 11 1010 (3Ah)
STAA	direkt	-	*	*	*(2)	*	*	00 11 1011 (3Bh)
DECA	implizit	Z	*	*	-	*	-	00 00 0000 (00h)
INCA	implizit	Z	*	*	-	*	-	00 00 0001 (01h)
ADDA	unmittelbar	Z, C	*	*	*(1)	*	-	00 01 0010 (12h)
ADDA	direkt	Z, C	*	*	*(2)	*	-	00 11 0010 (32h)
CMPA	unmittelbar	Z, C	*	*	*(1)	*	-	00 01 0011 (13h)
CMPA	direkt	Z, C	*	*	*(2)	*	-	00 11 0011 (33h)
ROLA	implizit	C	*	*	-	*	-	00 00 0100 (04h)
EORA	unmittelbar	Z	*	*	*(1)	*	-	00 01 0101 (15h)
EORA	direkt	Z	*	*	*(2)	*	-	00 11 0101 (35h)
ORA	unmittelbar	Z	*	*	*(1)	*	-	00 01 0110 (16h)
ORA	direkt	Z	*	*	*(2)	*	-	00 11 0110 (36h)
ANDA	unmittelbar	Z	*	*	*(1)	*	-	00 01 0111 (17h)
ANDA	direkt	Z	*	*	*(2)	*	-	00 11 0111 (37h)
SEC	implizit	C	*	*	-	*	-	00 00 1000 (08h)
CLC	implizit	C	*	*	-	*	-	00 00 1001 (09h)
JMP	direkt	-	*	*	*(1)	*	-	10 01 1100 (9Ch)
JMP	indirekt	-	*	*	*(2)	*	-	10 11 1100 (BCh)
JNC	direkt	-	*	*	*(1)	*	-	10 01 1101 (9Dh)
JNC	indirekt	-	*	*	*(2)	*	-	10 11 1101 (BDh)
JC	direkt	-	*	*	*(1)	*	-	11 01 1101 (DDh)
JC	indirekt	-	*	*	*(2)	*	-	11 11 1101 (FDh)
JNZ	direkt	-	*	*	*(1)	*	-	10 01 1110 (9Eh)
JNZ	indirekt	-	*	*	*(2)	*	-	10 11 1110 (BEh)
JZ	direkt	-	*	*	*(1)	*	-	11 01 1110 (DEh)
JZ	indirekt	-	*	*	*(2)	*	-	11 11 1110 (FEh)
NOP	implizit	-	*	*	-	-	-	00 00 1111 (0Fh)

**Tabelle 2. Befehle und Adressierungen der dCPU-4.**  
Die Zahlen in der Spalte 3 der Phase 3 geben die Anzahl der Ladezyklen an.

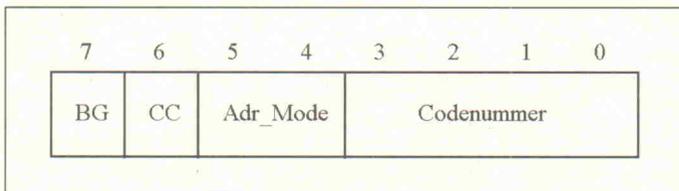
alle gewünschten Softwareressourcen fest. Damit kann die konstruktive Phase beginnen, die bewußt auf übergreifende Methoden wie VHDL und umfangreiche Simulationen verzichtet und statt dessen mit einer unmittelbaren konstruktiven Synthese und den zugehörigen Formulierungen der Programmierung der GALs in Assembler beginnt.

### Konstruktion

Programmiermodell und Befehlssatz selbst sind dagegen – dies sei nochmals ausdrücklich erwähnt – zwar aus der Erfahrung heraus, aber dennoch willkürlich gewählt. Die Anzahl der

logischen und arithmetischen Verknüpfungen beispielsweise ist mit der Programmierkapazität des GAL22V10, das die ALU bildet, limitiert. Selbstverständlich lassen sich auch komplett andere Befehlssätze implementieren. Zum Beispiel aus didaktischen Gründen, aber auch bedingt durch die Art der späteren Softwareapplikation, kann es notwendig sein, den Befehlssatz anzupassen.

Bevor die Hardwarerealisierung der Logik, die Gesamtschaltung und anschließend der interne Befehlsablauf näher im Detail beschrieben werden, erscheint eine Analyse der angegebenen Befehle und Adressierungsarten notwendig. Diese Analyse um-



**Bild 4. Der Aufbau des Operationscodes.**

Neu von DATA I/O

# ChipLab™



## Ihr persönliches Prototyping-Werkzeug

Die optimale Programmierunterstützung zu minimalen Preisen

- Unterstützt PLDs, FPGAs, PALs, GALs, EPLDs, MACH® und MAX-Bausteinfamilien, FPLAs, PEELs, EPROMs, EEPROMs, FLASH-EPROMs, bipolare PROMs und Microcontroller in PLCC-, SOIC-, QFP- und TSOP Gehäuseformen.
- Verwendet vom Hersteller genehmigte Algorithmen.
- Windows-ähnliche grafische Benutzeroberfläche.
- Unterstützt JEDEC, Intel® (Intelec 8/MCS-86, Hex-32), Motorola (S1-S3) und binitäre Formate.
- Kann von jedem 286er, 386er, 486er PC oder PS/2TM-kompatiblen Gerät aus betrieben werden.

**Für weitere Informationen oder eine kostenlose Probeinstallation rufen Sie uns jetzt an oder faxen Sie.**

**Ab DM 1790,- + MWSt.**

**DATA I/O GmbH**  
Lochamer Schlag 5 • 82166 Gräfelfing  
Tel. (0 89) 8 58 58-0 • Fax (0 89) 8 58 58 10

faßt die Mnemonics, die Phasen, die sie intern durchlaufen (von den 5 angegebenen Phasen können selbstverständlich einige entfallen), die variierten Flags sowie einen Vorschlag für die Kodierung in hexadezimaler (besser: sedezipal) Form. Tabelle 2 zeigt dies im Überblick.

Die bezeichneten Phasen entsprechen (auch in ihrer Numerierung) den bereits oben aufgeführten. Die in der Tabelle angegebene Zahl zur Phase 3 bezieht sich auf die Anzahl der Ladevorgänge, die für das Laden des Operanden notwendig sind. Zusätzlich gilt bei der dCPU-4, daß der zweite Ladevorgang grundsätzlich im Datenspeicherbereich abläuft. Der binär und sedezipal angegebene Befehlscode wurde so gewählt, daß innerhalb von vier Bitgruppen die Kodierung sowie bereits Dekodierungsinformationen enthalten sind. Der Aufbau in dieser Form hat derart entscheidende Vorteile bei der Konstruktion der dCPU-4, daß in keiner Weise darauf verzichtet werden sollte. Die direkt als Bits kodierte Dekodierungsinformationen bedeuten zugleich eine erhebliche Aufwandsverringerung im internen Aufbau des Befehlsprozessors.

## Statik

Die Zusammensetzung des Op-Codes (Bild 4) wird durch die Bitgruppen BG für Befehlsgruppe, CC für Condition Code bei bedingten Sprüngen, Adr\_Mode für den Adressierungsmodus und die Befehlsnummer erreicht.

Die Befehle werden in die Gruppe der Sprungbefehle und die der andere Befehle eingeteilt. Ein Blick in Tabelle 2 zeigt, daß BG = 1 die Sprungbefehle kennzeichnet.

Bei bedingten Sprüngen wird mit CC = 1 der Sprung ausgeführt, wenn das betreffende Flag (CF oder ZF) gesetzt ist, für CC = 0 entsprechend, wenn das Flag gelöscht ist. Unbedingte Sprungbefehle sowie alle anderen Befehle setzen CC = 0.

Das Wesen der Sprungbefehle besteht darin, den Befehlszähler mit der Zieladresse neu zu laden und den nächsten Code an dieser Stelle abzulegen. Um bedingte Sprünge auszulösen, muß der Befehlsprozessor zuvor CC und das entsprechende Flag auf Gleichheit überprüfen.

Die bereits diskutierten Adressierungsarten implizit, unmittelbar (bzw. direkt) sowie indirekt (bzw. indirekt für Sprungbefehle) sind in den Bits 5 und 4 kodiert, und zwar in den Bitkombinationen 00b, 01b und 11b. An dieser Stelle zeigt sich auch, daß der Modus 'direkt' bei Sprungbefehlen so kodiert wird wie 'unmittelbar' bei den übrigen und 'indirekt' entsprechend wie 'direkt'. Der eigentliche Befehl ist dann lediglich durchnummeriert – und zwar über alle Befehle durchgehend – nicht den beiden Befehlsgruppen zugeordnet. Hier ließen sich noch eine Reihe weiterer Kodierungen aufnehmen, der Phantasie des einzelnen Mikroprozessorentwicklers sind die Grenzen lediglich in der Aufnahmekapazität der GALs für die Dekodierung gesetzt. Durchnummerierung, Adressierungsart, Condition Code und Befehlsgruppe ergeben zusammengesetzt den Opcode, zum Beispiel

00111010b (3ah) für LDAA oder  
10111110b (beh) für JNZ

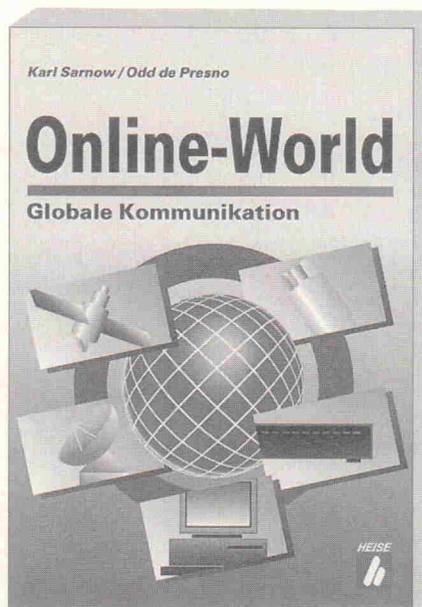
Abschließend muß noch festgelegt werden, in welcher Reihenfolge die einzelnen Daten- und Codebytes im Speicher liegen sollen: Mit Intel als Vorbild wurde hier low Nibble vor high Nibble gewählt. Diese Reihenfolge ist natürlich variierbar, falls dieses Modell nicht den Vorstellungen entspricht. Weniger selbstverständlich ist jedoch die Tatsache, daß alle Codezugriffe in ganzzahligen Vielfachen von Bytes (und nicht Nibble) durchzuführen sind. Ein Code darf also nur bei geraden Nibble-Adressen beginnen. Im Unterschied dazu müssen Datenzugriffe natürlich auf jede Adresse möglich sein.

Im nächsten Teil dieser Artikelserie geht es um die hardwaremäßige Umsetzung der hier formulierten Voraussetzungen der dCPU-4. Die gesamte Logik, bestehend aus Interfaces, Steuerwerken, Akkumulator sowie der 'Arithmetisch-Logischen Einheit', ist in nicht weniger als zehn GALs untergebracht und wird anhand von Listings ausführlich beschrieben. pen

## Literatur

- [1] H. Bähring, 'Mikrorechnersysteme', Springer-Verlag, Heidelberg 1991  
[2] A. Bode, 'Datenflußrechner: Alternative zur Von-Neumann-Architektur', ct 11/89, S. 316 ff.

# Informationszugang weltweit



**D**atenkommunikationsdienste und Onlineressourcen vorgestellt: Karl Sarnow und Odd de Presno zeigen, wie man mit PC und Modem Zugang zur Online-World erhält. Sie zeigen an realistischen Fällen, wie Datenbankdienste weltweit Informationen zur Lösung vieler Probleme zur Verfügung stellen. Sie decken mit Online-World das gesamte Spektrum ab: Datenpaketdienste, Medizindatenbanken, Nachrichtendienste, Computerspiele und vieles mehr. Praktische Tips und Hinweise zur Kostenersparnis runden die Darstellung ab. Die Anhänge liefern u.a. eine Liste ausgewählter Online-Dienste, weiterführende Literatur und die Erklärung häufig benutzter Begriffe.

**1. Auflage 1994**  
**Broschur, 304 Seiten**  
**DM 58,-/öS 452,-/sfr 58,-**  
**ISBN 3-88229-035-8**



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

### 17MVX Plus

41cm (17") Farbmonitor mit Mikroprozessorsteuerung, 30-82 kHz Horizontalfrequenz, Auflösung max. 1280 x 1024 Bildpunkte bei 75 Hz

### CM2098ME

48cm (20") Farbmonitor mit Mikroprozessorsteuerung, 30-90 kHz Horizontalfrequenz, Auflösung max. 1280 x 1024 bei 84 Hz, Monitor-Software-Control über RS232C-Schnittstelle

### CM2198ME

51cm (21") Farbmonitor mit FST-Flachbildröhre, Mikroprozessorsteuerung, 30-90 kHz Horizontalfrequenz, Auflösung max. 1280 x 1024 bei 84 Hz oder 1600 x 1200 bei 72 Hz, Monitor-Software-Control über RS232C-Schnittstelle

## Hitachi's Monitore der Professional-Line für den professionellen Anwender.

Die neuen HITACHI Monitore der Professional-Line mit modernster FlatSquareTube-Technologie verwirklichen den Wunsch nach detailgenauer und farbneutraler Bildwiedergabe bis in die Randbereiche. Mit Mikroprozessorsteuerung, Multifrequenztechnik, 2Mpixel-Technologie, einer Vertikalfrequenz von bis zu 150Hz und EasyMenu setzt HITACHI auf modernste Monitortechnologie. Die Monitore erfüllen die strengen TÜV Ergonomie-Normen, sind strahlungsarm nach MPR II / TCO und durch HITACHI's Power-Management besonders energiesparend.

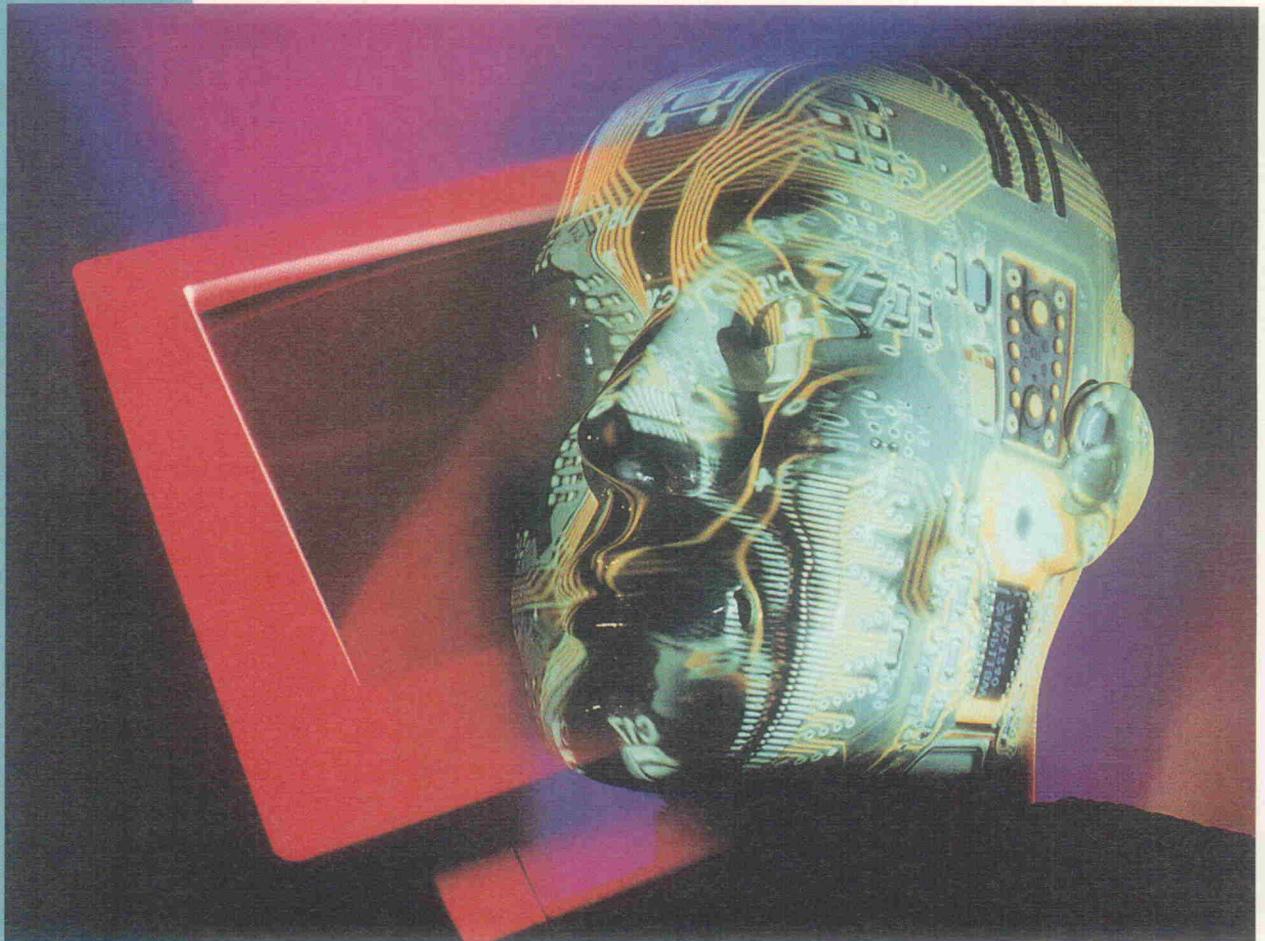


# Virtual Reality

Professional Line Monitore

# HITACHI

# Fundiertes Know-how in Sachen Computertechnik



Jeden  
Monat neu  
bei Ihrem  
Zeitschriften-  
händler.



- professionelle Soft- und Hardwarekonzepte
- systemübergreifend und unabhängig
- Tests mit Trennschärfe
- erprobte Tips für die Praxis und unentbehrliches Grundlagenwissen für anspruchsvolle Anwender und Entwickler
- seit 10 Jahren führend im Markt der Computertitel



Verlag Heinz Heise, Helstorfer Straße 7, 30625 Hannover

# Wissen im Trend

C.36-28-31-34 1/2q

Im Buch- und Fachhandel erhältlich



**Alpha Architektur**  
die komplette Referenz

Die neue 64-Bit RISC-Architektur der Digital Equipment Corporation im Detail. Von den Spezialisten geschrieben, die die Alphaspezifikationen entwickelt haben. Die vollständige Beschreibung der für alle Implementierungen erforderlichen allgemeinen Architektur.

1. Auflage 1994  
Gebunden, ca 530 Seiten  
DM 108,-/öS 842,-/sfr 108,-  
ISBN 3-88229-036-6



**Eiffel**  
Objektorientiertes Programmieren in der Praxis

Die wichtigsten Sprachkonstrukte: Vererbung, Klassenkonzept, programming by contract sowie Generizität an Beispielen erklärt. Objektorientiertes Programmieren par excellence.

1. Auflage 1993  
Gebunden, 268 Seiten  
mit Diskette  
DM 72,-/öS 561,-/sfr 72,-  
ISBN 3-88229-028-5



**HP 28S/48**  
Programme für Mathematik und Elektrotechnik

Fragestellungen aus Mathematik und Elektrotechnik elegant gelöst. Auch Aspekte wie Tabellenkalkulation und Uhren-Routinen kommen nicht zu kurz.

1. Auflage 1994  
Broschur, 208 Seiten  
mit Diskette  
DM 58,-/öS 452,-/sfr 58,-  
ISBN 3-88229-031-5



**Motorola 68HC05**  
B-Familie

Register, Model der CPU, Befehlssatz und Adressierungsarten, Speicherbelegung und Watchdog kompetent und präzise beschrieben. Ein Blick auf Oszillator und Programmer fehlt nicht.

1. Auflage 1994  
Gebunden, 269 Seiten  
mit Diskette  
DM 68,-/öS 530,-/sfr 68,-  
ISBN 3-88229-034-X



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

## ... ist natürlich auch da!



electronica  
München 8.-12.11.1994  
Halle 22, Stand A29

Das Heft mit der Vorberichterstattung zur electronica ist ab 20.10.1994 im Handel. Natürlich mit einer Vorschau auf die aktuellen Messeneuheiten.

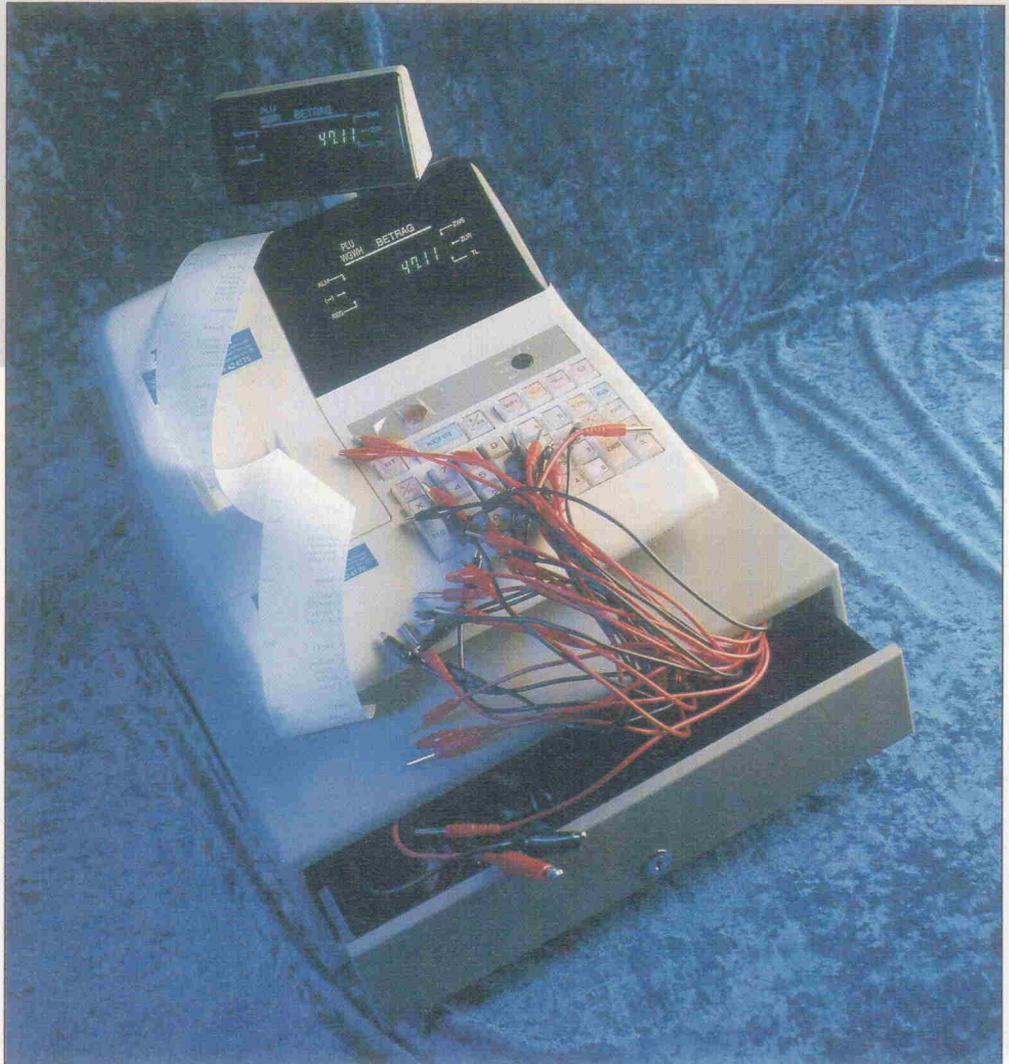
# Viel Strom, wenig Kohle

16 Labornetzgeräte unter 750 Mark im Test

Test

Eckart Steffens

Sauberer Strom für wenig Geld – so ein Spruch könnte aus der Reklame eines Energieversorgungsunternehmens stammen. Dieser Test spielt sich allerdings in einem kleineren Leistungsbereich ab. Was kann man angesichts eines limitierten Budgets erwarten? Sind die entsprechenden Geräte nur ein Kompromiß im Hinblick auf Leistung, Handhabung und Qualität? 16 Modelle mußten im ELRAD-Labor ihre Hüllen fallen lassen.



Ohne das Standardgerät Stromversorgung läuft im Elektroniklabor nur wenig. Bei der Anschaffung handelt man aber oft – mit einem Auge auf den Preis schielend – nach dem Motto 'Strom liefern sie alle'. Sind billige Geräte den geringen Einsatzwert, oder verursachen sie im Alltagsbetrieb womöglich höhere Folgekosten? Um das herauszubekommen, setzten wir für die Teilnahme an diesem Test ein Preislimit von 750 DM. Stromquellen mit einer einstellbaren Gleichspannung für 149 bis 746 DM stapelten sich daraufhin auf den Labortischen. Für diese geringen Preise darf man freilich keine Ausstattungswun-

der erwarten: Zusätzliche Festspannungen oder beispielsweise eine Multimeterfunktion waren die Ausnahme. Ein Einstellbereich bis zirka 30 V hat sich in dieser Klasse als 'Quasi-Standard' herauskristallisiert. Bisweilen bieten die 'Stromlieferanten' eine Umschaltmöglichkeit in zwei verschiedene Spannungs- oder Strombereiche.

Zu den Einstell- und Meßmöglichkeiten gehören Instrumente und Einsteller für Spannung (Konstantspannungsbetrieb, CV) und Strom (Konstantstrombetrieb, CC). Die Strom-einstellung legt zugleich den Wert für die Strombegrenzung fest. Die Vorgabe des ge-

wünschten Maximalwertes ist oft schlecht realisiert: Um den Sollwert einstellen zu können, ist der Ausgang kurzzuschließen. Eine Taste, die das geräteintern elektronisch erledigt und somit eine Einstellung auch ohne äußere Manipulation erlaubt, gehört leider noch zu den seltenen Features und wurde daher in der Tabelle ausdrücklich vermerkt.

## Die Kraft ...

Wichtigstes Auswahlkriterium für eine Laborstromversorgung ist neben dem verfügbaren Spannungsbereich wohl auch die Stromlieferfähigkeit und somit die verfügbare Ausgangs-

leistung. Dabei sollte im 'grünen' Zeitalter ein verstohlener Blick auf den Gesamtwirkungsgrad beziehungsweise die aufgenommene Leistung im Leerlauf erlaubt sein. Wir haben daher auch diese beiden Größen in die Tabelle aufgenommen. Nur allzu oft laufen diese Geräte tagelang durch. Ebenso stellen Powerfaktor und Crestfaktor des Eingangsstroms Meßgrößen für die Netzbelastung dar. Keines der getesteten Modelle verfügt übrigens über eine Powerfaktor-korrektur, die allerdings in dieser Leistungsklasse von den entsprechenden Normen noch nicht gefordert wird.

Für den Einsatz im Labor stehen selbstverständlich noch wichtigere Kriterien im Vordergrund. Die Präzision der Lastausregelung, die Restwertigkeit der Ausgangsspannung, das dynamische Verhalten bei schnellen Lastwechseln und die Präzision der Strombegrenzung sind Faktoren, die neben einer leichten und übersichtlichen Bedienung und einer einfachen Ablesemöglichkeit für Ist- und Grenzwerte, sowohl für Spannung als auch für Strom, den Praxiswert des Gerätes ausmachen.

### ... und die Herrlichkeit

Ausstattung und Anordnung der Bedienelemente sind ein weiteres wichtiges Kriterium bei der Bewertung eines Netzgerätes. Insbesondere zählt hierzu die Anzeige für Strom und Spannung, entweder durch Instrumente oder durch Displays. Die Art der Darstellung, die Anzeigegenauigkeit und die Anzahl der verfügbaren Stellen (bei Digitalinstrumenten) oder die Ablesegenauigkeit (bei Zeigerinstrumenten) sind ebenso wichtig wie eine präzise Einstellmöglichkeit – gegebenenfalls über Wendelpotis oder getrennte Grob-/Fein-Einsteller. Die Sollwertvorgabe mit nur einem Standardpotentiometer ist, besonders im Spannungsbereich, oft unbefriedigend, weil speziell bei der Einstellung kleiner Ausgangsspannungen eine genügend präzise Justage einfach unmöglich ist. Bei gleicher prozentualer Toleranz wird das absolute Einstellfenster bei kleinen Spannungen eben auch kleiner: '1 V daneben' wirkt sich bei 30 V anders aus als bei 5 V. Es gibt viele elektronische Bausteine, die eine solche Fehlein-

stellung mit dem vorzeitigen Ruhestand quittieren.

Um ein repräsentatives Gesamtbild zu erhalten, wurden im Labor besonders die folgenden Parameter geprüft und bewertet:

- Ausstattung und abgegebene Leistung
- Lastausregelung und dynamisches Verhalten
- Qualität der Strombegrenzung
- Betriebssicherheit

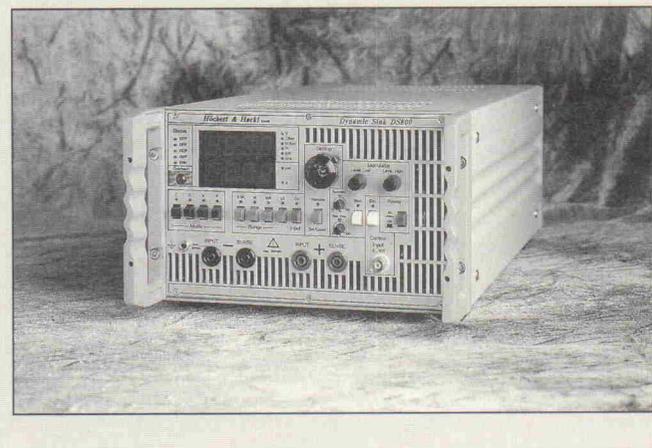
Alle dynamischen Messungen wurden mit niederinduktiven ohmschen Lasten durchgeführt – für jedes Gerät entsprechend seiner Ausgangsleistung berechnet. Durch geeignete Lastzusammenstellungen wurde jedes Gerät mit 10 %, 90 % und 100 % der spezifizierten Nennlast betrieben. Zum Test der Strombegrenzung mußten die Geräte selbstverständlich auch Überlast oder Kurzschluß bewältigen. Alternativ stand eine programmierbare elektronische Last zur Verfügung, die den gesamten Bereich bis zur Überlast auch kontinuierlich durchfahren konnte. Eingangsseitige Messungen erledigte ein Voltech Power Analysator. Die Ergebnisse wurden auf einem DSO von HP aufgezeichnet und anschließend geplottet.

Die Geräteleistung ergibt sich aus dem Produkt von maximal abgegebener Spannung und maximal abgegebenem Strom. Im normalen Betrieb ist die Spannungsregelung aktiv, der Ausgang sollte eine konstante Spannung führen. Wie gut dies gelingt, zeigt besonders der dynamische Lastwechseltest. Hier müssen die Probanden im 100-Hz- beziehungsweise 1-kHz- Rhythmus 10 % und 90 % der Nennleistung liefern. Bei einem Tastverhältnis von 1:1 beträgt die mittlere Belastung des Prüflings 50 %. Das an den Ausgangsklemmen meßbare AC-Signal charakterisiert die Qualität des Ausganges. Dabei ist zu bemerken, daß wir allen Geräten zwar die erwünschte Leistung entnehmen konnten, dabei aber häufig die Spannung nicht mehr stabil auf ihren Sollwert kam. Besonders mit der dynamischen Prüfung hatten einige der Prüflinge deutliche Schwierigkeiten.

Die dynamische Lastausregelung sollte möglichst gut sein, damit die Stromversorgung schnellen Laständerungen sofort folgen kann. Ein weiterer Fall, bei dem Regelgeschwin-

## Elektronische Last DS800

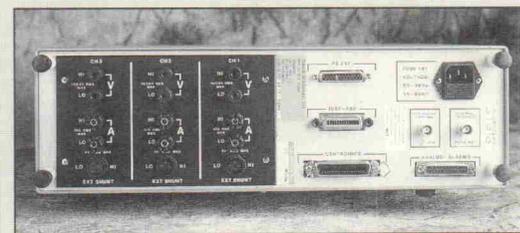
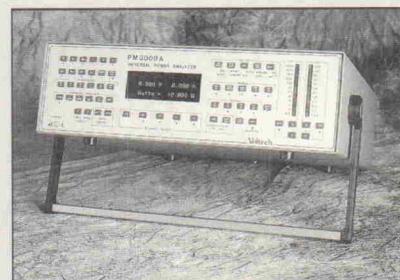
Eine breite Produktpalette elektronischer Lasten bietet Höcherl & Hackl an. Die von uns eingesetzte DS-800 ist mit sechs umschaltbaren Strombereichen ausgestattet und kann Leistungen bis 800 W aufnehmen. Das Gerät läßt sich im Konstantspannungs-, Konstantstrom-, Konstantwiderstands- oder Konstantleistungsbetrieb fahren und intern oder extern mit einer Standard-Steuerspannung 0...10 V modulieren. Über RS-232- und IEEE-488-Schnittstelle ist die DS-800 ebenfalls systemfähig. Die Meßwerte werden darüber hinaus auf zwei 4stelligen Universalanzeigen ausgegeben, so daß neben der elektronischen Last keine weiteren Meßinstrumente erforderlich sind.



## Power Analyser

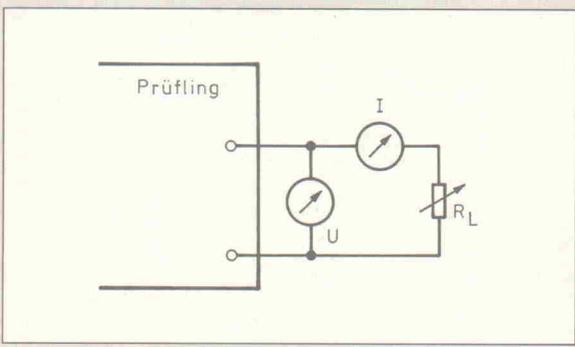
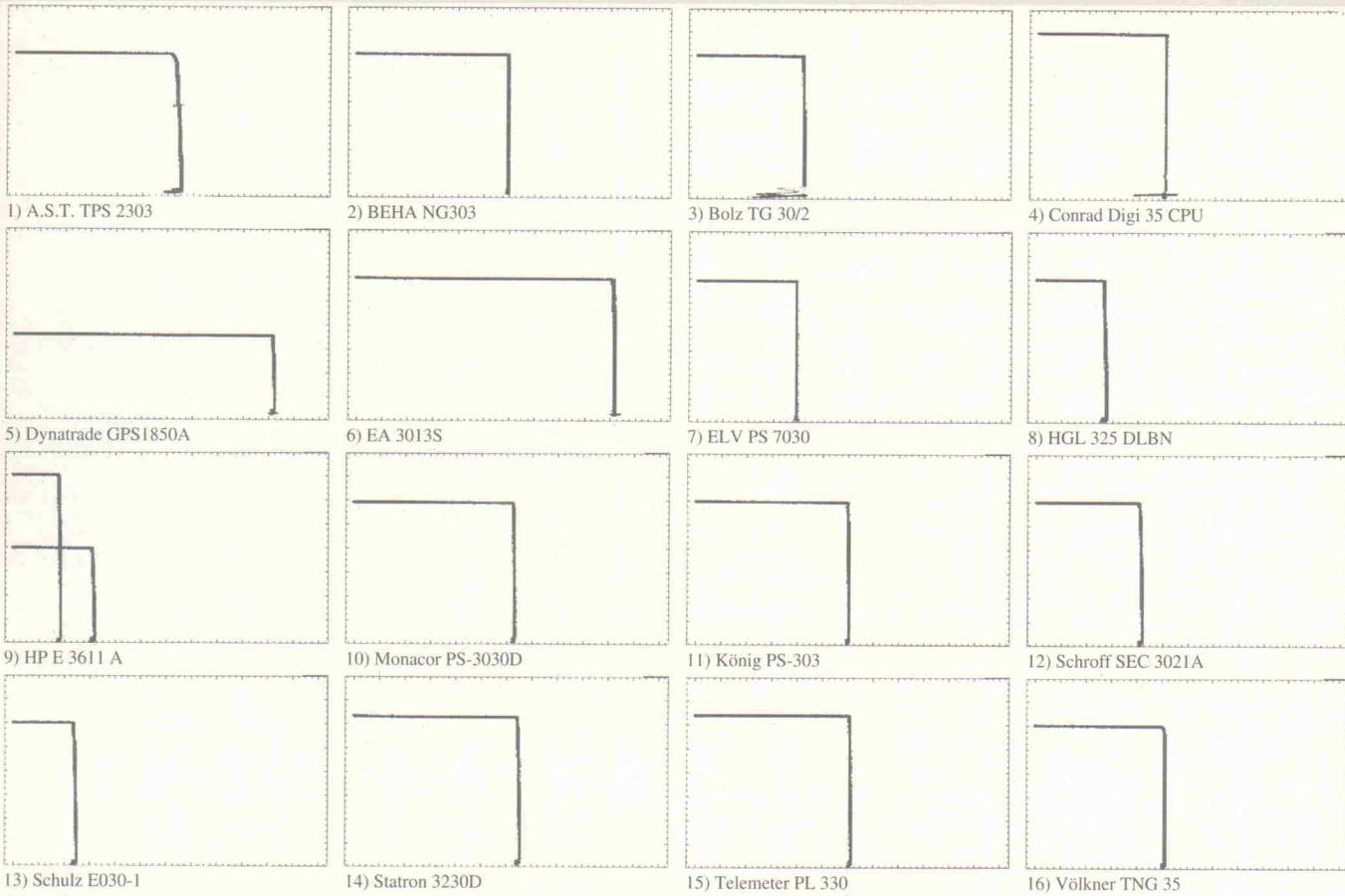
Ein universelles Werkzeug für Strom-, Spannungs-, Leistungs-, Powerfaktormessungen, für harmonische Analysen, Klirrfaktorbestimmung und Energiebilanzen ist das PM 3000A von Voltech (Vertrieb Nucletron, München). Es dient als universelle Meßstation für alle Messungen in diesem Test. Drei potentialfreie Eingänge, jeweils für Strom und Spannung, lassen sich unabhängig voneinander betreiben oder auch zu Messungen in Mehrleiternetzen miteinander verkoppeln. Dabei lassen sich die Daten jeder Phase individuell oder kombiniert abrufen.

Eine Bereichsautomatik (mit LED-Bereichsanzeige auf der Frontplatte), Anschlüsse für Drucker und Plotter sowie Systemkompatibilität über IEEE-488 und RS-232-Schnittstelle passen das Voltech PM 3000A sehr einfach in jede Meßumgebung ein. Eine im Lieferumfang enthaltene PC-Software unterstützt Konformitätsprüfungen nach IEC 555. Wer einen universellen Netz- und Leistungsanalysator benötigt und rund 25 000 DM erübrigen kann, erhält mit dem PM 3000A einen korrekten Gegenwert für seine Investition.



## Ausgangskennlinie Strom/Spannung

Test



Zur Aufnahme der Ausgangskennlinie wird das Netzgerät mit einer variablen Last beschaltet und langsam bis über die Strombegrenzung belastet. Dabei werden Laststrom und Ausgangsspannung in einem X/Y-Diagramm (5 V/div, 0,5 A/div) aufgezeichnet.

# ISO 9000?

Qualitätssicherung nach Maß  
Elektronische Meßtechnik

- ISO 9001**  
Qualitätssicherung in Entwicklung, Produktion, Montage und Kundendienst
- ISO 9002**  
Qualitätssicherung in Produktion und Montage
- ISO 9003**  
Qualitätssicherung in der Endprüfung

**Wir** führen die notwendige Kalibrierung und Überprüfung elektronischer Meß- und Prüfgeräte aller Typen und Hersteller als Dienstleistungsbetrieb durch. Die Kalibrierung erfolgt mit zur PTB rückführbaren Meßmitteln und wird nach ISO 9000 / AQUAP 6 protokolliert.

**NEU !!!** Der mobile Kalibrierdienst

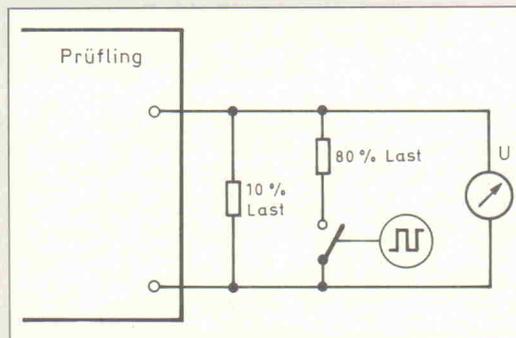


**esz** Elektronik-Service GmbH  
Servicezentrale Meßlabor  
Salzstraße 13 D-82110 Germering  
Tel. 089 / 840 3771 Fax 089 / 841 1412

## Ausgangsspannung bei dynamischer Last



Dieser Lastwechseltest verlangt dem Netzgerät im 1-kHz-Rhythmus 10 % und 90 % der Nennleistung ab. Bei einem Tastverhältnis von 1:1 beträgt die mittlere Belastung des Prüflings 50 %. Das an den Ausgangsklemmen meßbare AC-Signal charakterisiert die Qualität des Ausgangs (100 mV/div, 200 µs/div).



digkeit gefragt ist, ist der Übergang in den Strombegrenzungsbetrieb, zum Beispiel bei Auftreten eines Kurzschlusses oder Defektes in der angeschlossenen, zu versorgenden Testschaltung. Große Kondensatoren am Ausgang wirken zwar beruhigend auf die Ausgangsspannung und verringern die Wellig-

keit. Aber diese Kondensatoren können bei Kurzschluß vorübergehend hohe Ströme liefern, die den durch die Regelelektronik vorgegebenen Begrenzungswert deutlich übersteigen. Um dieses Verhalten meßtechnisch zu erfassen, wurde bei vorgegebener Strombegrenzung ein Kurzschluß erzeugt und der Aus-

gangsstrom mit einem DC-Stromwandler gemessen.

Alle Modelle im Test arbeiten mit Linear-Längsreglern. Die an der Regelstrecke abfallende Leistung wandelt sich in Wärme um. Geringe Ausgangsspannungen bei großen Ausgangsströmen können hier zu

Ihre Quelle für  
gebrauchte  
elektronische  
Meßgeräte

**T.O.P.**  
Elektronik

Kosten reduzieren  
durch unsere  
TOP-Schnäppchen

**ENI**  
3100 LA Leistungsverstärker 100 W,  
250 kHz-150 MHz 10235

**Fluke/Philips**  
PM 97 ScopeMeter, 50 MHz, wie neu 3220

**Heinzinger**  
HNCS 10000/180 pos Hochspannungsnetzteil  
10 kV/180 mA 3910

**Hewlett-Packard**  
4193 A Vektorimpedanzmesser,  
400 kHz - 110 MHz 12650  
435 A Leistungsmesser, analog,  
mit Sensorkabel 1380  
435 B Leistungsmesser, analog,  
mit Sensorkabel 1725

436 A Leistungsmesser, digital,  
mit Sensorkabel 2875  
8111 A-001 Funktionsgenerator  
mit Burstoplion 3335  
9144 A Magnetbandlaufwerk, 1/4" 1265

**Rohde & Schwarz**  
ZPV/ZPV-E3 Vektorimpedanzmesser  
mit Tuner - E3,  
Frequenzbereich  
300 kHz-2 GHz 12075

**Tektronix**  
2230 Digitalspeicheroszilloskop,  
100 MHz 4025  
2465 B Oszilloskop, 400 MHz,  
Vierkanal 12650

466 - DM 44 Oszilloskop, 100 MHz mit DMM 2070  
AA 501/SG 505 Audioanalysator und -Generator 4600  
AM 503 Stromzangenverstärker-  
Einschub 1495  
SG 503 Signalgenerator, 250 MHz 3680  
P 6009 Tastkopf, 100:1 460  
P 6105 A Tastkopf, 100 MHz, 10:1 180

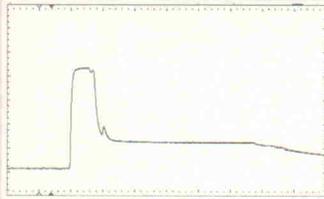
**Wavetek**  
166 Funktionsgenerator, 50 MHz,  
einstellbare Flankensteilheit 5175

Alle Preise inklusive 15% MWST.  
6 Monate Garantie auf alle Geräte.  
Wir beschaffen (fast) jedes Gerät.  
Fordern Sie unsere ausführliche Liste an!

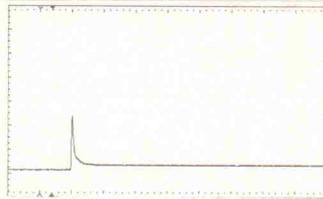
**T.O.P. Elektronik GmbH**  
Frühlingstraße 8  
90513 Zirndorf  
☎ 09 11/60 22 44  
☎ 09 11/60 26 86

## Ausgangsstrommessung während eines Kurzschlusses bei vorgegebener Strombegrenzung

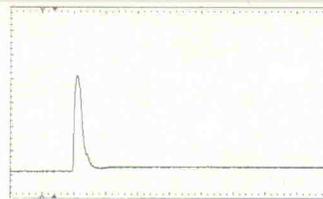
Test



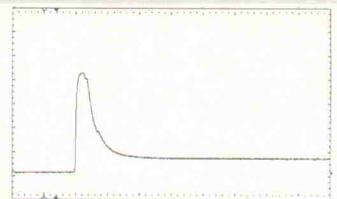
1) A.S.T. TPS 2303



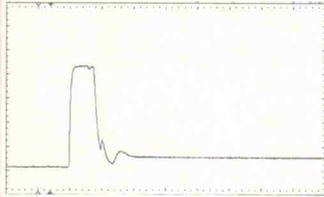
2) BEHA NG303



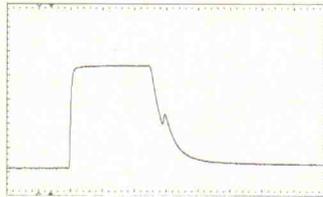
3) Bolz TG 30/2



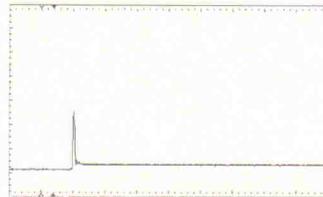
4) Conrad Digi 35 CPU



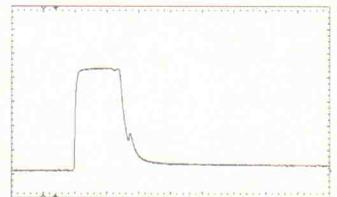
5) Dynatrade GPS1850A



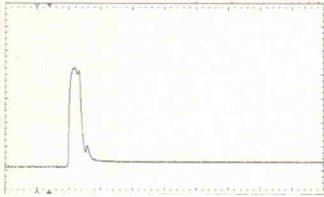
6) EA 3013S



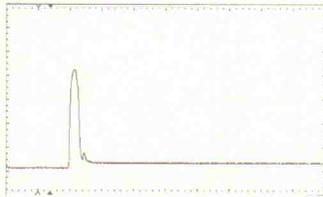
7) ELV PS 7030



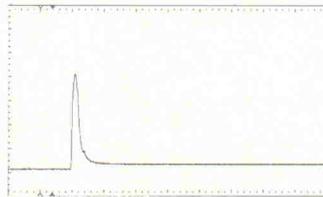
8) HGL 325 DLBN



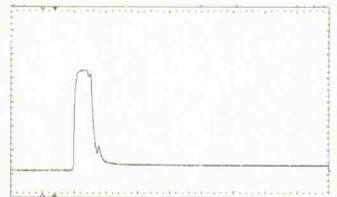
9) HP E 3611 A



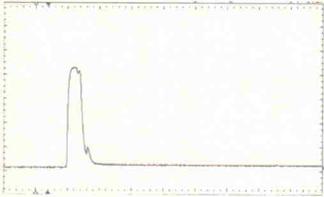
10) Monacor PS-3030D



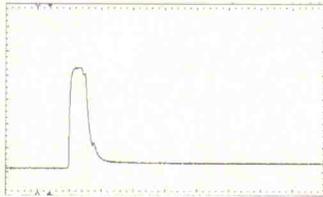
11) König PS-303



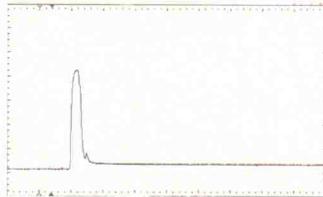
12) Schrott SEC 3021A



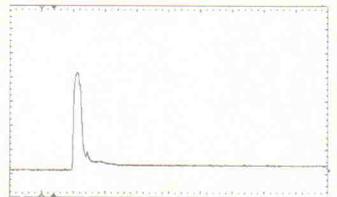
13) Schulz E030-1



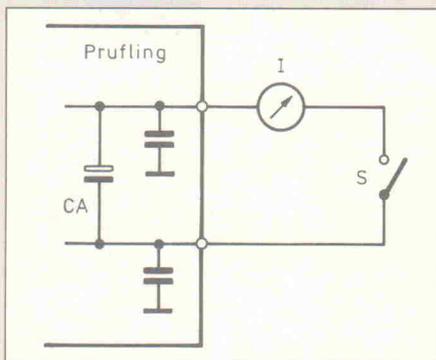
14) Statron 3230D



15) Telemeter PL 330



16) Völkner TNG 35



Durch geräteinterne Ausgangskondensatoren fließen bei plötzlicher Belastung am Ausgang Ströme, die erheblich über den eingestellten und gewünschten Werten liegen. Der Ausgangsstrom wurde am Netzgerät auf 1 A eingestellt und der Kurzschlußstrom über einen DC-Stromwandler gemessen. Das Schaltvermögen des verwendeten elektronischen Schalters begrenzte den Spitzenstrom auf 30 A; erkennbar am oberen Plateau der Meßschiebe (Skalierung 10 A/div, 500  $\mu$ s/div).

hohen Temperaturen führen. Um die Verlustleistung sinnvoll zu begrenzen, verfügt eine Anzahl der Netzgeräte über ein- oder mehrstufige Relaischaltungen, die die Versorgungsspannung der Regelelektronik entsprechend hoch- oder herunterschalten. Als heißeste Stelle stellt sich stets der Kühlkörper dar. Mit einem Pyrometer (Strahlungsthermometer) haben wir das Gehäuse 'umfahren', um die heißesten Stellen ausfindig zu machen und berührungslos zu messen. Als Referenzleistung wurde den Geräten 20 W entnommen (10 V, 2 A). Dabei setzen die Geräte – ohne Versorgungsspannungsumschaltung – intern um die 70 W um. Ob-

wohl das gegen Vollastbetrieb noch wenig ist, haben wir bei diesen Tests gleich ein Gerät 'geschossen', doch dazu später mehr.

Auch die elektrische Sicherheit der Geräte ist eine nähere Betrachtung wert. Ein Sicherheitstransformator ist in jedem Fall von Vorteil: das Zweikammerprinzip erreicht eine erhöhte Isolation. Ringkerntrafos, wie sie in einigen Modellen zum Einsatz kommen, zeichnen sich hingegen durch geringe magnetische Störfelder aus. Besonders in Audio-Werkstätten sind solche Netzteile gern gesehen. Alle metallischen Außenteile müssen mit dem Schutzleiter

in Verbindung stehen. Die elektrische Gerätesicherheit (Schutzleiterwiderstand, Isolationswiderstand, Ableitströme, Spannungsfestigkeit) ist in DIN VDE 0701 festgeschrieben.

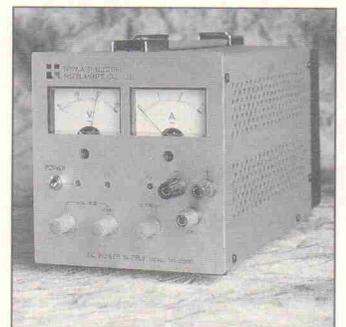
Als Statusanzeigen sind im Mittel drei Anzeigen notwendig und auch vorhanden: Betriebsbereitschaft, Konstantspannungsbetrieb (CV) und Konstantstrombetrieb beziehungsweise Strombegrenzung (CC). Zusammen mit den Meßwerken läßt sich damit der Status des Gerätes auf einen Blick erfassen.

Nun zu den Testergebnissen der einzelnen Geräte, in alphabetischer Reihenfolge nach Distri-

butor beziehungsweise Hersteller sortiert.

### A.S.T. Topward TPS-2000

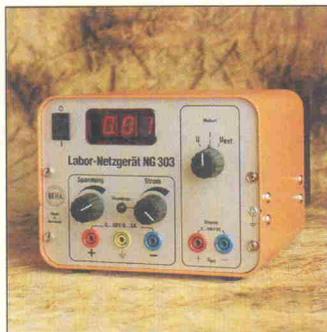
Das Netzgerät TPS-2000 des taiwanischen Herstellers Top-



ward (im Vertrieb von A.S.T.) präsentiert sich im übersichtlichen Design. Getrennte Zeigerinstrumente für Strom und Spannung, solide Polklemmen und eine Leistung von 3 A bei 30 V machen dieses Modell zum universellen Arbeitsgerät.

Der Lastwechseltest zeigt ein asymmetrisches Verhalten: bei Belastung regelt das TPS-2000 recht schnell aus, während es bei Lastfreigabe eine deutlich längere Einschwingzeit in Anspruch nimmt. Daß die Regelung etwas Bedenkzeit benötigt, zeigt sich auch beim Einschalten: bis das Gerät auf den Sollwert (1 A) eingeschwungen ist, hält es einige Millisekunden ein Plateau von 5 A. Vielleicht sollte man die bewährten 741er OpAmps durch schnellere Ware ersetzen. Das Topward erwies sich jedoch als zuverlässiges Gerät, wenn es um die schlichte Bereitstellung von Leistung geht. Auch die beigelegte Dokumentation (wenn auch leider nur in Englisch) kann sich sehen lassen.

### Beha Uniwatt NG 303



Das Beha Labornetzgerät Uniwatt NG 303 leistet ebenfalls 3 A bei 30 V und ist ein kompakter kleiner Würfel, der rückseitig mit einem großen Kühl-

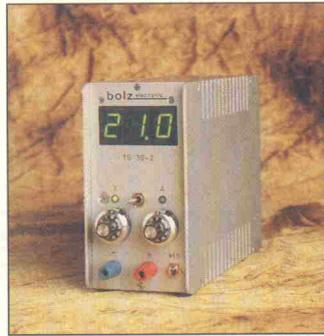
körper für die Leistungstransistoren versehen ist. Trotz des großen Kühlers erreichte das Gerät partiell die höchste Temperatur im Testfeld. Zwei Potis dienen zur Vorgabe von Strom und Spannung; die Werte liest man auf einem dreistelligen LED-Display ab. Dabei muß man zwischen Strom- und Spannungsmessung manuell umschalten. Das Instrument eröffnet jedoch zusätzlich die Möglichkeit, über externe Buchsen das LED-Display als Voltmeter mit einem festen Meßbereich von 100 V zu benutzen.

Die Einstellung, die Ausregelung und Strombegrenzung sind beim Beha in Ordnung. Die Restwelligkeit der Ausgangsspannung ist gering, hier liefert das kleine Gerät im Vergleich mit anderen Modellen sehr gute Ergebnisse. Beim Umschalten sind lediglich kleine Peaks erkennbar, der Verstärker des NG 303 regelt hervorragend aus. Dagegen zeigt die Ausgangsspannung beim Einschalten einen leichten Überschwinger.

Die zum NG 303 verfügbare Beschreibung enthält nicht nur Bedienungshinweise, sondern auch Schaltunterlagen, komplette Stücklisten, Aufbauzeichnungen und Verdrahtungspläne. Daneben gibt es eine komplette Erläuterung der Schaltung und ihrer Funktionsweise sowie Datenblätter der verwendeten ICs. Diese Mühe macht sich der Hersteller, weil sich das Gerät auch zum Selbstbau eignet: neben dem Fertigerät hat Beha einen entsprechenden Bausatz im Angebot.

### Bolz TG 30-2

Kompakter geht's nimmer – nach diesem Motto hat Bolz eine Vielzahl von Bauteilen in

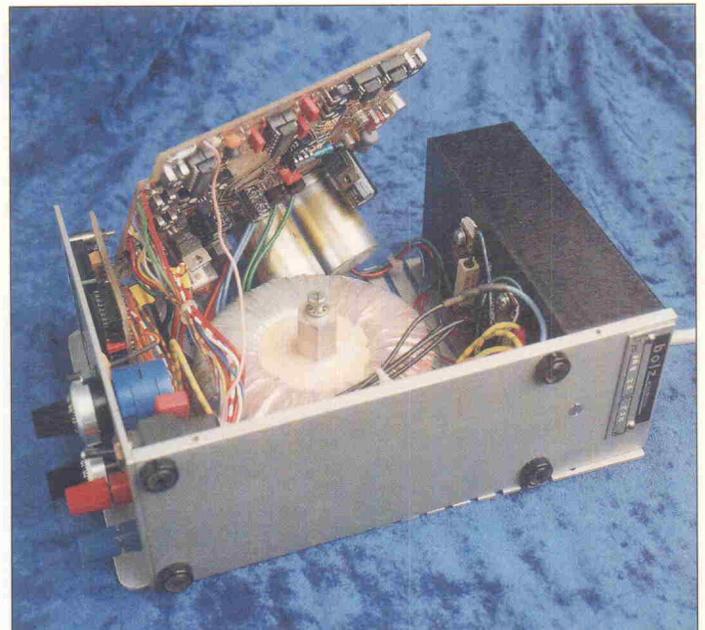


der nur 70 mm schmalen Kassette zusammengefügt und daraus ein leistungsfähiges Netzgerät geschaffen, das immerhin 60 W Ausgangsleistung bereitstellen kann. Ableserfreundlich ist das große und leicht erfaßbare LED-Instrument, das zur Spannungs- und Strommessung per Kipphebelhalter umzuschalten ist. 10-Gang-Potential-

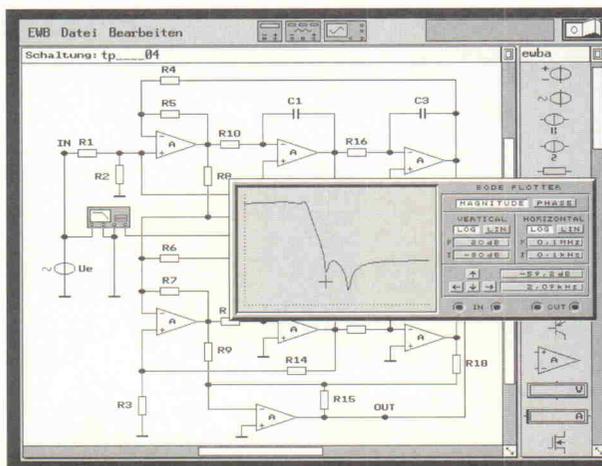
meter für Strom und Spannung ermöglichen eine präzise Sollwertvorgabe. Das mit 2,7 kg relativ leichte Gerät bezieht seine Leistung aus einem kompakten Ringkerntransformator, um den herum die Elektronik aufgebaut ist. Belastet man es allerdings bei maximaler Ausgangsspannung im Grenzbereich, dann zeigt sich, daß für die Regelung nicht genügend Reserven vorhanden sind: die Einbrüche der gleichgerichteten Wechselspannung schlagen auf den Ausgang durch. Zusätzlich muß man der Regelung ein schlechtes Einschwingverhalten bescheinigen.

### Conrad Digi 35 CPU

Dieses Gerät aus der Voltcraft-Serie ist bedienungstechnisch völlig anders konzipiert als die



Packungsdichte optimiert: das Bolz TG 30/2 nutzt jeden Kubikzentimeter seines Innenraums, um die Elektronik in dem kompakten Gehäuse unterzubringen.



Endlich ist Schluß mit den veralteten Batchsimulationen !  
denn  
Simulatoren mit interaktiver Bedienung gehört die Zukunft !  
Eines dieser zukunftsorientierten Programme gibt es schon:

## Electronics Workbench®

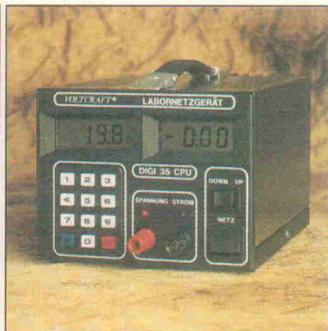
Das Elektronlabor im Computer

Exklusiv bei:

Com Pro Hard & Software Beratung  
Reinsburgstr. 82 D-70178 Stuttgart  
Tel. 0711 - 627740 Fax. 0711-627760  
(auch für Österreich, Schweiz, und Luxemburg)

Qualifikation  
Hannover  
27.9.-30.9.94  
Stand E61

Kostenloses Infomaterial und selbstablaufende Demo !



Mitbewerber: eine CPU vom Typ 6805 steuert die Sollwerte für Spannung und Strom. Der Vorteil dieser Lösung liegt zum einen darin, daß die Eingabe über eine numerische Tastatur möglich ist und damit die gewünschten Werte exakt eingegeben werden können; zum anderen ist eine Fernbedienung des Gerätes über eine ebenfalls vorhandene serielle Schnittstelle (RS-232C) möglich.

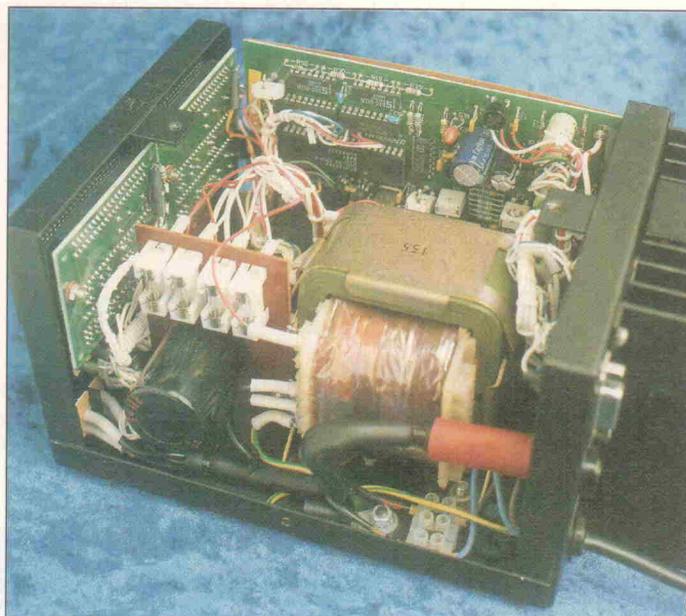
Eine Tastatur verführt dazu anzunehmen, man könne numerische Werte beliebig genau vorgeben. Dem ist natürlich nicht so, denn die Auflösung für Spannung als auch für Strom sind wandlerbedingt auf 8 Bit begrenzt. Das ergibt im Strom-

bereich (0...2,55 A) eine Auflösung von 10 mA. Im Spannungsbereich wird über 0...35 V eine Auflösung von 100 mV erreicht; hier muß die CPU also ein zusätzliches Bit

für eine Bereichumschaltung spendieren. Erst nach Eingabe von Strom und Spannung (beides dreistellig, zum Beispiel U-1-2-5-U = 12,5 V) schaltet das Netzgerät ein. Zuvor bleibt der

Ausgang abgeschaltet. Der Einschalttest konnte daher bei diesem Modell nicht durchgeführt werden.

Interessant sind auch die von diesem Gerät zusätzlich zur Verfügung gestellten Funktionen: die nicht benötigten Eingabe-Ziffernkombinationen (5xx, 6xx, 7xx) sind für einen Timer-Modus oder einen gepulsten Betrieb reserviert. Somit läßt sich das Digi 35 CPU zum Beispiel zur Akkuladung einsetzen. Die Lastwechseltests bringen jedoch weniger Erfreuliches an den Tag; ebenso wie das Gerät von Bolz leidet auch das Digi 35 CPU unter der etwas zu knapp dimensionierten Versorgung.



Die Elektronik des Digi 35 CPU ist auf mehrere Platinen verteilt – im Hintergrund (stehend) die Prozessorkarte. An der Gehäuserückseite ist die serielle Schnittstelle zu erkennen.

### Dynatrade GPS 1850

Das GPS 1850 – in Malaysia hergestellt von Goodwill und im Vertrieb von Dynatrade – verfügt ebenfalls über eine Schnittstelle, allerdings eine analoge. Diese Schnittstelle eröffnet die Möglichkeit, zwei Geräte dieser Baureihe für Parallel- oder Serienbetrieb zu koppeln (Tracking-Modus). Dazu sind rückseitig

3

## Drei Bände „Laborblätter“ stehen zur Auswahl: Einer für Sie ...



1



2



3

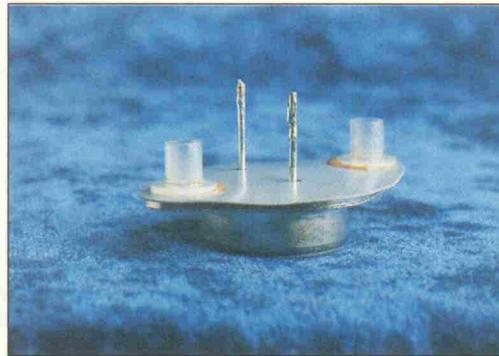
vier Klemmen vorhanden, über die man die Verbindung realisiert. Diesen Versuch hätten wir auch gern gemacht, jedoch entzog sich eines der beiden uns zur Verfügung stehenden Geräte vorzeitig dem Test. Bei der anschließenden Ursachenforschung erwies sich ein Montagefehler als Ursache. Die Isolierhülsen der Leistungstransistoren waren verkehrt herum eingesetzt



**Leistungstransistor des GPS 1850A: Die Kragen der falsch montierten Isolierhülsen verursachten ein Luftpolster zwischen Kühlkörper und Transistor. Nach Hitzetod und Kurzschluß im Transistor lag die unregulierte Spannung am Ausgang an.**

und der Kragen der Hülse bewirkte ein Luftpolster zwischen Transistor und Kühlkörper. Der Transistor starb einen wenig heldenhaften Hitzetod und durch seinen Kurzschluß lag die Ausgangsspannung dann weit über dem Nennwert. Das andere Gerät wies diesen Montagefehler übrigens nicht auf.

Das GPS 1850 liefert 5 A bei 18 V und verfügt über getrennte Grob- und Feineinsteller für Strom und Spannung. Bei konzentrisch angeordneten Potis erwartet man die Grobeinstellung hinten, die Feineinstellung vorn; bei getrennten Potis die Grobeinstellung links, die Feineinstellung rechts. Der falsche Zugriff meh-



rerer Tester machte offenkundig, daß dies beim Goodwill genau anders herum ist: fein links, grob rechts. Geschmackssache?

Die Regelung zeigt einen leichten Einschwinger, liefert aber sonst sehr gute Ergebnisse. Auch das Einschaltverhalten ist gut, und – das ist hervorzuheben – das GPS 1850 liefert einen gegen GND wirklich hervorragend entkoppelten Ausgang. Es kann die Versorgung auf beliebigen Potentialen übernehmen. Allerdings ist der DC-Ausgang recht kräftig kapazitiv gepuffert: ein hoher Peak im Überstromfall bescheinigt's. Dennoch, bis auf das 'Montagsgerät' mit Montagefehler ein prima Kraftpaket.

## Elektro-Automatik EA 3013S



Als Bolide dieses Tests läßt sich das 3013 von Elektro-Automatik aus Viersen einreihen. Mit 5 A bei 30 V hat es in dieser Klasse die größte Leistung und zeigt sich auch bei extremen Belastungen stets gutmütig. Zur Spannungseinstellung benutzt das EA ein konzentrisches Doppelpoti als Grob- und Feinregler. Als Anzeige-Instrumente kommen zwei leicht ablesbare Drehspulinstrumente zur Anwendung. Das sind neben den beiden Polklemmen auch schon alle Bedienelemente – vom Netzschalter abgesehen.

Die Strombegrenzung des EA arbeitet recht präzise und mit der Qualität der Ausgangsspannung kann man zufrieden sein.

... und einen neuen ELRAD-Abonnenten für uns.

**ELRAD** H 5345 E  
DM 7,50  
ISSN 0930-1017  
19 10 - PF 35

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

9/94

Projekt: 50-MHz-Transistore-Rezorder

Analogfunktionen digital im Griff  
Was heißt das denn bei 2000 Mark?

Controller: Entwicklungswerkzeuge im Überblick

Präsentiert: Transistorengestaltung  
Schrittmotoren im Inversbetrieb

Surround-Audio  
Besser als Dolby

Schwermetall:  
Cassette Eagle 5.0  
und HPA neues  
Messepaket VEE

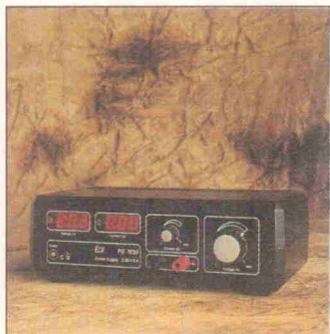
**A/D-Boards auf dem Prüfstand:**  
**Kleiner Preis gleich kleine Leistung?**

Besuchen Sie uns auf der Messtechnik in Wiesbaden, Halle 4, Stand 422/443

Leser werben Leser. Nutzen Sie die Gelegenheit. Die vorbereitete Bestellkarte finden Sie auf Seite 67.

Das auch mechanisch sehr solide Gerät eignet sich für hohe Beanspruchungen. Dennoch gibt es zwei Punkte, die die Wertung des EA beeinträchtigen: die hohe, interne Kapazität zwischen den Ausgangsklemmen liefert im Kurzschlußfalle kurzzeitig hohe Ausgangsströme, die von der Strombegrenzung nicht kontrollierbar sind. Und in bezug auf die elektrische Sicherheit ist es eher ungünstig, daß die außen blank auf dem Kühlkörper zugänglichen Leistungstransistoren etwa 48 V gegen die Minus-Ausgangsklemme führen. Unbeabsichtigter Kontakt im Meßregal kann unerwünschte Folgen haben; zwei kleine Abdeckkappen hätten hier genügt, um dieses Problem zu beseitigen.

### ELV PS 7030



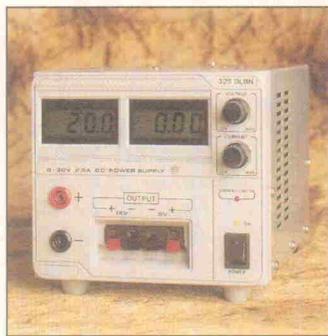
Labornetzgeräte im Kunststoffgehäuse zu verpacken kommt eher selten vor. ELV hat es getan und – bis auf die rückseitigen Kühlkörper – damit auch die Erdungsprobleme erledigt. Eine geringe Ausgangskapazität trägt dazu bei, daß die Regelung sehr schnell arbeitet. Bei hoher dynamischer Belastung sind allerdings deutliche Einschwinger erkennbar.

Schade, daß man noch weitere negative Punkte vermerken muß: so ist eine Einstellung von 30 V nicht möglich, das Gerät erreicht die Nennspannung nicht ganz (29,86 V). Zudem ist die Einstellung – trotz des großen Knopfes – dermaßen unpräzise, daß ELV sich einen Gefallen täte, das sonst gute Gerät durch eine bessere Einstellmöglichkeit aufzuwerten. Auch die Netzsicherung ist nicht von außen zugänglich; um sie zu erreichen, muß das Gerät zerlegt werden.

Für Selbstbauer ist das PS 7030 auch als Bausatz erhältlich. Die Begleitunterlagen zum Gerät beschränken sich auf Fotokopien des entsprechenden ELV-Beitrages. Dieser enthält jedoch alles

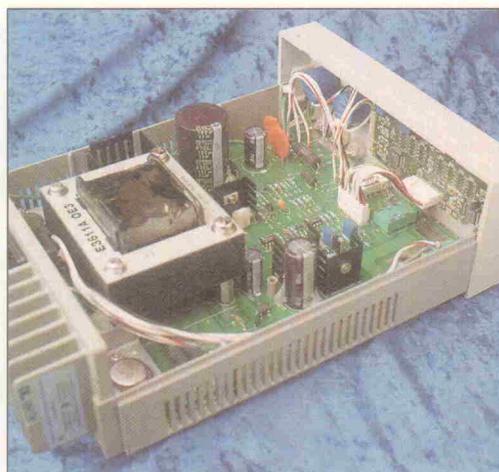
Wissenswertes und eine ausführliche Beschreibung des Gerätes.

### HGL 325 DLBN

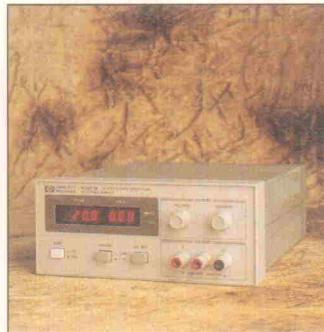


Gegenüber dem ELV-Gerät ist die 'Bedienungsanleitung' für das 325 DLBN im Vertrieb der Firma Heinz Günther Lau auf das allernötigste beschränkt und umfaßt im wesentlichen die technischen Daten des Gerätes. Das mit einem soliden 2-Kammer-Trafo bestückte Gerät zeigt ein leicht asymmetrisches Regelverhalten und behält darüber hinaus ein deutliches Rechteck im Ausgangssignal – auch die statische Ausregelung läßt zu wünschen übrig.

Die Innereien des Gerätes sind schwer zugänglich; mehrere Platinen sind als Sandwich direkt hinter der Frontplatte verschraubt. Als Ausgangsbuchsen kommen Sicherheitsbuchsen zum Einsatz, die sich allerdings eher dadurch auszeichnen, daß sie für Standard-Bananenstecker einfach zu eng sind und klemmende Stecker zur Folge haben. Dafür bietet 325 DLBN als einziges Gerät im Test zwei Festspannungsausgänge 5 V und 12 V, die mit jeweils 500 mA belastbar sind. Kurzfristig liefern die integrierten Stabis bis 1 A.



### Hewlett-Packard E 3611 A



Hewlett-Packards Laborstromversorgung ist in Kunststoff gewandt. Das hätte man hier eher nicht erwartet. Es zeigt sich aber, daß dies aus Gründen wie Handling, Fertigung und Design eine adäquate Wahl ist. Die befürchteten thermischen Probleme, die man automatisch unterstellt, kennt das E 3611 A nicht. Es bleibt mit Abstand das kühlestes Gerät im Test. Daran ist außer dem großzügig dimensionierten Alu-Druckgußkühlkörper auch die nur geringe Ausgangsleistung 'Schuld'. Die Verdrahtung hat man durch eine große aufgeräumte Basisplatine weitestgehend eliminiert. Eine weitere Baugruppe ist die in SMD gefertigte Anzeigeeinheit, die über ein Flachbandkabel Anschluß findet. Alles in allem ein sehr aufgeräumtes Design.

Eine Betrachtung des Ausgangssignals unter statischer und dynamischer Last bescheinigt dem HP ein exzellentes Verhalten – das beste im Test. Statt der Maxime 'Viel hilft viel' zu folgen, haben sich die HP-Ingenieure offensichtlich bewußt in jeder Hinsicht beschränkt. Daß die Maschine dabei mit nur drei OpAmps für

Spannungs- und Stromregelung auskommt ('is' ja nichts drin'), ist vielleicht gerade der Schlüssel für das gute Verhalten. Als Leistungstransistoren kommen MOSFETs zum Einsatz.

Den ausgewiesenen Spannungsbereich (0...20 V bei 1,5 A) kann man bis weit über 35 V auffahren. Die dann nicht mehr arbeitende Spannungsregelung zeigt das E 3611 A zwar durch das Verlöschen der CV-LED an, liefert aber munter weiter und wird bei hohen Strömen dann natürlich unsauber im Ausgang. Hier hätte eine Begrenzung des Spannungsbereichs Abhilfe geschaffen. Im zweiten Bereich (0...35 V, 0,85 A) tritt der Effekt wegen der früher greifenden Strombegrenzung natürlich nicht auf. Es bleibt zu betonen: innerhalb der Spezifikationen arbeitet das HP absolut einwandfrei!

Auf heftige Kritik stießen allerdings die beiden roten Klemmen für Plus- und Minus-Ausgang, während die GND-Klemme in schwarz (statt grün) gehalten ist. Fehlsteckungen sind vorprogrammiert und während des Tests mehrfach vorgekommen. Dafür verfügt das HP als eines der wenigen Geräte über eine Stromeinstell Taste (Current Set). Zur Beschreibung der Dokumentation genügt der Satz: An ihr können sich alle Mitbewerber ein Beispiel nehmen.

### Inter-Mercador PS-3030 D

Das Monacor PS-3030 D von Inter-Mercador weist eine umschaltbare Digitalanzeige für Spannung und Strom auf, die über einen getrennten Meßein-



Viel Platine oder viel Draht: Zwei Extreme, wie ein Netzgerät konstruiert sein kann, zeigen das HP E 3611A und das Monacor PS-3030D.



gang auch als Voltmeter für externe Spannungen genutzt werden kann. Die Ausgangsspannung des Gerätes ist stufenlos von 0...30 V einstellbar, die Strombegrenzung von 50 mA bis 3,2 A.

Um die Verlustleistung der Regelschaltung zu begrenzen, wurde auch hier eine relaisgesteuerte Umschaltung der Trafo-Sekundärspannung implementiert. Lediglich bei Lastfreigabe zeigt die Ausgangsspannung einen kleinen Überschwinger; bei Belastung schwingt die Ausgangsspannung aperiodisch ein. Insgesamt ist hier das Verhalten als durchaus gut zu bezeichnen. Das macht die etwas lieblose Gestal-

tung des Gerätes – von außen nicht eben eine Schönheit und innen ein Drahtverhauf – durchaus wett. Es zählen eben doch die inneren Werte, nur sieht man sie nicht. Gut reproduzierbar, aber allemal ärgerlich ist jedoch die Einschaltspitze in Form eines Peaks von zirka 1 V, die beim Einschalten auf den Ausgang durchschlägt.

### König PS-303



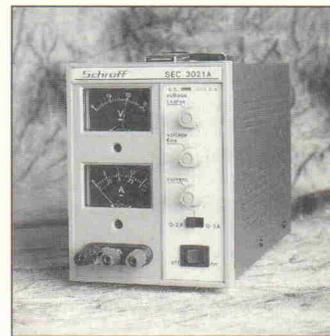
Das König PS-303 wird sich ebenfalls kaum für eine Designauszeichnung qualifizieren können. Wenn es uns auch nicht ansteht, das Styling der Geräte zu bewerten: Es sieht eher etwas hausbacken nach Großvaters Ba-

stelbank aus. Der äußere Eindruck täuscht jedoch wie so oft: Durch den innenliegenden Kühlkörper gibt es außen keine heißen Stellen, an denen man sich (wie bei anderen) die Finger verbrennen kann. Die Frontplatte ist groß und funktionell aufgeräumt, die Aufstellung dank der allseitigen Gehäuseelochung problemlos. Das PS-303 verfügt über einen Ringkerntrafo.

Besser noch als beim Monacor ist die Spannungsregelung. Im Lastwechseltest ist kaum noch ein Rest-Rechteck am Ausgang erkennbar, die statische Ausregelung ist noch besser. Auch hier: eine gute Leistung, die man von außen nicht erkennt.

### Schroff SEC 3021A

Nicht im eigenen Hause hergestellt ist das 'Netzgerät 1fach' von Schroff. Hier bedient man sich eines OEM-Produktes aus der Goodwill-Fertigung. Das Layout der übersichtlichen Frontplatte ist sehr aufgeräumt, eine leichte Identifikation der Bedienelemente vereinfacht die Handhabung des Gerätes. Der Strombereich ist in zwei Stufen



(0...1 A, 0...2 A) schaltbar. Im kleinen Bereich hat man so eine höhere Ablesegenauigkeit für den Strom. Mit 60 W Ausgangsleistung ist das Gerät mit dem Bolz TG 30/2 oder ELV PS 7030 in einer Leistungsklasse zu finden. Zum Anschluß der Last sind schraubbare Polklemmen vorgesehen, unter denen ein Kurzschlußbügel verschiebbar angeordnet ist – damit ist leicht zu bestimmen, welches Potential geerdet sein soll.

Das Regelverhalten des SEC 3021A zeigt eine gute statische Ausregelung, aber sehr starke Einschwinger. Trotz der mit zwei Relais in vier Stufen geschalteten Verlustleistungsbegrenzung muß der Regeltransi-

# KENNEN SIE DIE?

UNSERE NEUHEITEN. JETZT SEHEN VIELE ANDERE GERÄTE ALT AUS.

## IONEX

Unsere 3-stufige Falle für Metalle sollte heutzutage in keiner Leiterplattenfertigung fehlen! Filtration, Ionenaustausch und Neutralisation garantieren die Einhaltung der Grenzwerte für Schwermetalle im Abwasser. Das gereinigte Wasser kann in den Spülkreislauf der Ätzmaschine zurückgeführt werden.



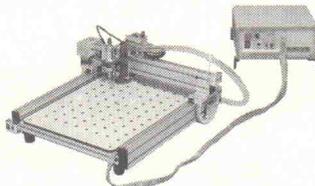
Bungard Elektronik · Rilke Straße 1 · 51570 Windeck

Tel. (0 22 92) 50 36 · Fax (0 22 92) 61 75



## CNC-BOHRMASCHINE BUNGARD CCD

Diese Maschine ist das Multitalent in unserem Programm. Sie ist komplett ausgestattet und einfach zu bedienen. Eine Bohrleistung von 18.000 Löchern/h und eine breite Anwendungspalette machen sie universell einsetzbar. Die Software gehört genauso zum Lieferumfang wie Schnellfrequenzspindel, Steuereinheit und Staubabsaugung. Nutzformat: 325x495 mm Optionen: Dosieren, automatischer Werkzeugwechsel, Isolationsfräsen.



electronica 94  
München  
08. - 12. November  
Halle 19  
Stand 19 G 01 / 7

## InstantCAM

VORSPRUNG PROGRAMMIERT

Sie entwerfen Ihre Leiterplatten mit einem CAD-System, und wollen einen Prototyp oder eine Kleinserie in Ätztechnik oder durch Isolationsfräsen produzieren?

Kein Problem!

Unsere CAM-Software liest Gerber-, HP/GL-, Bohr- und Fräsdateien. Einzelne Elemente oder ganze Lagen lassen sich drehen, spiegeln, verschieben oder editieren. In InstantCAM ist ein vollständiges Isolations-Fräseprogramm integriert. Es berücksichtigt die Breite des Gravierstichels und kann auch kupferfreie Flächen erzeugen.

Mit InstantCAM wissen Sie vorher, daß das Ergebnis stimmt.

InstantCAM läuft unter DOS auf AT-kompatiblen Computern.

InstantCAM optimiert Ihren Weg zur Leiterplatte - verpassen Sie den Anschluß nicht!

# BUNGARD

BEL

Ihr Weg zur Leiterplatte...

## Labornetzgeräte unter 750 DM

Hersteller/Vertrieb Gerät	1) A.S.T. TPS 2303	2) BEHA Uni watt NG303	3) Bolz TG 30/2	4) Conrad Digi 35 CPU	5) Dynatrade GPS1850A	6) EA EA 3013S	7) ELV PS 7030
Max. Ausgangs- spannung, nom. [V]	30	30	30	35	18	30	30
Max. Ausgangs- spannung, gem. [V]	32,2	30,5	30,4	34,95 <sup>1)</sup>	18,8	30,48	29,86 <sup>1)</sup>
Max. Ausgangsstrom, 3 nom. [A]	3	3	2	2,55	5	5	2
Max. Ausgangsstrom, 3,021 gem. [A]	3,1	3,1	2,15	2,52 <sup>1)</sup>	5,26	5,35	2
Feineinstellung Spannung	–	–	10-Gang	digital	vorh.	vorh.	–
Feineinstellung Strom	–	–	10-Gang	digital	vorh.	–	–
Instrumente	2 x Zeiger	1 x 3-stellig	1 x 3-stellig	2 x 3-stellig	2 x Zeiger	2 x Zeiger	2 x 3-stellig
Ausgangssp. [V] bei Einstellung auf 20/30 V	29,94	30	30,06	29,99	14,75 <sup>2)</sup>	29,88	20,0
Ausgangsstrom [A] bei Einstellung auf 2/3/5 A	2,98	3	2,02	2,019	4,97	5,12	2
Einstelltaste	–	–	–	vorh.	–	–	–
Strombegrenzung	–	–	–	–	–	–	–
Impulsspannung am Ausgang bei dyn. Bel. Effektiv [mV]	18,3	58,6	214	1070	41,1	30,3	27,5
Impulsspannung am Ausgang bei dyn. Bel. Spitze/Spitze [mV]	109,4	2270	2094	3310	156,3	118,8	515,6
Kapazität gegen Schutzleiter [nF]	222	0,46	0,71	1,3	0,24	0,63	0,69
Kapazität am Ausgang [µF]	233	11	104	102	423	1120	12
P Leerlauf [W]	6,5	9,3	8	6,8	13,3	17,6	15
P Last Eingang [W]	154	145	106	125	188	243	94
P Last Ausgang [W]	90	90	60	89	90	150	58
Wirkungsgrad	58,45 %	62,1 %	56,6 %	71,2 %	47,9 %	61,7 %	61,7 %
Powerfaktor	0,82	0,83	0,83	0,82	0,83	0,83	0,61
Crestfaktor Strom	1,98	1,9	1,81	1,91	1,91	1,93	1,44
Gehäuseaußen- temperatur bei 20 W Belastung	54	72	50	63	47	49	51
Gehäuse	Metall	Metall	Metall	Metall	Metall	Metall	Kunststoff
Trafo	Standard	Standard	Ringkern	Standard	Standard	2-Kammer	2-Kammer
Abmessungen B/H/T [mm]	128/152/302	182/139/246	71/138/218	151/126/277	130/160/299	260/126/215	277/94/214
Gewicht [kg]	4,8	4,9	2,7	3,9	5	6,1	2,9
Schaltplan im Lieferumfang	vorh.	vorh.	–	–	–	vorh.	vorh.
Prüfzeichen	–	–	–	–	–	–	–
Garantie	12 Monate	12 Monate	k. A.	12 Monate	k. A.	12 Monate	6 Monate
Preis inkl. MwSt.	336 DM	566 DM	667 DM	279 DM	396 DM	619 DM	250 DM
Sonstiges	–	Multimeterfunktion, auch als Bausatz erhältlich	–	RS-232-Schnittstelle, Timerfunktion	Zwei Strom- bereiche, Master/Slave- Betrieb, Serien- u. Parallelschaltung	–	auch als Bau- satz erhältlich

<sup>1)</sup> erreicht Nennwert nicht

<sup>2)</sup> anderer Endwert

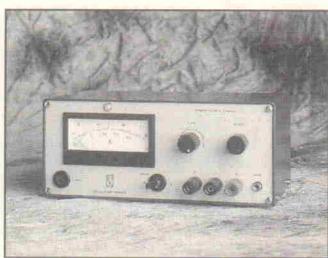
<sup>3)</sup> 49 W im 35-V-Bereich

stor ganz schön schwitzen; eine hohe Temperaturentwicklung ist die Folge. Durch die von uns gewählte Last haben wir mit 70 °C wohl gerade das Maximum erwischt; höhere Temperaturen traten auch in anderen Betriebszuständen nicht auf.

### Schulz E 030-1

Wenn man den Eintragungen auf den beiliegenden Schaltunterla-

gen trauen darf, dann stammt das Design des E030-1 (im Vertrieb



der Firma Schulz) aus dem Jahre 1978. Damals hat der Hersteller Delta-Elektronika die Fertigung aufgenommen. Ein echter 'Oldtimer' zwar, aber dabei mit regelungstechnischen Eigenschaften, die manch modernes Design erblassen lassen; wie die Kurven zeigen. Eigentlich schade, daß die Firma hierzulande doch noch relativ unbekannt ist. Daß die Holländer ihr Handwerk verstehen, wurde schon beim Test des

Labornetzgerätes von Delta in Schaltreglertechnik (ELRAD 2/93) offenkundig.

Eine steckbare Regelbaugruppe bestimmt die Eigenschaften dieses Gerätes, das in mehreren Spannungs-/Stromversionen gefertigt wird. Der zunächst etwas dürftig anmutende Aufbau (Rahmen mit darübergestülpter Gehäuseschale) erhält seinen Sinn, wenn man feststellt, daß

8) HGL 325 DLBN 30	9) HP E3611A 20(35)	10) Inter-Merc. PS-3030D 30	11) König PS-303 30	12) Schroff SEC 3021A 30	13) Schulz E030-1 30	14) Statron 3230D 32	15) Telemeter PL 330 32	16) Völkner TNG 35 30
31,39	30,74	29,6 <sup>1)</sup>	30,47	31,52	31,9	32,4	32,1	31,01
2,5	1,5(0,85)	3,2	3	2	1	3,2	3,1	2,5
2,87	1,58	3,24	3,06	2,09	1,2	3,31	3,12	2,59
–	10-Gang	–	–	vorh.	10-Gang	vorh.	vorh.	vorh.
–	10-Gang	–	–	–	–	vorh.	–	vorh.
2 × 3-stellig	U: 4-stellig, I: 3-stellig	1 × 3-stellig	2 × Zeiger	2 × Zeiger	1 × Zeiger	2 × 3-stellig	2 × 4-stellig	2 × Zeiger
29,8	30	19,99	29,84	30	30,12	29,81	30	30,25
2	1,5 <sup>2)</sup>	1,97	3	1,98	1,01 <sup>2)</sup>	3	3	1,97
–	vorh.	–	–	–	–	vorh.	vorh.	–
35,5	12,76	29,1	18,7	13,2	10,5	32,5	86,7	622
121,9	50	112,5	168,8	253	53,1	656,2	134,4	3016
0,47	201	0,5	45	0,26	11,3	0,37	0,44	0,6
473	229	102	81	227	245	201	100	120
6,2	8,1	14	3,3	14,5	5,3	8,9	15,3	2,9
112	56 <sup>3)</sup>	156	147	108	55	166	176	120
75	30	95	90	60	30	102	99	75
67 %	53,6 %	60,9 %	61,2 %	55,6 %	54,5 %	61,4 %	56,3 %	62,5 %
0,84	0,8	0,84	0,79	0,79	0,81	0,81	0,82	0,84
1,89	1,89	1,93	1,95	2	1,94	1,9	1,88	1,79
41	38	52	46	70	60	47	53	65
Metall 2-Kammer 153/145/243	Kunststoff Standard 212/88/318	Metall 2-Kammer 173/153/259	Metall Ringkern 146/225/243	Metall 2-Kammer 120/170/306	Metall Standard 224/98/178	Metall 2-Kammer 121/230/276	Metall Standard 160/176/297	Metall Ringkern 150/126/288
4,5	3,9	4,9	4,4	5,4	2,8	5	6	3,2
–	vorh.	–	vorh.	–	vorh.	–	–	–
–	CE 92	–	–	–	–	–	–	–
24 Monate 328 DM	36 Monate 746 DM	k. A. 230 DM	6 Monate 525 DM	24 Monate 552 DM	12 Monate 546 DM	k. A. 368 DM	12 Monate 679 DM	12 Monate 149 DM
Zwei Festspannungen 5 V/0,5 A und 12 V/0,5 A	Zwei Strom-/ Spannungs- bereiche	Multimeter- funktion		Zwei Strom- bereiche	Eingang für analoge Spannungssteuerung, halbes 19-Zoll-Format	Eurostecker, Gehäuse erdfrei	Sense-Eingänge	

sich zwei Geräte einfach zusammenschrauben, mit Rackwinkeln versehen und als 19"-Einschub benutzen lassen. Über einen Fernbedienungseingang (Gleichspannungseingang) ist die Ausgangsspannung der Geräte fernbedienbar.

### Statron 3230D

Während die Pulse beim Delta-Elektronika auf dem Scope



kaum auszumachen waren, reicht der Bildschirm in derselben Skalierung nicht aus, um die Spannungsschwankungen des Statron abzubilden. Eine Spitzenspannung von über 600 mV im Latwechselltest sichert dem 3230D aber nur eine Mittelfeldposition. Allerdings ist hier die Ausregelung doch deutlich schneller und präziser. Ein lackgekapselter 2-Kammer-Sicherheitstransformator sorgt

beim 3230D für die elektrische Sicherheit. Das Gerät verzichtet – trotz Metallgehäuse – nämlich auf einen Schutzleiteranschluß und bedient sich einer 2adrigen Netzleitung mit Eurostecker. Über die vordere Masse-Anschlußbuchse können die Geräte, so der Anbieter, bei Bedarf auf definiertes Potential gelegt werden. Auf Wunsch sei auch eine Versorgung über 3polige Schuko-Leitung möglich. Falls

man mal die Netzsicherung suchen muß; die findet sich beim Statron gut versteckt tief im Innern des Gerätes.

Die Bedienung des Statron 3230D ist einfach und funktionell. Zwei vierstellige LCD-Anzeigen mit jeweils zwei Potentiometern zur Grob- und Feineinstellung von Strom und Spannung sind gruppenweise auf der Frontplatte zusammengefaßt. Neben dem HP verfügt auch das Statron über einen Schalter zur Stromeinstellung. Der Ausgang ist auf stabile Polklemmen gezogen, die Gehäusebuchse vom Design her deutlich abgesetzt.

## Telemeter PL 330

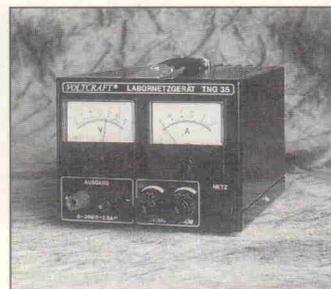


Als einziges aller hier vertretenen Geräte ist das PL 330 des britischen Herstellers Thurlby-Thandar Instruments (im Vertrieb von Telemeter) mit Sense-Eingängen ausgestattet. Durch eine Spannungsmessung direkt an der Last kann die Regelung auch auf der Zuleitung auftretende Verluste kompensieren. Normalerweise sind die Sense-Eingänge über Metallbrücken direkt mit den Hauptausgangsbuchsen gekoppelt; der angenehme Vorteil dieser Lösung ist dann, daß man über die doppelte Anzahl Ausgangsklemmen verfügt. Das ist manchmal ganz praktisch. Das große Gehäusevolumen des Gerätes kommt dadurch zustande, daß die Kühlkörper in das Gehäuse (unter die Haube) integriert sind. Auf diese Weise vermeidet man heiße Gehäuseaußenteile.

Zwei vierstellige Digitalmultimeter dienen zur Anzeige von Strom und Spannung. Eine aktive Stromregelung signalisiert das PL 330 durch vier blinkende Punkte im Display für den Strom. Da sich Digitalinstrumente nicht gut eignen, um schnellen Ist-Wert-Wechseln zu folgen, hat man eine Dämpfungstaste vorgesehen, mit denen die Trägheit der Anzeige verändert werden kann, um die Ablesung zu vereinfachen.

Durch die getrennte Grob- und Feineinstellung für Strom und Spannung ist auch das PL 330 leicht zu handhaben, und – das sei hier besonders hervorgehoben – die Einstellung geht bei diesem Modell wirklich sehr einfach und präzise! Allein dadurch konnte das Thurlby sofort einen positiven Eindruck für sich verbuchen. Die Regelung des Gerätes ist jedoch eher langsam. Zwar sind nur kurze Peaks zu verzeichnen, doch danach regelt sich das PL 330 langsam wieder auf den Soll-Wert ein. Bei schnellen Lastwechseln (1 kHz) bleibt daher ein beträchtliches Rechteck stehen. Damit ist das Gerät vorzugsweise für statische Stromentnahme geeignet.

## Völkner TNG 35



Das TNG 35 von Völkner – zur Conrad Gruppe gehörend – stammt ebenfalls aus der Voltcraft-Serie. Betrachtet man lediglich das Gehäuse, könnte man das TNG 35 als analogen Bruder des Digi 35 CPU von Conrad bezeichnen. Trotz erheblicher technischer Unterschiede ähneln sich die Probanden in ihrem Verhalten. Auch das TNG 35 zeichnet sich durch ein akzeptables Ein- und Abschaltverhalten aus. Statische Stromentnahme im mittleren Bereich ist ebenfalls problemlos. Sobald man das Gerät allerdings mit einer dynamischen Last konfrontiert, wird's ernst. Ein Blick auf die Diagramme zeigt die Folgen. Auch hier ist die Ursache eine ungenügende Stromversorgung des Reglers; der Ripple der Gleichrichterschaltung schlägt voll durch. Offensichtlich ist der Ringkerntrafo nicht in der Lage, genügend Regelreserve zur Verfügung zu stellen.

Die Vorgabe, die gewünschte Leistung bei einem so geringen Anschaffungspreis zur Verfügung zu stellen, zwingt noch an anderer Stelle zu Kompromissen. Die Bedienung ist eher umständlich, weil die Knöpfe sehr eng und zurückgesetzt

## Hersteller und Distributoren

- |   |  |
|---|--|
| 1) A.S.T.<br>Hagerthausen 7<br>85283 Wolnzach<br>☎ 0 84 42/67-1 20<br>☎ 0 84 42/67-1 11                         | 9) Hewlett-Packard GmbH<br>Schickardstr. 2<br>71034 Böblingen<br>☎ 0 70 31/14-63 33<br>☎ 0 70 31/14-63 36                  |
| 2) BEHA GmbH<br>In den Engematten 14<br>79286 Glöttertal<br>☎ 0 76 84/80 09-0<br>☎ 0 76 84/80 09-10             | 10) Inter-Mercador GmbH & Co. KG<br>Zum Falsch 36<br>28307 Bremen<br>☎ 04 21/48 65-0<br>☎ 04 21/48 84 15/16                |
| 3) Bolz electronic<br>Albstr. 8<br>73765 Neuhausen<br>☎ 0 71 58/47 50<br>☎ 0 71 58/6 19 10                      | 11) König Electronic GmbH<br>Steinstr. 1-5<br>64385 Reichelsheim<br>☎ 0 61 64/5 07-0<br>☎ 0 61 64/5 07-85/86               |
| 4) Conrad Electronic GmbH<br>Klaus-Conrad-Str. 1<br>92240 Hirschau<br>☎ 0 96 22/30-0<br>☎ 0 96 22/30-2 65       | 12) Schroff GmbH<br>Langenalber Str. 96-100<br>75334 Straubenhardt<br>☎ 0 70 82/7 94-0<br>☎ 0 70 82/7 94-5 05              |
| 5) Dynatrade Electronic GmbH<br>Schirmelbuschstr. 25<br>40699 Erkrath<br>☎ 0 21 04/3 11 47<br>☎ 0 21 04/3 57 90 | 13) Schulz-Electronic GmbH<br>Postfach 110118<br>76487 Baden-Baden<br>☎ 0 72 23/5 80 54<br>☎ 0 72 23/5 80 93               |
| 6) EA Elektro-Automatik GmbH<br>Helmholtzstr. 33-35<br>41747 Viernsen<br>☎ 0 21 62/3 78 50<br>☎ 0 21 62/1 62 30 | 14) Statron-elektronik GmbH<br>Ehrenfried-Jopp-Str. 59<br>15517 Fürstenwalde<br>☎ 0 33 61/6 97-0<br>☎ 0 33 61/6 97-2 20    |
| 7) ELV GmbH<br>Postfach 1000<br>26787 Leer<br>☎ 04 91/60 08-0<br>☎ 04 91/7 20 30                                | 15) Telemeter Electronic GmbH<br>Posthof 4<br>86609 Donauwörth<br>☎ 09 06/7 06 93-0<br>☎ 09 06/2 17 06                     |
| 8) Heinz Günther Lau GmbH<br>Kornkamp 32<br>22926 Ahrensburg<br>☎ 0 41 02/4 23 43<br>☎ 0 41 02/4 34 16          | 16) Völkner Electronic GmbH & Co.KG<br>Marienberger Str. 10<br>38095 Braunschweig<br>☎ 05 31/28 82-0<br>☎ 05 31/28 82-1 75 |

unter den Instrumenten angebracht sind. Ablesung und Einstellung nach Instrument ist auch nicht so einfach, wie dies auf den ersten Blick scheint. Die vermeintlichen Spiegelskalen sind gar keine: ein silberfarbener Aufdruck soll den Spiegel ersetzen.

## Fazit

Ist die Konstruktion einer Stromversorgung immer noch ein Buch mit sieben Siegeln? Das erscheint so, wenn man die breite Verhaltensvielfalt der getesteten Geräte betrachtet. Eigentlich sollte man erwarten können, daß die volle spezifizierte Ausgangsleistung sauber in jeder Betriebsart verfügbar ist. In dieser Leistungsklasse ist das lediglich ein Dimensionierungsproblem, und eine schwingfreie Regelung ist auch nicht allzu schwierig zu entwickeln. Ein Käufer steht vor

dem Problem, das reale Verhalten der Laborstromversorgung aus den publizierten Daten kaum entnehmen zu können. Was er wirklich gekauft hat, merkt er dann erst im harten Betrieb.

Sicherlich sind bei Laborstromversorgungen der unteren Preisklasse Abstriche zu machen. Für zweihundert Mark bekommt man eben keine Eigenschaften, die sich nur für tausend Mark realisieren lassen. Ein rundum gutes Verhalten kann man lediglich dem HP und dem Delta Elektronika von Schulz bescheinigen – allerdings sind das auch die Geräte mit der geringsten Nennleistung pro D-Mark. Einer guten Handvoll Probanden kann man bescheinigen, daß sie die Anforderungen an eine Laborstromversorgung auch im harten Laboralltag zufriedenstellend erfüllen. Für den großen Rest gäbe es da noch einiges zu tun. cf

# Kunstlehrer

Report: Rechnergestützte Lehrsysteme für die technische Ausbildung

Martin Klein

Lernsoftware gilt als Alternative zu langwierigen Schulungen und teurem Lehrpersonal, wobei preiswerte, gar multimediale Rechnerkonzepte menschliche Kostenfaktoren ersetzen sollen. Doch mancher zweifelt am Stil und den Fähigkeiten der synthetischen Lehrer, fürchtet sie gar als Omen zunehmender Unpersönlichkeit. Andere wiederum sehen Vorteile, arrangieren sich mit der Unterrichtsmaschine – sogar dann, wenn es 'nur' ein PC ist.



**C**BT, CUA, dezentrales Lernen, Selbstqualifikation, distance learning, interaktive Lernstation, Hypertext und Multimedia – Kürzel und Begriffe, die sich nicht nur zukünftige Generationen von Schülern, Azubis und Studenten merken sollten. Auch für die bereits Berufstätigen, Techniker, Entwickler, Servicepersonal gilt: Rechnergestützte Bildungskonzepte sind 'in' – je nach Einsatzbereich mehr oder weniger. Ob in der Schule, an der Universität oder im Rahmen betrieblicher Weiterbildung, Computer-based Training (CBT), zumindest aber die computerunterstützte Ausbildung (CUA), liegt im Trend – vor allem, da sie dem allgegenwärtigen 'lean budget' in Wirtschaft, Industrie und Bildungspolitik entgegenkommt.

Der folgende Beitrag befaßt sich mit den Chancen, Schwierigkeiten, Vor- und Nachteilen

von CBT, CUA und ähnlichen rechnergestützten Lernsystemen für technische Berufsfelder wie die Elektro-, Meß- oder Regelungstechnik. Da bereits dieser Markt recht unüberschaubar ist und eine große Bandbreite unterschiedlicher Philosophien, Leistungsklassen und Hardwarekonzepte aufweist, stehen hier vor allem Systeme für den verbreiteten, weil preiswerten IBM-kompatiblen PC im Vordergrund.

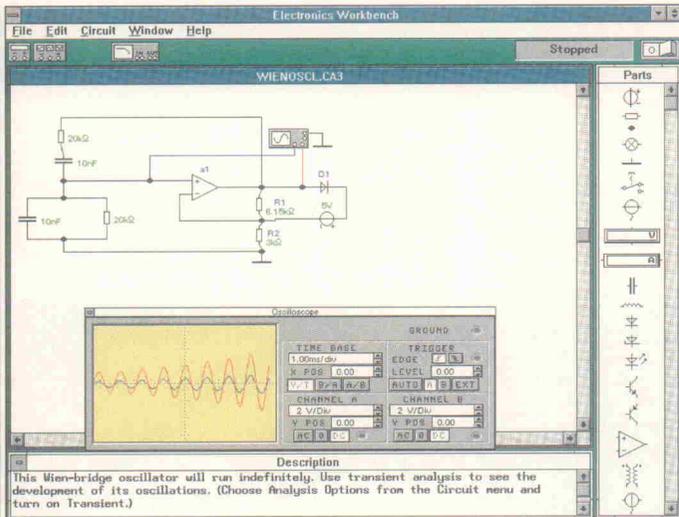
## Konjunktur

Typische Vorreiternationen wie die USA oder Japan sind bezüglich ihrer computertechnischen Errungenschaften natürlich auch in der Allgemein- und Fachbildung mal wieder 'viel weiter'. Obwohl mittlerweile selbst das didaktisch eher konservative Deutschland den Computer als Standardwerkzeug in der Bildung halbwegs akzeptiert, hinkt hier die Verbreitung rechnerge-

stützter Ausbildungssysteme ziemlich hinterher.

Als sich 'der Rechner' im Bildungsbereich durchzusetzen begann, vermuteten Anbieter von Schulungsequipment hier zu Recht eine Marktlücke. So sahen zum Beispiel Lehrbuchverlage ihre Chance, Alternativen zu bedrucktem Papier in ihr Programm aufzunehmen. Aber: schon geht der Trend wieder weg vom allgemeinbildenden Home Teaching, den PC-Disketten in buchähnlicher Plastikhülle.

Die 'Bookware mit Diskette', Lernprogramme fürs traute Heim, der automatisierte Nachhilfeunterricht für die lieben Kleinen und diejenigen, die ihren Feierabend beruflichem Fortkommen durch selbstverordnete Weiterbildung am PC opfern – es gibt sie noch, aber ihre Blütezeit, wenn es sie in der Bundesrepublik jemals gab, ist bereits wieder vorbei.



**Bild 1. Meßgeräte und Testschaltungen simuliert die Electronics Workbench – Einbindung in CBT möglich.**

nischen Berufsfeldern zu beobachten. Hier ist zum Beispiel das automatisierte Training in Form von Selbstlernprogrammen für den Umgang mit Datenbanken, Textverarbeitungs- oder Kalkulationsprogrammen verbreitet.

**Dornröschenschlaf**

Die Bandbreite der Bildungsinstitutionen, die CBT- oder CUA-Systeme feilbieten oder sie in eigenen Ausbildungsveranstaltungen verwenden, ist auch im deutschsprachigen Raum erstaunlich groß [2]. Erstaunlich deshalb, weil die Anzahl der Anbieter offenbar im Gegensatz zur allgemeinen Informationslage steht: Zwar kann sich fast jeder etwas unter CBT vorstellen, nur wenige wissen jedoch, wo ihrem Fachgebiet entsprechende CBT-Produkte zu beschaffen oder zu begutachten wären.

Dieses 'Mißverhältnis' zwischen Dienstleistern und Produktanbietern auf der einen sowie potentiellen 'Konsumenten' auf der anderen Seite liegt sicherlich nicht zuletzt an der noch immer verbreiteten kon-

Nicht, daß hierzu generell keine Nachfrage bestünde. So treibt zum Beispiel der renommierte Verlag Addison-Wesley mit Erfolg am Fachbereich Informatik der Fernuniversität Hagen entwickelte CBT-Kurse auf PC-Basis, die Themen wie C-Programmierung, Netzwerke, Unix oder Bürokommunikation behandeln. Doch für das Gros der CBT-Anbieter ist jetzt Klotzen statt Kleckern angesagt – und zwar nicht für die wenig flexiblen allgemeinen Bildungsbereiche.

Wenn es irgend geht, stürzt man sich lieber auf Kunden aus dem umsatzschwangeren Genre der berufsspezifischen Weiterbildung: dezentralisierte, von jedem nutzbare Selbstlernstationen, gespickt mit einer ganzen Fülle hochspezieseller Informationen, direkt vor Ort am Arbeitsplatz. Schulungen ohne Lehrer, zumindest aber ohne großen Zeitaufwand, der die kostenintensive Freistellung von Personal bedingt. Alles kein Problem – die Lösung heißt firmeneigenes, maßgeschneidertes CBT für die Industrie. Soweit die Theorie.

**Spezialisten**

Vor einem Urteil über die aktuellen Trends rechnerunterstützter Lehrkonzepte, die sich speziell in technischen Ausbildungsbereichen nur selten vollständig auf das vielzitierte Computer-based Training verlassen, sollte man einige Besonderheiten bedenken:

Zum Beispiel darf für die Technikausbildung, etwa im Vergleich zu kaufmännischen Berufen, von einer relativ großen Affinität zu Computersoftware und -hardware ausgegangen

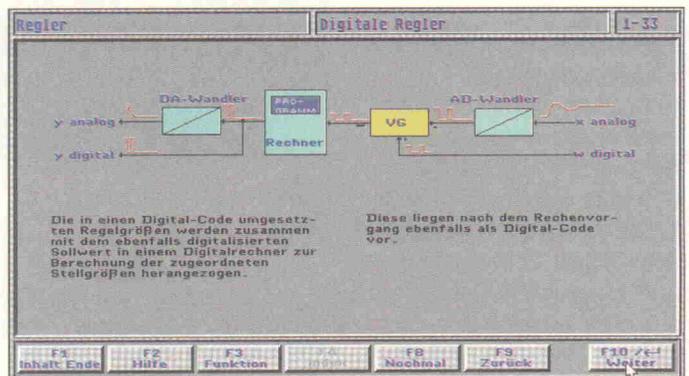
werden. Innerhalb der Ausbildung sollten Akzeptanzprobleme gegenüber dem Rechner bei Berufsgruppen wie Elektronikern, Programmierern oder Meßtechnikern deshalb deutlich seltener anzutreffen sein als in nicht-technischen Berufszweigen. Zudem ergibt sich durch praxisbezogene Aus- und Weiterbildungsinhalte technischer Berufsfelder ganz automatisch die Erfordernis, Labor- und Versuchsinstrumente sowie PCs und sonstige Computersysteme beim Lernen zur Verfügung zu haben. Die Konfrontation mit dem Rechner ist hier also nichts Außergewöhnliches.

So könnte man glauben, im technischen Bereich wären computerbasierte Lehrsysteme am weitesten verbreitet. Doch lassen sich auch hier die zum Selbstlernen geeigneten CBT-Programme kaum in den Vordergrund rücken. Im Gegenteil: insbesondere in der Praxisausbildung kommen nur wenige rein softwarebasierte Unterrichtswerkzeuge zum Einsatz. Rechnerunterstützung ist zwar verbreitet, der Computer ist aber im Regelfall nur Teil eines ganzen Pools fachspezifischer Hardwareausstattung wie Meßgeräte, Versuchsbaukästen, mechanische Labormodelle und ähnliches.

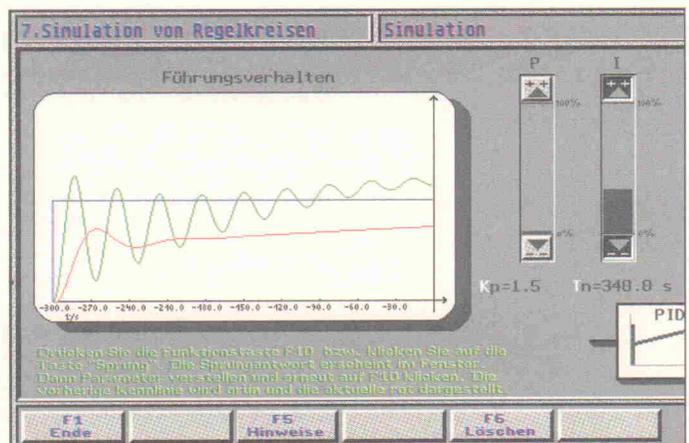
Philosophien wie die computerunterstützte Ausbildung zur 'Praxissimulation' oder das 'systemnahe Lernen' sind hier eher anzutreffen. Letzteres bedeutet in der Grundlagenausbildung ungefähr soviel wie ein Unterricht anhand desjenigen technischen Materials, das später in der Berufspraxis auch wirklich anzutreffen ist. Die Hardwareausstattung dafür ist jedoch oft zu teuer, als daß sie ganzen

Schülergruppen in ausreichender Menge zur Verfügung zu stellen wäre. So greift man hier lieber auf 'virtuelle Lösungen' zurück. Ein Beispiel hierfür ist die Electronic Workbench der Firma Com Pro, 70178 Stuttgart, ein Tool zur Simulation analoger und digitaler Elektronikschaltungen (Bild 1).

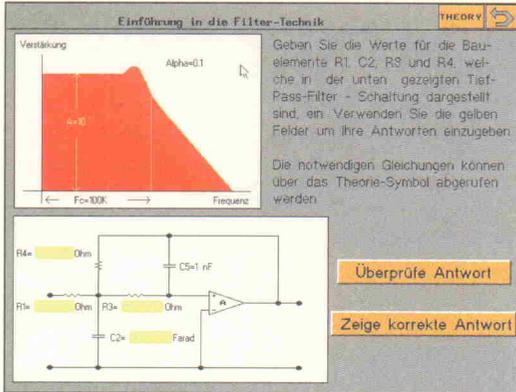
Praxisnahes Lernen mit dem Computer läßt sich natürlich dort am besten realisieren, wo das Ziel der Lehrbemühungen, also die berufliche Aufgabenstellung, bereits auf Rechneranwendungen und den Umgang mit Computersystemen ausgerichtet ist. So sind CUA und CBT besonders in Bereichen wie der Programmierung, dem Softwareanwendertraining, der Rechnervernetzung, CAD, Konstruktion und ähnlichem anzutreffen. Derartige Gegebenheiten sind außerhalb der Technik vor allem in kaufmänn-



**Bild 2. PC-Training von Siemens – Grundlagenwissen, zum Beispiel für die Regelungstechnik.**



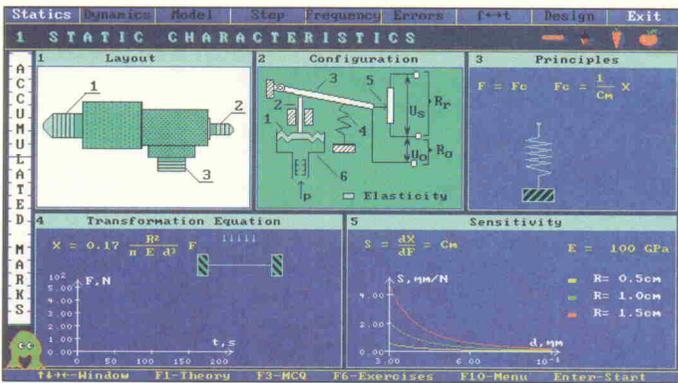
**Bild 3. Schulung interaktiv – 'klassisches' CBT ersetzt Praxisexperimente durch Simulationen.**



**Bild 4.** Neues Elektronik-CBT von COM Pro – mit Authority am PC entwickelt.



**Bild 5.** Acht-Stufen-Lehrplan der Akademie für CBT – nicht nur Schulung am Rechner.



**Bild 6.** Sensor Dynamics CBT aus Rußland – viel PC-Grafik und Animation im virtuellen Lernlabor.

servativen Art des Lernens und Lehrens. Mitunter vermitteln Ausbilder, Pädagogen und Didakten, aber auch die Entwickler und Vertrieber von Lehrsystemen einen entrückten, etwas eigenbrötlerischen Eindruck. Man bleibt offenbar gerne unter sich – zumindest in 'klassisch-professionellen' Bildungsbereichen wie der schulischen Ausbildung oder der handwerklichen Berufsqualifikation.

Natürlich ist die Verbreitung neuer Lehrkonzepte auch eine Investitionsfrage. Chronischer Geldmangel ist nichts Neues, nicht an Fachhochschulen, nicht an Universitäten und schon gar nicht bei den 'darunter gelegenen' Bildungseinrichtungen. Zudem sorgen behördenähnliche Strukturen nicht nur hier für langwierige, unflexible Anforderungs- und Genehmigungsverfahren bei der Beschaffung neuer Ausstattung. So liegt nicht selten der Gerätepark von Ausbildungseinrichtungen einige Generationen hinter dem zurück, was aktuell im entsprechenden Berufsfeld angesagt ist – und das gilt auch für die Rechnerausstattung.

Ein wenig anders sieht es da im industriellen Bereich der betrieblichen und berufsbegleitenden Weiterbildung aus. Und dafür gibt es gute Gründe: Zum

einen hängt die Produktivität eines Unternehmens nicht unerheblich von einer zeitgemäßen Qualifikation der Mitarbeiter ab. Zum anderen zählen vor allem größere Firmen häufig sowohl zu den Produzenten neuer, erläuterebedürftiger Technologien als auch zu den größten Berufsausbildern. Bedarf an aktueller Schulung mit rationalen Mitteln ergibt sich somit fast zwangsläufig, beim eigenen Personal und beim Kunden. So ist zum Beispiel bei Siemens, als einem der großen Anbieter von Automatisierungstechnik, 'klassisches' CBT für die Grundlagenausbildung in der SPS- und Regelungstechnik erhältlich (Bilder 2 und 3). Herausgegeben vom konzerneigenen Training Center, sind sie nicht zuletzt ein Produkt hoher Investitionsbereitschaft in puncto Ausbildung.

An diesem läßt sich auch festmachen, warum etliche der Lehrsystemanbieter von der Allgemeinbildung zum Weiterbildungsmarkt drängen. Hier gibt es größere Potentiale, mehr Bedarf und – nicht zuletzt – kürzere Fluktuationszeiten, sprich: mehr Umsatz mit der Bildungstechnik. Schließlich können sich nur wenige Industriezweige Personal mit überholtem Know-how leisten.

## Mischsysteme

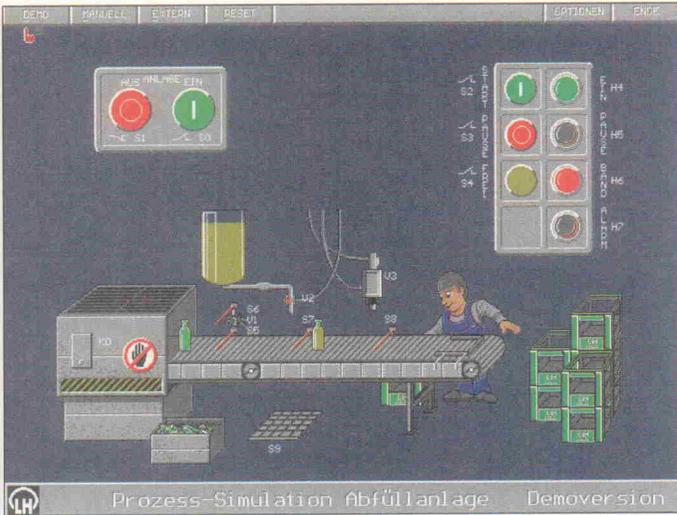
Zwar ist heute in der Ausrüstung jedes besseren Unterrichts labors Rechnerhardware zu finden, doch laufen darauf relativ selten CBT-Anwendungen. Die Eignung einer Software als Lehrsystem ist hier kaum an ihrer Konzeption gemäß oder entgegen den Anforderungen an 'echtes' CBT festzumachen. Wichtig ist, daß die Software dem Anwender Problemstellungen aufgibt und Lösungen verständlich macht, ohne ihn zu überfordern oder zu langweilen. Im technischen Bereich kommen Lehrprogramme deshalb meist mit zusätzlicher Hardware, Laborinstrumenten, Signalgebern und ähnlichem zum Einsatz. So bieten namenhafte Lieferanten von Schulungsequipment gleich eine ganze Reihe umfangreicher, modular aufrüstbarer Lehrsysteme mit Experimentierhard- und -software an (Bild 10).

Erheblichen Anteil an den didaktischen Fähigkeiten solcher Lehrkombinationen haben der Praxisbezug, die gebotenen Möglichkeiten zu gemeinschaftlichen Arbeiten (z. B. Mehrplatzsysteme) sowie vor allem die begleitenden Informationen, anhand derer der Anwender an das 'Lernequipment' und die eigentlichen Übungsaufgaben herangeführt wird. Da bietet es sich an, gleich auf Hardware und Rechner zurückzugreifen, die sowieso Teil des Lerninhaltes sind. Wer den Umgang mit einem Oszilloskop erlernen muß, tut dies nun einmal am besten, indem er ein Oszilloskop benutzt. Allerdings ist gerade für dieses Gebiet eine ganze Reihe rechnerbasierter Alternativen verfügbar, weil

sie oft preiswerter und schwerer zu zerstören sind.

Als Lehrsysteme für die Meß-, Steuerungs- oder Regelungstechnik sind vor allem Simulations- und Datenerfassungsprogramme stark verbreitet. Hierzu zählt beispielsweise WinLab Pro, eine didaktisch aufbereitete Software zur Visualisierung industrieller Prozesse von Graf Elektronik, 87406 Kempen (Bild 8). Auch allgemein gibt es für diese Bereiche mit Abstand das größte Angebot zum Thema Unterrichtshard- und -software. Solche Systeme lassen sich aber nur selten dem CBT zuordnen, sondern zählen allenfalls zu den 'rechnerunterstützten' Tools. Offensichtlich ist der Aufwand zu groß, der für die didaktisch geschickte Aufbereitung einer ansonsten industriell eingesetzten Software zum selbsterläuternden und interaktiven Lehrprogramm erforderlich wäre.

Also sind häufig 'Mischlösungen' anzutreffen. Etwa ein dem industriellen Bereich entliehenes Meßtechniktool zur Simulation, Datenerfassung und -präsentation, ausgestattet mit vorgefertigten Unterrichtseinheiten in Form von Beispielapplikationen und erläuternder Paperware. Gibt es für das Ganze noch zusätzlich katastrophensichere, schulungsgerechte Hardwareschnittstellen wie Sensor-Interfaces, Meßwertfassungskarten und ähnliches, läßt sich daraus im Prinzip ein komplettes, rechengesteuertes Ausbildungslaboratorium zusammenstellen. Mit CBT im eigentlichen Wortsinn hat dies allerdings nur wenig gemein.



**Bild 7. Prozeßsimulation mit externer Hardwareschnittstelle – Interaktion und animierte Grafik von Leybold.**

hebliche Man Power. Umfangreiche Selbstlernprogramme beschäftigen nicht selten einen ganzen Stab an spezialisiertem, kostenintensivem Fachpersonal. Trotzdem lohnt sich dieser Aufwand offensichtlich – zumindest für finanzstarke große Industriebetriebe. Hier sind Lernzentren, vernetzte Lernstationen und spezielle Lernprogramme mehr und mehr im Kommen. So leisten sich beispielsweise Firmen wie Siemens, AEG, VW oder Audi bereits seit Jahren Schulungszentren und produktionsnahe CBT-Systeme. Zu finden sind dabei meist auch

Programme für den PC, jedoch wohl vor allem deshalb, da dieser in fast jedem Arbeitsbereich bereits vorhanden ist.

Auch die schweizer ELCO Energiesysteme AG entwickelte sich unlängst für ihre Servicemitarbeiter ein interaktives, grafisch gestütztes Lehrprogramm auf Basis einer vollständigen funktionellen Simulation der neuesten hauseigenen Regelsysteme. Ein Risiko solcher Investitionen ist die Tatsache, daß mit einem neuen Produkt fast automatisch auch ein neues Lernsystem fällig wird. Modulare, in Teilen ausbaubare CBT-Konzepte dürften deshalb in Zukunft zu den Rennern am Markt gehören – setzen aber wiederum sehr flexible Entwicklungswerkzeuge voraus.

Durch die allgemeine Bestrebung der Industriefirmen, Alter-

Und: Mit der berufs- oder produktbegleitenden Fortbildung der eigenen Kunden läßt sich Geld verdienen. Dies ist einer der Unterschiede, beispielsweise zu schulischen, öffentlich finanzierten Berufsbildungskonzepten, denn diese kosten Geld, bringen dem Initiator in der Regel aber nur selten wieder welches ein.

**Kalkulationen**

Wenn eine CBT-Software für bestimmte Ausbildungsbereiche wirklich selbständiges Lernen ohne zusätzliche Betreuung ermöglicht und die Programmgestaltung gleichzeitig vom Benutzer akzeptiert wird, ergeben sich hierdurch einige Vorteile für den, der das Ganze finanziert:

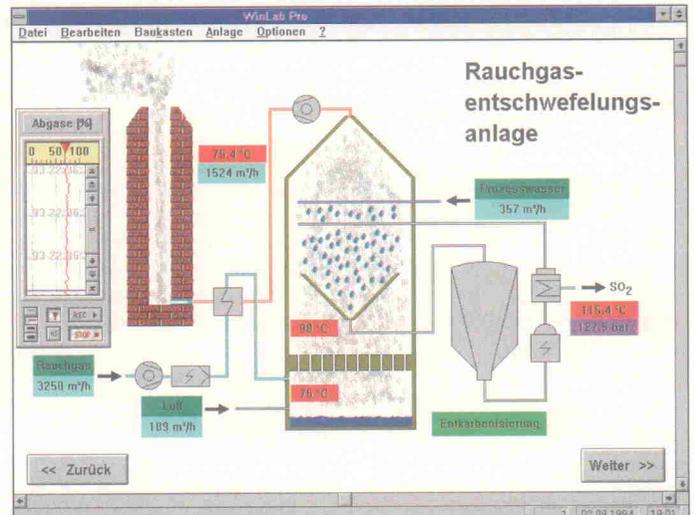
Da wäre zunächst die Kostenreduzierung durch Einsparung von Lehrpersonal. Zudem führt ein motivierend gestaltetes CBT-Konzept und spielerisches Lernen zu schnelleren Lernerfolgen. Außerdem kann der Anwender lernen, wann er will. Im Gegensatz zu Gruppenschulungen läßt sich mit CBT der Unterricht auf die Terminlage des Lernenden abstimmen und nicht umgekehrt. So versprechen die Verfechter des CBT auch verkürzte Ausbildungszeiten und ein gegenüber herkömmlichen Methoden effektiveres Lernen allgemein – unter dem Strich also zusätzliche finanzielle Ersparnis. Speziell im technischen Bereich kommt noch die Schonung kostspieligen Laborequipments durch Verwendung simulierter, nur virtuell im Rechner existierender Geräte und Anlagen hinzu.

Aber die Herstellung fachspezifischer CBT-Lösungen ist aufwendig. Zur Entwicklung zeit-

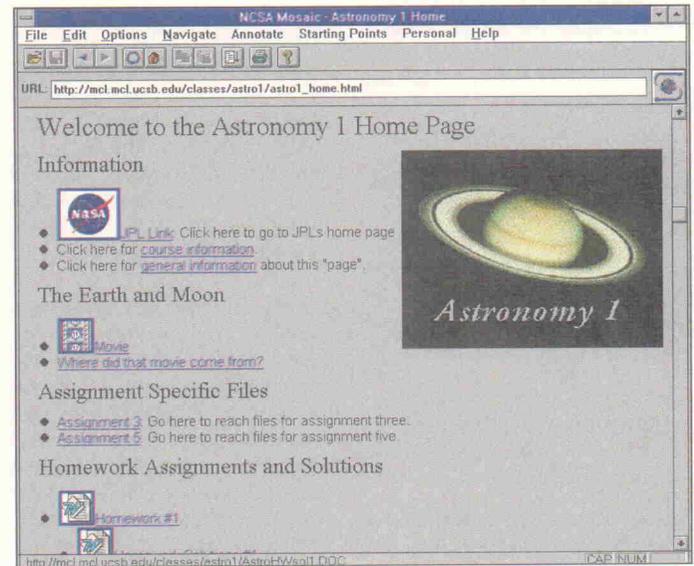
gemäß und konkurrenzfähiger Programme sind flexible und vor allem leistungsfähige Autorensysteme nötig, die trendgerechte multimediale Anwendungen erzeugen und trotzdem kurze Entwicklungszeiten ermöglichen. Ein Beispiel für die PC-gestützte CBT-Entwicklung ist das Authority-Programmpaket der US-amerikanischen Firma Interactive. Es unterstützt CBT-Autoren mit grafischer Arbeitsoberfläche, Datenverknüpfungen über Programmflußpläne und eine eigene Autorensprache. Unter anderem entwickelt Distributor Com Pro mit Authority derzeit ein eigenes umfangreiches Elektronik-CBT, das bis zur Interschul Ende Januar kommenden Jahres verfügbar sein soll (Bild 4).

Spätestens jedoch wenn Hyper-Text oder gar Hypermedia ins Spiel kommen, ist CBT auf Basis von IBM-PCs oft nur noch schwer zu realisieren. Zu große Datenmengen gilt es zu verwalten, zu lange Reaktionszeiten bei der interaktiven Programm Benutzung lassen schon vorab einen schlechten Akzeptanzgrad beim Anwender erwarten. Der Griff zur Workstation oder vergleichbar leistungsfähiger, betriebsweit vernetzter Hardware scheint da oft sinnvoller. Zwar ist hier der Grundaufwand für Entwicklungstools und die Erstellung eines CBT oft noch höher als bei PC-Applikationen, doch bieten derartige Lösungen etwa hinsichtlich zukünftiger Multimedia-Funktionalität deutlich mehr Leistungsreserven – was Investitionen auch längerfristig kalkulierbar macht.

Allgemein erfordert die Realisation von CBT-Programmen er-



**Bild 8. Virtuelle Industrietechnik mit WinLab – professionelle Prozeßvisualisierung didaktisch aufbereitet.**



**Bild 9. Studienkurs per 'World Wide Web' – Multimedia im Computernetz.**

Quelle: MCL, University of California, Santa Barbara, USA

## Trends

Mit neuen Kommunikationsmedien ergeben sich auch im Bildungsbereich neue Möglichkeiten. Vorreiter bei der Nutzung aktueller Medientechnik in der Ausbildung sind vor allem Universitäten und Hochschulen. Zum einen, da man sich hier je nach Fachbereich mit der Entwicklung von Computersystemen, Software, Pädagogik und etlichen anderen bildungsrelevanten Gebieten befaßt. Zum anderen sicherlich, weil die Studenten ein großes Nutzerpotential für neue Lehrmedien darstellen.

So bieten beispielsweise etliche, meist US-amerikanische Universitäten, aber auch industrielle Forschungsinstitute Programme und Studieninformationen über das sogenannte 'World Wide Web' an. Hierbei handelt es sich um ein weltweites und multimediales

Konzept für den Online-Zugriff auf Datenserver verschiedenster Anbieter im Netzwerkverbund Internet.

Die Ausbildungsunterstützung über solche Netzwerkdienste steckt derzeit noch in den Kinderschuhen. Brauchbare Konzepte wie der Astronomiekurs, den die Universität of California in Santa Barbara ihren Studenten über WWW zur Verfügung stellt, sind aber bereits vorhanden (Bild 9). Neben vorlesungsbegleitenden Übungsaufgaben und Tests werden hier auch erläuternde Videosequenzen geboten. Auch sind im WWW schon erste Informations- und Diskussionsforen zu Themen wie Autoren- und Programmiersysteme, Hypermedia oder die zukünftige Nutzung von Cyberspace-Applikationen für Bildungszwecke zu finden.

nativen zu unflexiblen und langsamen herkömmlichen Schulungsmethoden zu finden, tritt seitens der CBT-Anbieter die Auftragsentwicklung immer stärker in den Vordergrund. Firmen wie die Darmstädter Akademie für CBT bieten ihren Kunden individuelle, an die speziellen Bedürfnisse eines Betriebes angepaßte Softwarelösungen und komplette Schulungspakete an. Auch Standardsoftware, die Besuche externer Seminare seitens der Firmenmitarbeiter mittelfristig ersetzen soll, zählt zur Leistungspalette der Auftragsentwickler.

Der angebotenen Entwicklungstätigkeit liegt hierbei meist ein vorgefertigtes Basiskonzept zugrunde, das oft weit über die

eigentliche CBT-Erstellung hinausgeht und auch Punkte wie die innerbetriebliche Schulungsvorbereitung oder ähnliches abdeckt (Bild 5). Der Kunde wählt aus dem Konzept entsprechend seinem Investitionsvermögen mehr oder weniger viele Teile aus und gibt sie nach eingehender Beratung als betriebsexterne Arbeit in Auftrag. Der Aufwand hierfür ist allerdings beachtlich. So richtet sich zum Beispiel die Entwicklungszeit für ein CBT-Programm oft nach der vorgesehenen Anzahl an 'Lernstunden'. Kalkulationen zwischen drei bis sechs Mannmonaten pro CBT-Unterrichtsstunde oder Kosten zwischen einigen zehntausend bis mehreren hunderttausend Mark für die Auftragsentwicklung

## Man sieht sich ...

Im folgenden einige Veranstaltungstermine zu Themen wie Berufsbildung, Lerntechnologie, Multimedia und Kommunikation:

<b>Qualifikation 94</b>	27. bis 30. 9. 1994	Hannover
<b>LearnTec 94</b>	8. bis 10. 11. 1994	Karlsruhe
<b>Interschul 95</b>	30. 1 bis 3. 2. 1995	Hannover
<b>Didacta International 95</b>	20. 2 bis 24. 2. 1995	Düsseldorf
<b>TEKOM Fachtagung Technische Information in elektronischen Medien</b>	22. und 23. 6. 1995	München

# 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- and backnotation \* 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!

### Große Bibliothek mit IEEE/DIN Symbolen

### Übungsbuch Leiterbahnumfräsen mit Outliner 3.2

### Schaltungsentwicklung Platinenservice

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,-	
	Outliner 3.2 (Leiterbahnumfräsen)	DM 298,-	

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

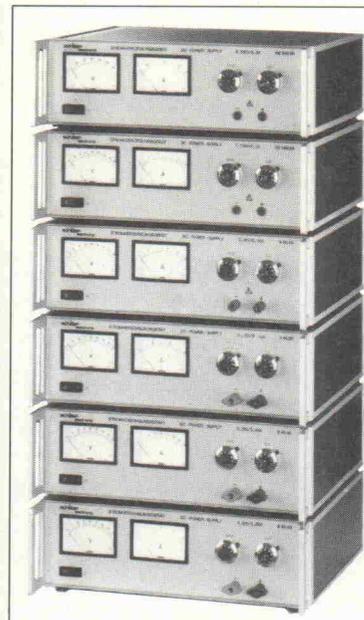
Harald Friedrich Dipl. Wirtsch. Ing (TH)

Fuldaer Straße 20 D-36124 Eichenzell  
Tel.: (0 66 59) 22 49, Fax.: (0 66 59) 21 58

**schiller electronic**

Stromversorgungsgeräte  
DC-Power-Supplies

## Labornetzgeräte in 19"-Ausführung für Tisch- und Rackeinsatz



### Modell

<b>V 20.20</b>	0 ... 20 V/0 ... 20 A
<b>V 40.10</b>	0 ... 40 V/0 ... 10 A
<b>V 40.20</b>	0 ... 40 V/0 ... 20 A
<b>V 40.30</b>	0 ... 40 V/0 ... 30 A
<b>V 30.40</b>	0 ... 30 V/0 ... 40 A
<b>V 80.05</b>	0 ... 80 V/0 ... 5 A
<b>V 80.10</b>	0 ... 80 V/0 ... 10 A
<b>HV 160.50</b>	0 ... 160 V/0 ... 5 A
<b>HV 250.50</b>	0 ... 250 V/0 ... 5 A
<b>HV 320.30</b>	0 ... 320 V/0 ... 3 A

**Schiller electronic GmbH**  
Badhausweg 14 D-76307 Karlsbad  
Telefon 0 72 48/80 81 Telefax 59 93

kompletter kundenspezifischer Ausbildungskonzepte sind keine Seltenheit.

## Verlustängste

Man sollte meinen, wenn mit CBT und CUA trotz allem immer noch etwas einzusparen ist, dann wären solche etatenschonenden Argumente Grund genug für eine rigoros zunehmende Verbreitung. Doch nicht nur die Einkäufer und die Benutzer von CBT oder CUA müssen den Rechner als Instruktiionsgeber akzeptieren. Auch das Lehrpersonal ist zum Umdenken gezwungen – und davon längst nicht immer begeistert.

Nicht ganz unberechtigt, sieht mancher Ausbilder zunächst einmal seinen Arbeitsplatz durch CBT-Konzepte gefährdet oder zumindest in seiner bisherigen Form in Frage gestellt. Darüber hinaus gibt der Rechner im Unterricht neue Aufgaben bezüglich der Strukturierung und der inhaltlichen Planung verbleibender, weiterhin persönlich zu zelebrierender Ausbildungsteile auf. Vor allem in der Startphase des CBT-Einsatzes kommt dieser nicht unbedingt dem Prinzip 'didaktischer Vorratshaltung' entgegen, das sich nach wie vor einige Ausbilder und Schulungsleiter bei der Vorbereitung von Unterrichtseinheiten zu eigen machen.

Vor allem in Grundlagenfächern, bei der Vermittlung von Basiswissen, trifft man immer wieder auf dieselben Themenkomplexe, die zu oft und zu uniform aufbereiteten fachlichen Grundzüge, vorge-tragen in monotonem, aber wenig aufwendigem Einheitsstil. Doch gerade hier, beim ermüdenden, oft langweiligen

## Maschinenlehre

CBT-Programme bestehen aus mehreren, in sich abgeschlossenen und möglichst übersichtlich strukturierten Lerneinheiten. Hierbei ist es wichtig, daß der Anwender die Bearbeitungsgeschwindigkeit jeder Lerneinheit selbst variieren kann. Bei Selbstlernprogrammen sind zudem Vertiefungsübungen in Form interaktiver Aufgabenstellungen zu erwarten. Leistungsabfragen sollten prinzipiell dazu dienen, dem Programmbenutzer seine Schwächen plausibel zu machen, nicht aber dazu, ihn zu frustrieren oder zu verunsichern.

Ein wesentlicher Punkt, wenn man bedenkt, daß CBT-Programme im Idealfall ja ein selbständiges Arbeiten unterstützen und lustlose Benutzer vor dem Bildschirm so ziemlich jedes Lehrkonzept zu Fall bringen dürften.

CBT muß in jedem Fall mehr sein als der Buchersatz nach dem Motto: Tippen macht mehr Spaß als Blättern. Dazu gehört ein individuelles, zielgerichtetes Lernen. Vorab festgelegte Lernreihenfolgen oder die von langatmigen, schriftlichen Übungsaufgaben bekannte Monotonie sollten beim CBT nicht zu finden sein. Der Benutzer muß vielmehr aktiv mit dem Rechner arbeiten. Interaktive Lernprogramme bie-

ten hier den großen Vorteil, daß sie keine langweiligen Monologe vorlegen, sondern durch Dialoge und spielerisch präsentierte Aufgabenstellungen das Interesse am Thema aufrechterhalten.

Es gilt also, mit den vom Rechner gebotenen Mitteln Interesse zu erwecken. Leider gelingt dies vielen CBT-Produkten nur mehr schlecht als recht. Viele Programme nutzen längst nicht die Möglichkeiten zeitgemäßer Computertechnik – insbesondere, wenn es sich um Software für IBM-kompatible PC-Systeme handelt. Eines der positiveren Beispiele zu diesem Thema stammt, entgegen den üblichen, eher westlich gelegenen Bezugsquellen, von der Russischen IBT International Corporation in Samara. Mit ihren 'Sensor Dynamics' bietet die Firma mehrere CBT-Programme zu Druck-, Temperatur- und Schocksensorik an – mit Multiple-Choice-Tests und durchgängig animierter Grafik (Bild 6).

## Motivation

Selbst PC-Hardware bietet heute weit mehr als die monotonen Zeichenfolgen bernsteinfarbener Augenschänder von einst: Ausgestattet mit MS Windows und einer Multimedia-Erweiterung nebst Soundkarte, ist im Prinzip auch hier

ansprechend animierte Grafik mit Interesse weckender Beschallung realisierbar.

Multimedia ist das Zauberwort – längst nicht mehr nur bei Workstations, den Grafikterminals mächtiger Großrechenanlagen oder aufgemotzten Macintosh-Maschinen. Trotzdem ist es denkbar, daß PC-basierte Schulungskonzepte in der zukünftigen 'High-Tech'-Schulung eine eher untergeordnete Rolle spielen. Sie sind zunächst gegenüber leistungsfähigeren Rechnern durch die vergleichsweise bescheidenen Features momentan verbreiteter Betriebssysteme im Nachteil. Doch hapert es im wesentlichen an der Konzeption der aktuell angebotenen CBT-Software.

So dürften sich die meisten der Lehrprodukte für PCs kaum mit vertretbarem Aufwand auf den Leistungsstand der Ausbildungsprogramme technisch höher gelegener Rechnersysteme 'updaten' lassen. Vor allem die multimedialen Anforderungen an zukünftige Schulungssysteme setzen entsprechende Entwicklungs- und Autorensysteme voraus. Hierzu käme eine gewisse Investitionsbereitschaft, die sowohl bei den Entwicklern als auch bei den Käufern von CBT-Software vonnöten wäre. Das PC-CBT hat hier einiges aufzuholen.

Grundlagenunterricht, ergeben sich Chancen für die Rechner-technik. Denn: Wenig regt den Lernfleiß so an wie der Spieltrieb. Und mit Spielen haben

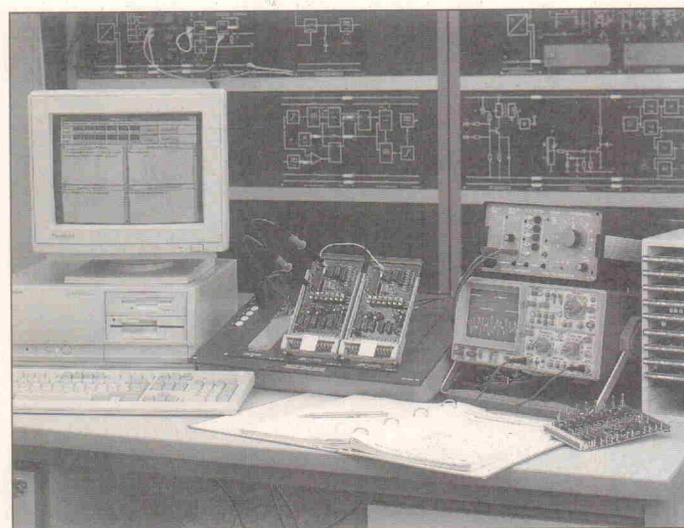
nicht nur der Computer selbst, sondern auch etliche CBT- oder CUA-Anwendungen durchaus etwas gemeinsam – auch oder gerade, wenn sie für die Erwachsenenbildung konzipiert sind. Ein gutes Beispiel hierfür gibt die Leybold Didactic GmbH mit den diversen, durch Animation unterstützten Simulations-Tools für ihr Ausbildungssystem Cassy (Bild 7).

Im übrigen wäre zu bedenken, daß offenbar ein nicht unerheblicher Teil der Gesellschaft bei einer ersten Konfrontation mit Computern an das Telespiel,

das Instrument für die Freizeitgestaltung, denkt. Der tatsächliche Stellenwert der Rechner-technik wird vielen vielleicht erst im Laufe ihrer Ausbildung klar – was mit einer der Gründe dafür sein mag, warum sich ein großer Teil der am Markt befindlichen Lernprogramme, zumindest der PC-basierten, vor allem mit der Grundlagenausbildung befaßt und vor weiterführenden Lerninhalten meist haltmacht. *kle*

## Literatur

- [1] Frank Möcke, *Lernen am Computer, Möglichkeiten und Grenzen des CBT*, c't 8/94, S. 132 ff.
- [2] ARGE f. Informatik München, G. Ternes + Partner (Hrsg.), *CBT-Multimedia-Atlas 1992/93*, CBT-Verlag, München 1992



Quelle: Lucas Nülle GmbH, 50170 Kerpen

**Bild 10. Modulares Experimentiersystem UNI-Train von Lucas Nülle – auch hier der Computer nur als 'Beiwerk'.**

## Unser Fertigungsprofil :

Einseitige Leiterplatten  
Doppelseitige Leiterplatten  
Flexschaltungen  
Multilayer  
Elektronische Prüfung im Haus  
CAD/CAM Station  
Eigener Fotoplotter

UL-Zulassung und  
ISO-9001 beantragt

...und alles  
made in Germany

## Thema Leiterplatten :

Sie verarbeiten Leiterplatten und suchen einen zuverlässigen Lieferanten, weil Sie selbst sehr zuverlässig sind ?  
Sie erwarten hochwertige Qualität, weil auch Sie hochwertige Qualität fertigen ?  
Sie schätzen eine gute technische Beratung, damit Sie auch zukünftig mit Ihren Produkten ganz weit vorn bleiben ?  
Sie erwarten aktiven Umweltschutz und zwar bis hin zur Produktentsorgung, weil auch Sie Ihren Kunden diesen Service bieten ?

Was ist Ihnen lieber :

- Neuschäfer Elektronik GmbH soll mich anrufen
- Ein Außendienstmitarbeiter von Neuschäfer Elektronik GmbH soll mich besuchen
- Ich möchte gern zunächst einmal viel mehr von Neuschäfer Elektronik GmbH wissen und bitte um die Zusendung von weiteren Informationen

... Vielen Dank für Ihre Lesezeit - Neuschäfer Elektronik GmbH

NEUSCHÄFER ELEKTRONIK GmbH - Siegener Str. 46 - 35066 Frankenberg  
Tel.: 06451 - 4095 Fax.: 06451 - 23364 MODEM : 06451 - 23408

### ELRAD Direkt-Kontakt

Der **ELRAD**-Service für Direkt-Informationen vom Hersteller:

- gezielte Abfrage
- ohne Umwege über den Verlag
- Gewünschtes ankreuzen bzw. ausfüllen, Firmenanschrift und Absender eintragen, Karte frankieren . . . und zur Post.
- Bitte denken Sie daran, daß die Karten nur für Direkt-Anfragen beim Hersteller konzipiert sind. Senden sie deshalb Ihre Anfragen nicht an den Verlag.

**Ausnahme:** Wenn Sie Fragen an die Redaktion haben, können Sie die Karten ebenfalls verwenden.

### ELRAD Direkt-Kontakt

Der **ELRAD**-Service für Direkt-Informationen vom Hersteller:

- gezielte Abfrage
- ohne Umwege über den Verlag
- Gewünschtes ankreuzen bzw. ausfüllen, Firmenanschrift und Absender eintragen, Karte frankieren . . . und zur Post.
- Bitte denken Sie daran, daß die Karten nur für Direkt-Anfragen beim Hersteller konzipiert sind. Senden sie deshalb Ihre Anfragen nicht an den Verlag.

**Ausnahme:** Wenn Sie Fragen an die Redaktion haben, können Sie die Karten ebenfalls verwenden.

### ELRAD-

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

### Direkt-Kontakt

Der **ELRAD**-Service für Direkt-Informationen vom Hersteller

In der Zeitschrift **ELRAD, Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen**, Ausgabe \_\_\_\_\_, Seite \_\_\_\_\_, fand ich Ihre

Anzeige

Beilage über

Ich bitte um:  Zusendung ausführlicher Unterlagen  
 Telefonische Kontaktaufnahme  
 Besuch Ihres Kundenberaters

Bitte Zutreffendes ankreuzen bzw. ausfüllen.

Absender nicht vergessen!

### ELRAD-

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

### Direkt-Kontakt

Der **ELRAD**-Service für Direkt-Informationen vom Hersteller

In der Zeitschrift **ELRAD, Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen**, Ausgabe \_\_\_\_\_, Seite \_\_\_\_\_, fand ich Ihre

Anzeige

Beilage über

Ich bitte um:  Zusendung ausführlicher Unterlagen  
 Telefonische Kontaktaufnahme  
 Besuch Ihres Kundenberaters

Bitte Zutreffendes ankreuzen bzw. ausfüllen.

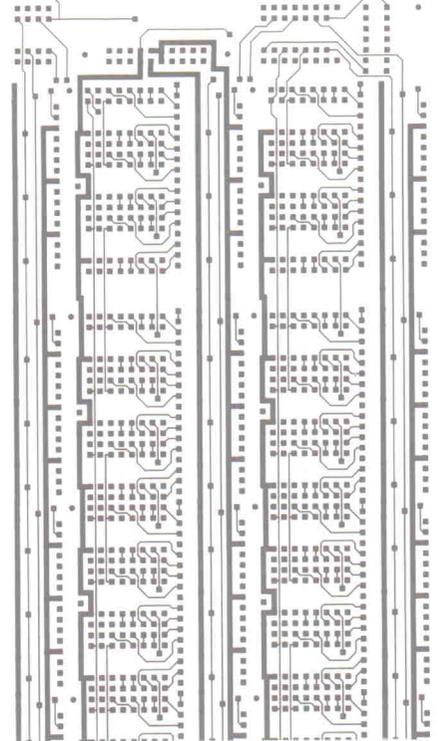
Absender nicht vergessen!

# Absenderangaben:



Siegener Str. 46

35066 Frankenberg



## ELRAD Direkt-Kontakt

Anschrift der Firma, zu der Sie Kontakt aufnehmen wollen. 

Absender  
(Bitte deutlich schreiben)

Vorname/Name

Abt./Position

Firma

Straße/Nr.

PLZ Ort

Telefon Vorwahl/Rufnummer

Postkarte

Bitte mit der jeweils gültigen Postkartengebühr freimachen

Firma

Straße/Postfach

PLZ Ort

## ELRAD Direkt-Kontakt

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

an Firma \_\_\_\_\_

Angefordert

- Ausführliche Unterlagen
- Telefonische Kontaktaufnahme
- Besuch des Kundenberaters

## ELRAD Direkt-Kontakt

Anschrift der Firma, zu der Sie Kontakt aufnehmen wollen. 

Absender  
(Bitte deutlich schreiben)

Vorname/Name

Abt./Position

Firma

Straße/Nr.

PLZ Ort

Telefon Vorwahl/Rufnummer

Postkarte

Bitte mit der jeweils gültigen Postkartengebühr freimachen

Firma

Straße/Postfach

PLZ Ort

## ELRAD Direkt-Kontakt

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

an Firma \_\_\_\_\_

Angefordert

- Ausführliche Unterlagen
- Telefonische Kontaktaufnahme
- Besuch des Kundenberaters

**Leser werben Leser**

- Sie erhalten als Dankeschön für Ihre Vermittlung **einen Band „Laborblätter“** nach Wahl. (Bitte umseitig ankreuzen).
- Der neue Abonnent bekommt ELRAD jeden Monat pünktlich ins Haus, das heißt, die Zustellung ist bereits im günstigen Preis enthalten. Das Abonnement gilt zunächst für 1 Jahr, danach ist die Kündigung **jederzeit** möglich.
- **Vertrauensgarantie (gilt ab Vertragsabschluß): Diese Bestellung kann innerhalb von 8 Tagen beim Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG, Helstorfer Str. 7, 30625 Hannover, widerrufen werden.**
- Dieses Angebot gilt nur bis zum 31.12.1994.
- Der neue ELRAD-Abonnent und der Prämienempfänger dürfen nicht identisch sein. Das Angebot gilt nicht für Geschenkabonnements und nicht für Abonnements zum Studentenpreis. Die Zusendung der Prämie erfolgt nach Zahlungseingang. (Lieferzeit danach ca. 2 Wochen).
- Um einen neuen Abonnenten zu werben, brauche ich selbst kein Abonnent zu sein.

**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

Schicken Sie bitte ELRAD, von der nächsterreichbaren Ausgabe für mindestens 1 Jahr zum Preis von  Inland DM 79,20  Ausland DM 86,40, an:

Vorname/Zuname \_\_\_\_\_  
 Straße/Nr. \_\_\_\_\_  
 PLZ/Wohnort \_\_\_\_\_  
 Ich wünsche folgende Zahlungsweise:  
 Bargeldlos und bequem durch Bankeinzug  Bankleitzahl (bitte vom Scheck abschreiben) \_\_\_\_\_  
 Konto-Nr. \_\_\_\_\_ Geldinstitut: \_\_\_\_\_  
 Gegen Rechnung. Bitte keine Vorauszahlung leisten. Rechnung abwarten.

Datum/Unterschrift des neuen Abonnenten (für Jugendliche unter 18 Jahren der Erziehungsberechtigte)

**Vertrauensgarantie (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 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.

Schicken Sie die Prämie an diese Adresse, sobald der neue Abonnent bezahlt hat:

Vorname/Zuname \_\_\_\_\_  
 Straße/Nr. \_\_\_\_\_  
 PLZ/Wohnort \_\_\_\_\_  
**Dieses Angebot gilt nur bis zum 31.12.1994.** Der neue ELRAD-Abonnent und der Prämienempfänger dürfen nicht identisch sein. Das Angebot gilt nicht für Geschenk-Abonnements und nicht für Abonnements zum Studentenpreis. Die Zusendung der Prämie erfolgt nach Zahlungseingang. (Lieferzeit danach ca. 2 Wochen). **1028.**

**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.  Den Betrag habe ich auf Ihr Konto überwiesen. Kreissparkasse Hannover, BLZ 250 502 99, Konto.-Nr. 4 408.  
 Konto-Nr.: \_\_\_\_\_  
 BLZ: \_\_\_\_\_  
 Bank: \_\_\_\_\_  Scheck liegt bei.

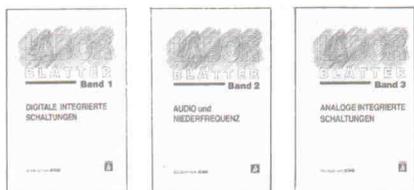
Menge	Produkt/Bestellnummer	à DM	gesamt DM
1x	Porto und Verpackung (Inland)	6,-	6,-

**Absender nicht vergessen!**

Datum, Unterschrift (für Jugendliche unter 18 Jahren der Erziehungsberechtigte)

## ELRAD- Leser werben Leser

**3** Bände „Laborblätter“  
stehen zur Auswahl  
Einer für Sie...  
(bitte ankreuzen)



①

②

③

**Absender:** (Bitte deutlich schreiben)

Vorname/Name

Beruf

Straße/Nr.

PLZ Ort

**Veröffentlichungen nur gegen Vorkasse.**  
Bitte veröffentlichen Sie umstehenden Text in der  
nächsterreichbaren Ausgabe von **ELRAD**.

Den Betrag buchen Sie bitte von meinem  
Konto ab.

Konto-Nr.:

BLZ:

Bank:

Den Betrag habe ich auf Ihr Konto überwiesen,  
Postgiro Hannover, BLZ 250 100 30,  
Konto-Nr. 9305-308  
Kreissparkasse Hannover, BLZ 250 502 99  
Konto-Nr. 000-019 968

Scheck liegt bei.

Datum rechtsverbindliche Unterschrift  
(für Jugendliche unter 18 Jahren der Erziehungsberechtigte)

**Absender:** (Bitte deutlich schreiben)

Vorname/Name

Beruf

Straße/Nr.

PLZ Ort

Telefon Vorwahl/Rufnummer

Antwortkarte

Bitte mit der  
jeweils gültigen  
Postkartengebühr  
freimachen

**Verlag Heinz Heise  
GmbH & Co. KG  
Zeitschriften-Vertrieb  
Postfach 610407**

**30604 Hannover**

Bitte mit der  
jeweils gültigen  
Postkartengebühr  
freimachen

# ELRAD

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

**Verlag Heinz Heise  
GmbH & Co. KG  
Postfach 610407**

**30604 Hannover**

Bitte mit der  
jeweils gültigen  
Postkartengebühr  
freimachen



**eMedia GmbH  
Postfach 610106**

**30601 Hannover**

## ELRAD- Leser werben Leser

### Abrufkarte

Abgesandt am

199

zur Lieferung ab

Heft

199

### ELRAD-Kleinanzeige Auftragskarte

**ELRAD**-Leser haben die Möglichkeit,  
zu einem Sonderpreis Kleinanzeigen  
aufzugeben.

Private Kleinanzeigen je Druckzeile  
DM 4,30

Gewerbliche Kleinanzeigen je Druck-  
zeile DM 7,20

Chiffregebühr DM 6,10

### eMedia-Bestellkarte

Abgesandt am:

199

an eMedia GmbH

Bestellt/angefordert:

Abbuchungserlaubnis erteilt am:

## TELEFAX-VORLAGE

Bitte richten Sie Ihre  
Telefax-Anfrage direkt an  
die betreffende Firma, nicht  
an den Verlag.

\*

### Kontrollabschnitt:

Ich habe angefragt

am \_\_\_\_\_

bei \_\_\_\_\_

Fax \_\_\_\_\_

erl.: \_\_\_\_\_

Ich habe angefragt

am \_\_\_\_\_

bei \_\_\_\_\_

Fax \_\_\_\_\_

erl.: \_\_\_\_\_

Ich habe angefragt

am \_\_\_\_\_

bei \_\_\_\_\_

Fax \_\_\_\_\_

erl.: \_\_\_\_\_

Ich habe angefragt

am \_\_\_\_\_

bei \_\_\_\_\_

Fax \_\_\_\_\_

erl.: \_\_\_\_\_

Ich habe angefragt

am \_\_\_\_\_

bei \_\_\_\_\_

Fax \_\_\_\_\_

erl.: \_\_\_\_\_

Ich habe angefragt

am \_\_\_\_\_

bei \_\_\_\_\_

Fax \_\_\_\_\_

erl.: \_\_\_\_\_

# ELRAD

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

## TELEFAX Direkt-Kontakt

Der *ELRAD*-Service für Direkt-Informationen vom Hersteller

### Fax-Empfänger

Telefax-Nr.: \_\_\_\_\_

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

Abt./Bereich: \_\_\_\_\_

In der Zeitschrift *ELRAD*, Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen,  
Ausgabe \_\_\_\_\_, Seite \_\_\_\_\_, fand ich Ihre

Anzeige

Beilage über

Ich bitte um:  Zusendung ausführlicher Angebots-Unterlagen, u. a.

Datenblätter/Prospekte  Applikationen

Preislisten \*  Consumer-,  Handels-

Telefonische Kontaktaufnahme

Besuch Ihres Kundenberaters

Vorführung  Mustersendung

Gewünschtes ist angekreuzt.

### Fax-Absender:

Name/Vorname: \_\_\_\_\_

Firma/Institut: \_\_\_\_\_

Abt./Bereich: \_\_\_\_\_

Postanschrift: \_\_\_\_\_

Besuchsadresse: \_\_\_\_\_

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

Telefax: \_\_\_\_\_

 **ELRAD-Fax-Kontakt:** Der fixe Draht zur Produktinformation  
Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG · Hannover

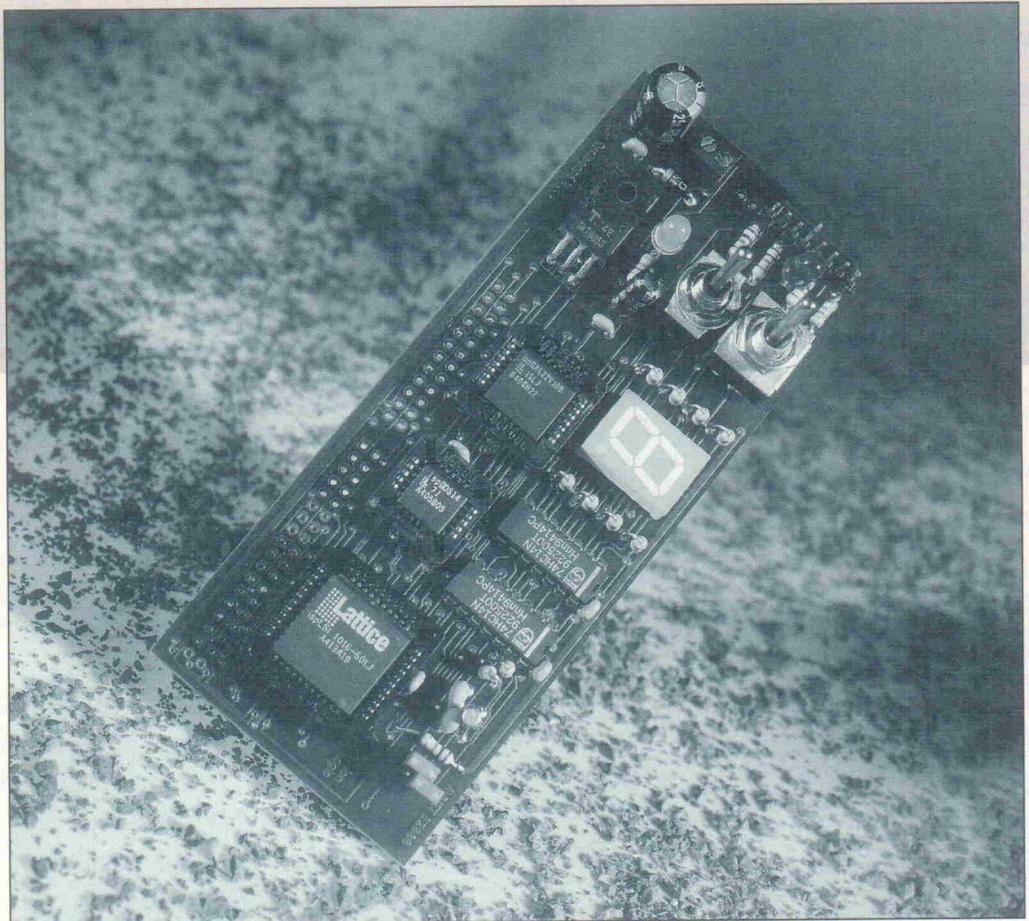
# Volks-PLD

Starter-Kit für die Lattice-PLDs ispLSI1016, ispGAL22V10 und ispGDS14 (1)

Projekt

Klaus Engelhardt

Die kryptische Typenbezeichnung 'isp' weist auf eine wichtige Eigenschaft der 'Einsteiger'-PLDs dieser Serie hin: 'im System programmierbar'. Zum einen wirkt dieses Kürzel kostenmindernd – weil kein Programmiergerät benötigt wird. Und zum anderen befindet man sich, so diese PLDs in einer eigenen Applikation vorkommen, an der Spitze des heute technologisch Machbaren.



**D**ie Idee zu diesem Einsteiger-Board entstand während zahlreicher Gespräche mit Entwicklern, die sich, unter dem Druck von Schlagworten wie Time to Market, möglichst einfach, schnell und kosteneffektiv neue Technologien erschließen und mit diesen vertraut machen wollen. So verhält es sich auch mit der – für die Entwickler neuen, innovativen, nichtflüchtigen – im-System-programmierbaren Technologie der Complex-PLD-Familien von Lattice Semiconductor.

Oftmals ist der Versuch, das Spielen mit einer neuen Technologie, sehr viel besser geeignet, deren Möglichkeiten kennenzulernen als alle Theorie. Viele Male kam in den Gesprächen der Wunsch auf, schnell ein Testdesign implementieren zu können, um ein Gefühl für Hard- und Software

der isp-Familien zu bekommen. Vor allem ein so interessantes Thema wie die Programmierung mehrerer Bausteine auf einem Board in einer Daisy-Chain schreit natürlich förmlich danach, ausprobiert und vielleicht für die eigenen Anforderungen modifiziert zu werden.

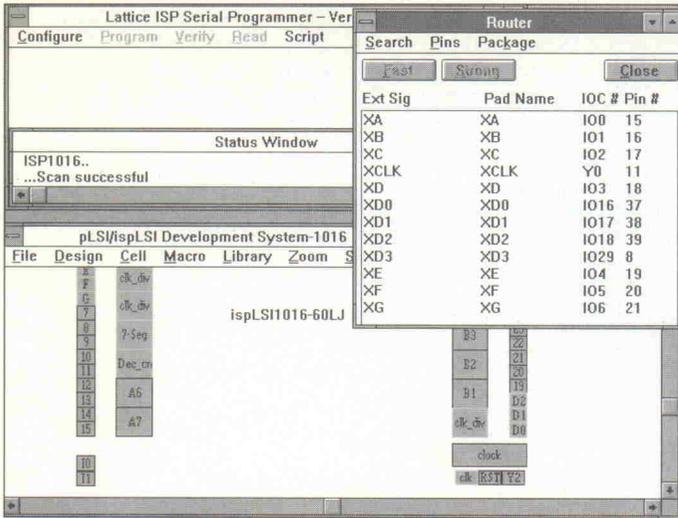
In einer insgesamt aus drei Teilen bestehenden Artikelserie soll dem Einsteiger das Handling dieser Logikbauelemente umfassend nähergebracht werden. Im vorliegenden ersten Teil geht es um das Evaluation-Board, mit dessen Hilfe es möglich ist, per PC-Download seine Entwicklung in die PLDs zu bringen und auszutesten. Teil zwei beschäftigt sich mit der Architektur der 'Testbausteine' 22V10-GAL, GDS14-Schaltmatrix und dem CPLD 1016. Im dritten Abschnitt sind dann die Entwicklungswerkzeuge

und die notwendigen Tools das Thema. Im einzelnen sind dies ein Windows-Download- und Konfigurationsprogramm und die PLD-, GAL- und GDS-Designer (Bild 1).

Das Evaluation-Board soll ein Werkzeug für Entwickler sein, um Architektur, Leistungsfähigkeit und Programmiermöglichkeiten der isp-Bausteine kennenzulernen. Dabei liegt der Sinn vor allem darin, schnell – das heißt, sofort in der Lage zu sein – ein Design zu erstellen, einen Download zu machen und das Ergebnis verifizieren zu können.

## Was ist drauf ...

Wie oben angeführt beherbergt das Eva-Board drei Bausteine. Das ispGAL22V10 ist dabei optional, ispGDS14 und ispLSI1016 sind für eine Design-



**Bild 1. PLD-Designer und Serial-Download-Tool arbeiten unter Windows.**

mierzklus, das heißt, sie leuchtet immer dann auf, wenn /ispEN aktiv ist. Die Signale MODE und SCLK (Serial Clock) des Programmier-Interfaceports liegen parallel an allen isp-Bausteinen.

### ... und was nicht?

Für richtige Pegel auf der Verbindung PC/Volks-PLD sorgt eine kleine Schaltung, wie sie in Bild 4 dargestellt ist. Sie läßt sich mit etwas Geschick als 'fliegender' Aufbau in der Steckerhaube auf der PC-Seite des Verbindungskabels unterbringen. Diese etwas umständliche Verfahrensweise hat Kompatibilitätsgründe. Dem hochhof-

fiziellen Lattice-Starter-Kit ist alles beigelegt, isp-Bausteine, einige Kilo Datenbücher, Software und eben ein – inklusive Elektronik – konfektioniertes Kabel, aber keine Platine. Und diese Lücke schließt – pingerecht an P1 – das Volks-PLD-Projekt.

### Zuteilungsverfahren

Die Datenleitungen SDI (Serial Data In) und SDO (Serial Data Out) werden über S2 entweder direkt an die entsprechenden isp-Ports oder an die I/O-Ports A0 und A1 des ispGDS14 gelegt, wodurch man die Programmiermodi A und B erhält (entsprechend der Schalterstellung, siehe Bestückungsplan). Je nach Konfiguration von U3 läßt sich der Programmiermode B in die drei 'Untermodi' B0, B1 und B2 unterteilen. B0...B2 unterscheiden sich dadurch, daß – abhängig von der Konfiguration von U3 – entweder nur U6 oder nur U5 oder U6 und U5 in einer Daisy-Chain programmierbar sind (Bild 5).

In Mode A wird nur der ispGDS14 (U3) programmiert, in Mode B befindet sich U3 nicht im Programmierpfad. Der GDS wurde ja schon in Mode A so konfiguriert, daß die Modi B0, B1 und B2 implementiert sind.

**Bild 2. Nur die halbe Wahrheit: Auf der Lötseite befinden sich zwei weitere Bauelemente. An Masse und Pin 4 von U3 muß R9 und zwischen Masse und Pin 13 von U6 muß C5 bestückt werden.**

implementierung unbedingt notwendig. Der GDS (Generic Digital Switch) ist für die richtige 'Signalverteilung' zuständig. Optional kann man mit seiner Hilfe auch noch Stimulissignale an einigen I/O-Pins des 1016 erzeugen.

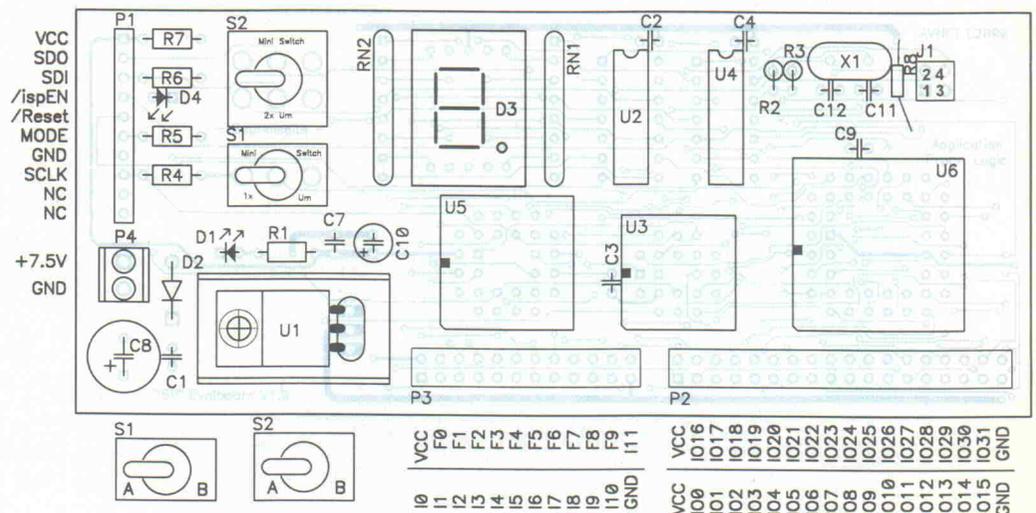
Alle Pins des GAL sowie alle I/Os des 1016 und einige Ein-/Ausgänge der Schaltmatrix sind auf zweireihige Pfostenfeldleisten (Bild 2, P3 und P2) geführt. Die Belegung dieser Kontaktleisten können dem Bestückungsplan (Bild 3) entnommen werden.

Das Jumperfeld J1 bietet die Möglichkeit, das Clock-Signal auf U6 beziehungsweise U5 zu verteilen. Eine Brücke 1-2 versorgt U6, 1-3 ist für die Taktverteilung in Richtung U5 zuständig. Eine Sonderstellung ist die Brücke 2-4, in dieser Stellung wird der 1016 vom Ausgang der Makrozelle F4 des GALs versorgt. Den zuständigen Oszillator bilden U4, X1, R2/R3 und C11/C12. Er arbeitet in der vorgeschlagenen Konfiguration mit einer Frequenz von 32,768 kHz, kann aber durch Austauschen des Quarzes auf andere Frequenzen gelegt werden. Es sei jedoch angemerkt, daß das Platinenlayout nicht nach HF-Gesichtspunkten entwickelt wurde.

Für 'allererste' Entwicklungsübungen ist eine Siebensegmentanzeige (D3) vorgesehen, die von den – über U2 und U4 gepufferten – IO0...IO7 des ispLSI1016 getrieben wird. Die beiden Schalter S1 und S2 dienen der Auswahl der Resetquelle für den 1016 (S1) sowie der Umschaltung des Volks-PLDs für unterschiedliche Programmiermodi.

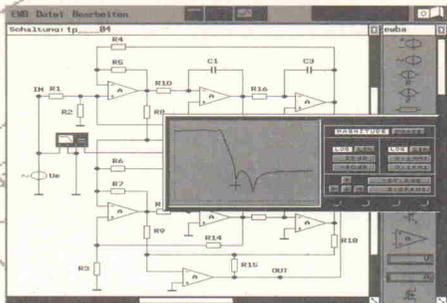
Das achtpolige Pfostenfeld P1 stellt den Port für die Verbindung zum PC dar, dessen Belegung ebenfalls dem Bestückungsplan (Bild 2) zu entnehmen ist. Die Leuchtdiode D4 signalisiert einen Program-

Stückliste				
<b>Halbleiter</b>				
U1	78M05	C8	470 µF/25 V	
U2,U4	74HC14	C10	47 µF/25 V	
U3	ispGDS14	C11,C12	20 pF	
U5	ispGAL22V10	<b>Sonstiges</b>		
U6	ispLSI1016-LJ	J1		
D1	LED, grün	P1	EDG10M	
D2	1N4001	P2	IDC2X18	
D3	LTS546AP, 7-Seg-LED	P3	IDC2X12	
D4	LED, rot	P4	EDG2F, 2pol.	
<b>Widerstände</b>			S1	Umschalter, 1pol.
R1,R7	330R	S2	Umschalter, 2pol.	
R2	3M3	X1	Quarz, 32,768 kHz	
R3	22k	2	Kurzschlußbrücken	
R4,R5,R6,R8,R9	10k	1 U3-Sockel	PLCC20, 20polig	
RN1,RN2	330R, 8fach R-Netz	1 U5-Sockel	PLCC28, 28polig	
<b>Kondensatoren</b>			1 U6-Sockel	PLCC44, 44polig
C1,C5	10nF	1	Platine 'Volks-PLD'	
C2,C3,C4,C7,C9	100 nF			



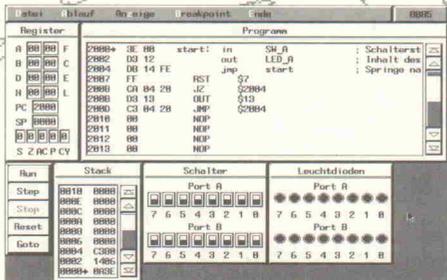


# Electronics Workbench



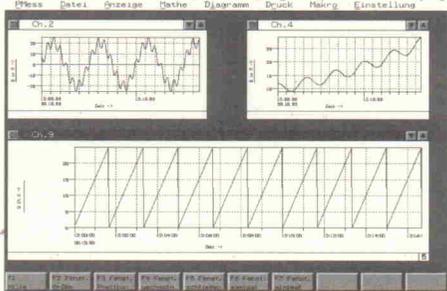
Simulation analoger & digitaler Schaltungen

## MIPS



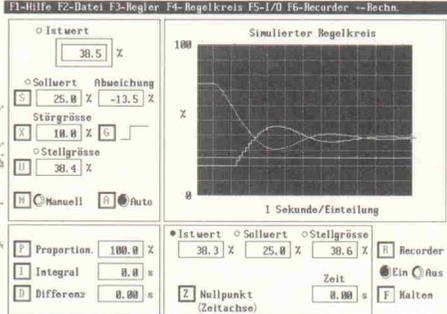
Mikroprozessor Simulationssystem

## PMess



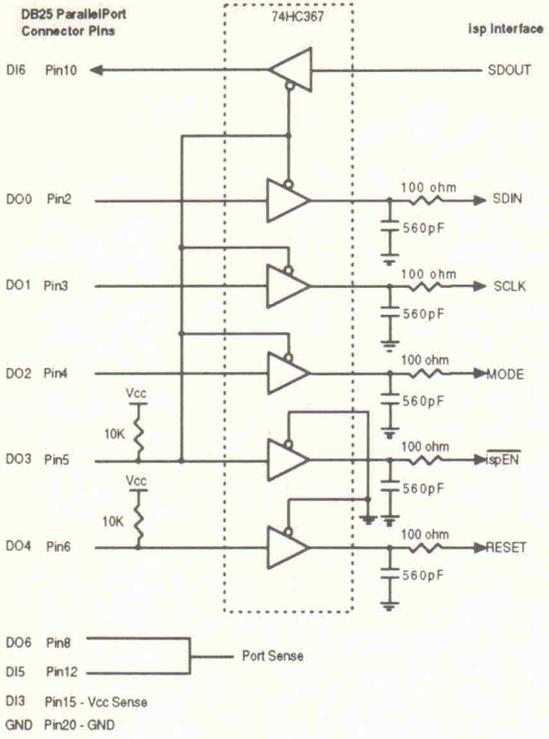
Messdatenerfassungs- und Analysensystem

## Victor



Simulation und Test von Regelkreisen

Com Pro Hard- & Software Vertrieb - Die Simulationsprofis präsentieren



**Bild 4.** Diese kleine Schaltung sorgt für die korrekte Kopplung von PC-Parallelport und Volks-PLD.

Die 'B0...B2-Verteilung' erfolgt folgendermaßen:

- B0: Nur der ispLSI1016 (U6) befindet sich im Programmierpfad. Das bedeutet. SDI und SDO des isp-Interfaces sind über U3 auf die entsprechenden isp-Pins von U6 geroutet.
- B1: Nur das ispGAL22V10 (U5) liegt im Programmier-

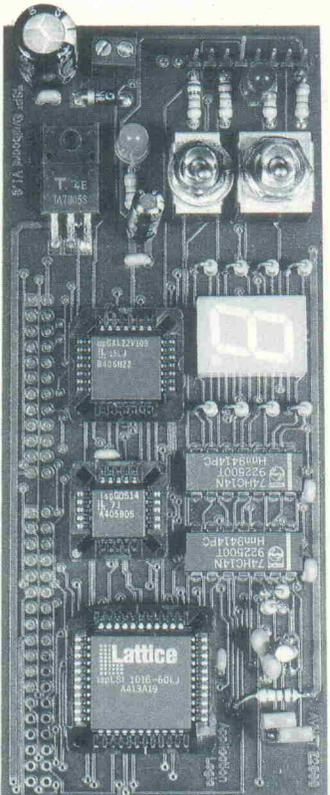
pfad. SDI und SDO liegen bei entsprechender Konfiguration von U3 auf den Seriell-Pins von U5.

- B2: U6 und U5 werden in einer Daisy-Chain programmiert. U3 steuert SDI und SDO so, daß folgende Kette entsteht:  
SDI -> SDI/U6 -> SDO/U6 -> SDI/U5 -> SDO/U5 -> SDO.

Die entsprechenden Konfigurationsfiles für den GDS-Chip liegen der Entwicklungssoftware als Demo-Jedec-Files bei (B0 = 1016only.jed, B1 = gal-only.jed und B2 = ispchain.jed).

Im folgenden ein Beispiel für den Ablauf einer Programmiersession:

Man möchte zum Beispiel nur mit dem 1016 (U6) arbeiten und hat das ispGAL22V10 (U5) nicht bestückt. Um nun ein Design in U6 hinunterladen zu können, muß zunächst der entsprechende Programmiermodus eingestellt werden, der wäre für dieses Beispiel der Mode B0. S2 muß zu diesem Zweck in Stellung A stehen, um U3 durch Laden der Konfigurationsdatei 1016only.jed einzustellen. Bringt man nun S2 in Stellung B, kann das Design auf den ispLSI1016 (U6) hinuntergeladen werden. Da es sich bei allen isp-Bausteinen um nichtflüchtige Technologien handelt, bleiben die entsprechenden Konfigurationen auch ohne Anlegen einer Versorgungsspannung so lange erhalten, bis sie durch



**Bild 5.** Einstieg in die PLD-Entwicklung für um 150 DM.

**Gutschein** (gültig bis Ende 1994)

Ja, senden Sie mir so schnell wie möglich folgende kostenlose Demoverionen inkl. Infomaterial:

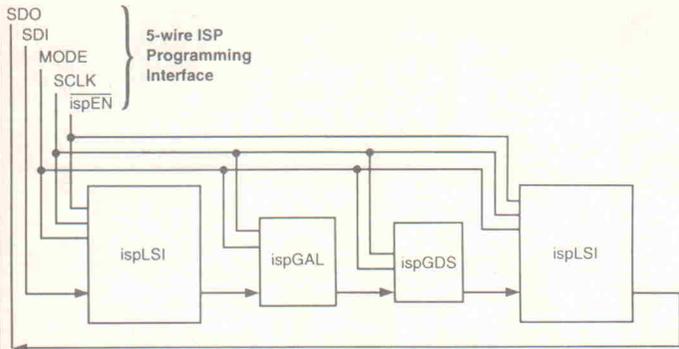
- Electronics Workbench Demoverision + Info
- PMess Demoverision + Info
- Victor Demoverision + Info
- Mips-Demoverision + Info

(kreuzen Sie bitte die gewünschte(n) Position(en) an)

**Absender:**

---

**Noch heute per Postkarte oder Fax an:**  
**Com Pro Hard- & Software Vertrieb**  
 Reinsburgstraße 82 D-70178 Stuttgart  
 Tel. 0711-627740 Fax. 0711-627760



**Bild 6. Im Blockschaltbild das, was Lattice 'Multiple isp Device Programming Interface' nennt.**

ce.jed – sowie um einen dekadischen Zähler – Design01.jed –, die alle die Siebensegmentanzeige ansteuern.

Zu erwähnen wären noch die Files mit der Extension .cfg. Hierbei handelt es sich um Konfigurationsfiles für das Daisy-Chain-Tool SERIAL. In diesen Files sind Laufwerk, Pfad und Name der Jeduc-Files angegeben, die auf den entsprechenden Baustein heruntergeladen werden sollen. Vor dem Programmiervorgang sind diese cfg-Dateien zu editieren und die Platzhalter DRIVE und INSTALL\_PATH durch den aktuellen Laufwerksnamen und den Installationspfad zu ersetzen. *hr*

Umprogrammierung geändert werden.

### Designs zum Loslegen

Neben den eben erwähnten Konfigurationsfiles befinden sich auf den 'Werkzeugdisketten' (ELRAD-Mailbox 05 11/5 35 24 01) einige Beispiele für den ispLSI1016. Es handelt sich um zwei Laufschriften – Elrad.jed und Latti-

Projekt

## 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
- Anzeigeeinstrumente (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**  
Electronic GmbH

Postfach 220156, 40608 Düsseldorf  
Tel. 02 11/2000233-34  
Fax 02 11/2000254

**Xaruba**<sup>®</sup>

## 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**

**HEISE**

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

C.034-X 1/2h

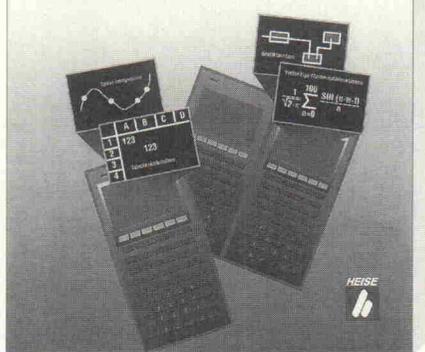
Im Buch- und Fachhandel erhältlich

# Rechner clever nutzen

Stefan Rau / Christoph Gießeling

## HP 28S/48

Programme für Mathematik und Elektrotechnik



Wer mit seinen Taschenrechnern HP28S oder HP48 Probleme aus den Bereichen Mathematik und Elektrotechnik in Studium und Beruf lösen möchte, ist mit Raus und Gießelinks Werk bestens bedient. Sie stellen u. a. eine Uhr, Spiele, Demos und viele Utilities vor. Zu den Highlights gehören:

- Spline-Interpolation;
- Polynomdivision;
- grafische Darstellung eines Frequenzganges;
- Optimierung logischer Ausdrücke;
- Datenbank;
- Digital-Analog-Uhr auch für HP28S.

Die Lektüre von **HP 28S/48** gibt eine Menge Anregungen für eigene Programmierideen.

**1. Auflage 1994**  
**Broschur, 208 Seiten**  
**mit Diskette**

**DM 58,-/öS 452,-/sfr 58,-**  
**ISBN 3-88229-031-5**



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

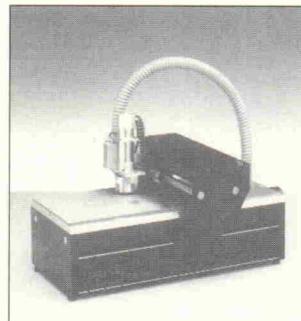
C.031-5 1/2h

Im Buch- und Fachhandel erhältlich

\*\*\* NEU! \*\*\*

# LPKF 91S

Der schnellste Weg zur Leiterplatte



Verschaffen Sie sich den entscheidenden Vorsprung in der Elektronikentwicklung.

Mit Fräsbohrplotter von LPKF stehen Prototypen sofort nach dem CAD-Entwurf zur Verfügung. Gebohrt und bestückungsfertig. In höchster Präzision - 2 Leiterbahnen

lassen sich durch ein IC-Raster führen. LPKF Fräsbohrplotter sind einfach zu bedienen, umweltfreundlich und passen auf jeden Labortisch.

## Sie wollen mehr wissen?

Kopieren Sie diese Anzeige und faxen sie an:

**05131/70 95-90**

☎ 05131/70 95-0

GPIB Phase 2 unter Windows®

IEEE488

- MS-DOS
- Windows
- Windows-NT

### Funktionalität und Kompatibilität

- Interfaces ab DM 500,00 komplett
- DOS-Treiber und Windows-DLL
- C/C++  Turbo-Pascal  Visual Basic
- Dynamic Data Exchange (DDE)
- IEEE488.2 und SCPI
- vollständige Windows-Online-Hilfe



Systemlösungen für die  
 Qualitätssicherung  
 Software - Hardware

GTI - Gesellschaft für technische  
 Informatik mbH

Köhlerstraße 22 · D-12205 Berlin

Tel.: (030) 810 701-0 · Fax: (030) 810 701-26

OK

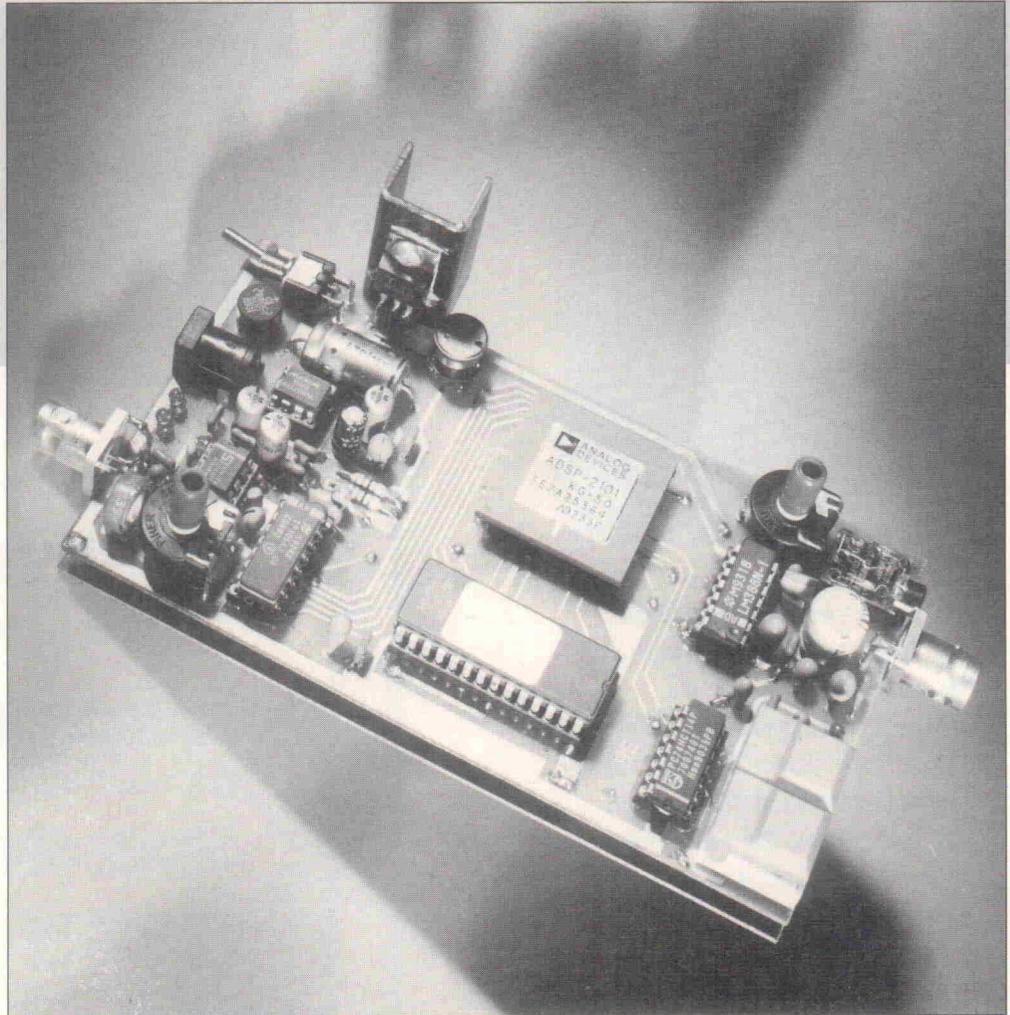
# Spürnase

## Adaptive Filter in der Signalverarbeitung, Teil 3: Hardware

Projekt

**Chr. Schönig, W. Seipp,  
B. Wirnitzer**

Adaptive Filter, im DSP realisiert, stellen eine kompakte und preisgünstige Lösung dar, unerwünschte Störungen – beispielsweise beim Rundfunkempfang – auszublenden. So weit, so gut. Doch was und wieviel benötigt man an Hardware für eine konkrete Schaltung? Die Antwort findet auf  $7 \times 13$  cm Platz.



**N**achdem die ersten beiden Teile dieses Beitrages ausführlich das Funktionsprinzip eines adaptiven Filters zur Störunterdrückung und dessen Umsetzung auf einem digitalen Signalprozessor behandelten, folgt nun die Realisierung der Hardware. Ein Blockschaltbild gibt zunächst einen Gesamtüberblick, danach werden anhand des Schaltplanes die Komponenten der Schaltung beschrieben.

Bild 13 (siehe S. 80) zeigt die 'harte Ware' im Überblick: In der linken oberen Ecke befindet sich der Eingangsverstärker zur Anpassung des Pegels des analogen Eingangssignals an den Spannungsbereich des Codec (Kodierer/Dekodierer). In der

Mitte ist der Codec mit der inneren Signalverarbeitung im Detail zu erkennen. Die Kodierung des Signals vom Eingangsverstärker erfolgt nach einer Codec-internen Verstärkung mit anschließender Bandpaßfilterung durch den integrierten Analog-Digital-Umsetzer.

Bei der Dekodierung durchläuft das Signal den umgekehrten Weg: Nach der Digital-Analog-Wandlung findet eine Tiefpaßfilterung mit anschließender Verstärkung innerhalb des Codec statt. Die Kommunikation mit dem Signalprozessor geschieht über einen bidirektionalen seriellen Port mittels Pulse-Code-Modulation (PCM). In der rechten unteren Ecke unterhalb des

DSP befindet sich der nichtflüchtige Speicher, in dem das DSP-Programm permanent abgelegt ist. Weiter ist noch je ein Block für das Netzteil und ein weiterer für die vorhandenen Stellelemente (Reset-Taster, Ein- und Ausgangspotentiometer etc.) und Kontrollanzeigen aufgeführt.

### Hinein ...

Anhand des Schaltplanes in Bild 14 folgt nun eine kurze Beschreibung der einzelnen Komponenten und deren zusammenhängende Funktionsweise für die Realisierung des adaptiven Filters. Das zu filternde Signal gelangt über die Buchse B1 zum adaptiven Fil-

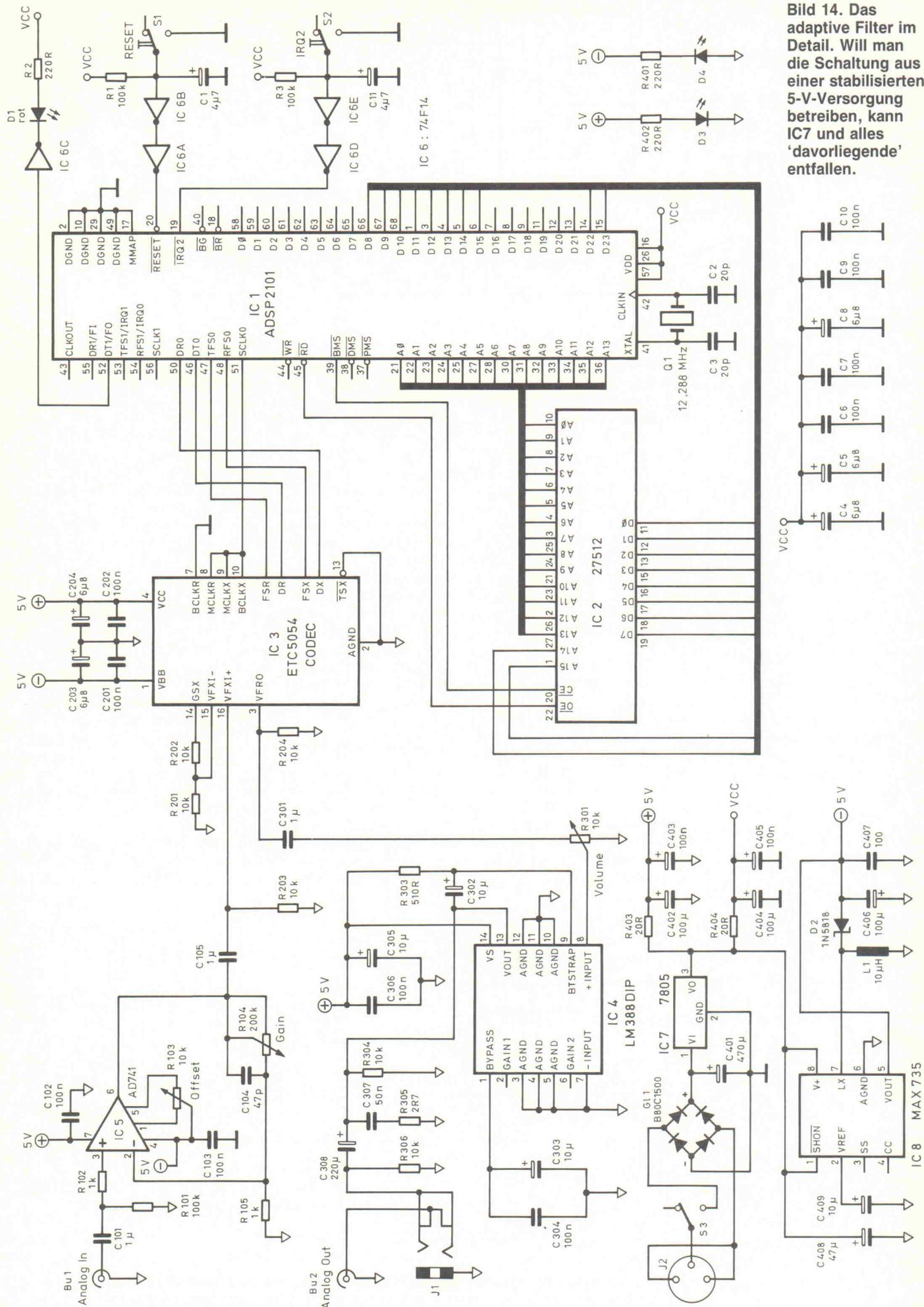


Bild 14. Das adaptive Filter im Detail. Will man die Schaltung aus einer stabilisierten 5-V-Versorgung betreiben, kann IC7 und alles 'davorliegende' entfallen.

## Stückliste

### Spürrnase

#### Widerstände

R1,3	100k, SMD1206
R2	220R, SMD1206
R101	100k, SMD1206
R102,105	1k, SMD1206
R103	10k, PT-10S
R104	200k, PT-15L
R201...204	10k, SMD1206
R301	10k, PT-15L
R302,303	510, SMD1206
R304,306	10k, SMD1206
R305	2,7R, SMD1206
R401,402	220R, SMD1206
R403,404	20R, RM12,5

#### Kondensatoren

C1,11	4,7 µF, Elko, RM2,5
C2,3	20 pf, SMD1206
C4,5,8	6,8 µF, Elko, RM2,5
C6,7,9,10	100 nF, RM2,5
C101,105	1,0 µF, RM2,5
C102	0,1 µF, RM5
C103	0,1 µF, RM2,5
C104	47 pf, RM5
C201,202	0,1 µF, RM5
C203,204	6,8 µF, Elko, RM2,5/5
C301	1 µF, RM2,5
C302,303,305	10 µF, Elko, RM2,5
C304,306	0,1 µF, RM5
C307	0,05 µF, RM5
C308	220 µF, Elko, RM5
C401	470 µF, Elko, RM25
C402,404,406	100 µF, Elko, RM2,5
C403,405,407	100 nF, Elko, RM2,5
C408	47 µF, Elko, RM2,5
C409	10 µF, Elko, RM2,5

#### Halbleiter

D1	LED, 3 mm, rot
D2	1N5818
D3,4	LED, 3 mm, grün
G11	Gleichrichterbrücke B80C1500
IC1	ADSP2101, PGA68
IC2	27512, DIL-28
IC3	ETC5054, DIL-16
IC4	LM388, DIL-14
IC5	AD741, DIL-8
IC6	74F14, DIL-14
IC7	7805, TO-220S
IC8	MAX735, DIL-8

#### Sonstiges

J1	Stereo-Klinkenbuchse 3,5 mm
L1	Drossel 10 µH, RM5
Q1	Quarz 12,288 MHz, RM5
S1,S2	Digi-Taster
S3	Schalter

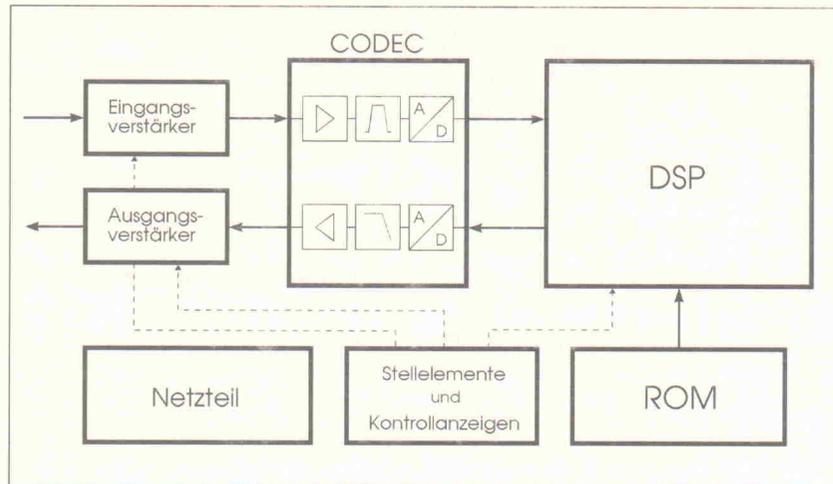


Bild 13. Draufsicht: die Komponenten des realen adaptiven Filters im Überblick.

ter. Der Eingangsverstärker besteht aus dem Operationsverstärker (OP) IC5. Dessen Beschaltung ergibt einen nichtinvertierenden Verstärker mit einstellbarem Verstärkungsfaktor. Der Kondensator C101 sorgt für eine gleichspannungsmäßige Entkopplung des Eingangs. Dabei legt der Widerstand R101 eine definierte Eingangsimpedanz fest. Das Potentiometer R104 und der Widerstand R105 bestimmen die Verstärkung im Bereich von 1 bis etwa 200.

Mit dem Trimmer R103 kann man einen Abgleich der Offsetspannung des Operationsverstärkers vornehmen. Das verstärkte Eingangssignal geht DC-entkoppelt direkt zum internen Verstärker des Codec IC3. Die Zusatzbeschaltung mit R201 und R202 legt die Verstärkung des Codec auf den Faktor 2 fest. Anschließend erfolgt gemäß der Abtastrate eine Filterung des Ein-

gangssignals. Diese geschieht nicht mittels eines Tiefpasses, sondern über einen Bandpaß achten Grades im Sprachfrequenzbereich von 200 Hz bis 3,4 kHz. Zusätzlich ist noch ein aktives Vorfilter (Tiefpaß) im Signalweg vorhanden. Darauf folgt eine Abtast- und Halte-Schaltung mit anschließender Analog-Digital-Umsetzung per sukzessiver Approximation. Die Quantisierung erfolgt mit 8 Bit. Über die serielle Schnittstelle des Codec läuft dann die Kommunikation mit dem seriellen Port des Signalprozessors ADSP2101/05 (IC1) im PCM-Format.

### ... und heraus

Die Ausgabe geschieht auf dem umgekehrten Signalweg vom seriellen Port des Signalprozessors zur seriellen Schnittstelle des Codec. Dieser führt dann die Digital-Analog-Wandlung des PCM-Signals durch. An-

schließend besorgt ein Filter fünften Grades die Tiefpaßfilterung zwecks  $\sin(x)/x$ -Korrektur (endliche Abtastbreite). Darauf folgt eine Nachfilterung und Signalverstärkung mit einem aktiven Tiefpaßfilter zweiten Grades. Das Ausgangssignal des Codec gelangt über den Kondensator C301 DC-getrennt auf das Potentiometer R301, mit dem man die Lautstärkeinstellung des NF-Verstärker-Chips IC4 vornimmt. IC4 stellt mit seiner Zusatzbeschaltung einen 1,5-Watt-Audio-Leistungsverstärker dar. Dieser arbeitet in der angegebenen Beschaltung mit einer Verstärkung von 20. Der Schaltkreis ist mit den weiteren Zusatzbeschaltungen im Frequenzverlauf, in der Verstärkung und in der Lastanpassung (Lautsprecher o. ä.) an die jeweiligen Bedürfnisse anpaßbar.

Das Ausgangssignal kann direkt über die Buchse B2 auf einen Lautsprecher oder auch über

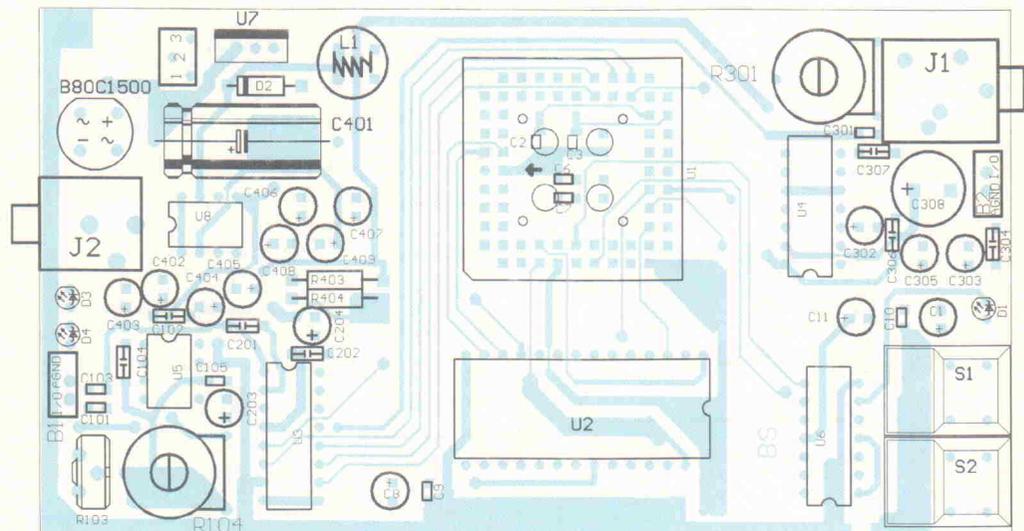


Bild 15. Vor Einlöten des DSP-Sockels muß man die darunterliegenden Kondensatoren C2, C3, C6 und C7 bestücken, sonst gibt's eventuell Probleme mit dem Systemtakt.

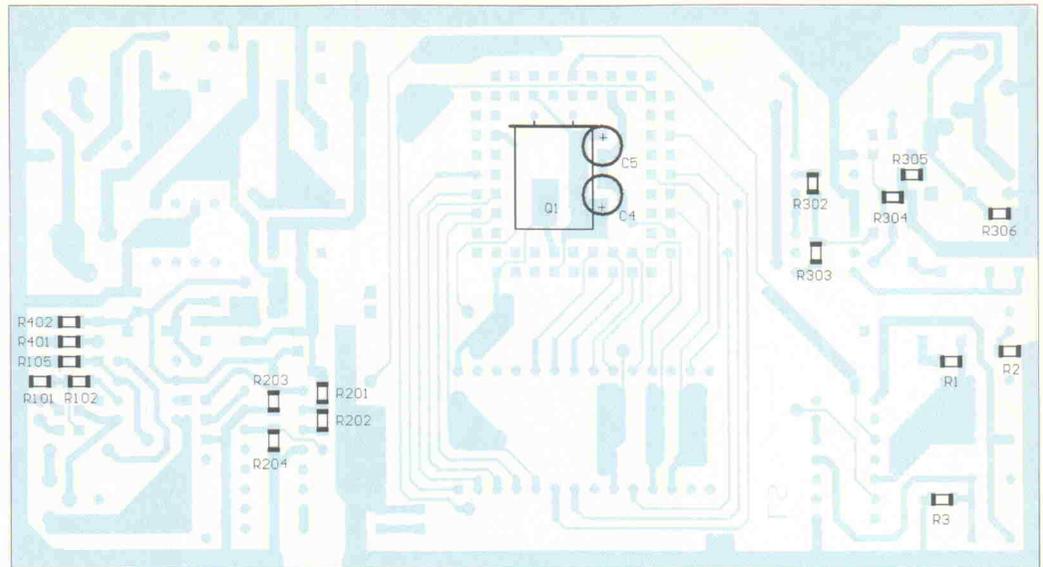
einen Kopfhörer via J1 ausgegeben werden. Damit ist ein qualitatives Mithören der Wirkungsweise des adaptiven Filters auf einfache Art möglich. Bei Verwendung eines Kopfhörers wird B2 automatisch abgeschaltet.

### Energie

Die Stromversorgung der Schaltung gibt sich recht flexibel: An die Buchse J2 kann man ein gängiges preiswertes Steckernetzteil anschließen. Dabei darf dieses sowohl eine Gleich- wie auch eine Wechselspannung bereitstellen. Bei DC-Einsatz sorgt der Brückengleichrichter automatisch für die richtige Polarität. Einzige Voraussetzung ist, daß die Gleichspannung zwischen 9 V und 15 V beträgt. Aus der gleichgerichteten und geglätteten Eingangsspannung erzeugt ein integrierter Spannungsregler 7805 (IC7) stabile +5 V. Für die Entkopplung der digitalen Logik von der Analogsektion sorgen die Widerstände R403 und R404 in Verbindung mit C402...C405. Parallel dazu erzeugt ein Schaltregler (IC8) per Pulsweitenmodulation (PWM) aus den +5 V einen negativen 'Zwilling' von -5 V für den Eingangsverstärker IC5 und den Codec IC3. Dabei darf die Last maximal 200 mA betragen. Zur Kontrolle der Versorgungsspannungen dienen die LEDs D3 und D4.

### Bremslicht

Die dritte LED D1 dient als Über- und Untersteueranzeige. Hiermit kann man auf einfache Weise den Eingangsverstärker auf optimale Nutzung der Systemdynamik einstellen: Man



**Bild 16.** Auf der Unterseite residiert noch eine Handvoll Bauteile, die oben keinen Platz mehr fand.

erhöht die Eingangsverstärkung bei anliegendem Signal mit R104, bis D1 aufzuleuchten beginnt. Dann dreht man R104 soweit zurück, daß D1 gerade nicht mehr leuchtet. Auf diese Weise erreicht man, daß der maximal zulässige Eingangsspannungsbereich des Codec nicht überschritten wird und somit keine ungewollte Verfälschung des Signals auftritt. Ebenso ist eine zu geringe Aussteuerung wegen der Quantisierung mit 8 Bit vermieden, damit keine Auswirkungen auf die Adaptionmöglichkeiten des Filters auftreten. Als weitere Bedienelemente finden sich noch der Reset-Taster S1 zur Boot-Sequenzauflösung mit Initialisierung und der Taster S2 zur Auslösung eines Interrupts zur Programmsteuerung auf der Platine.

Der Programmcode ist in Form eines speicherresidenten

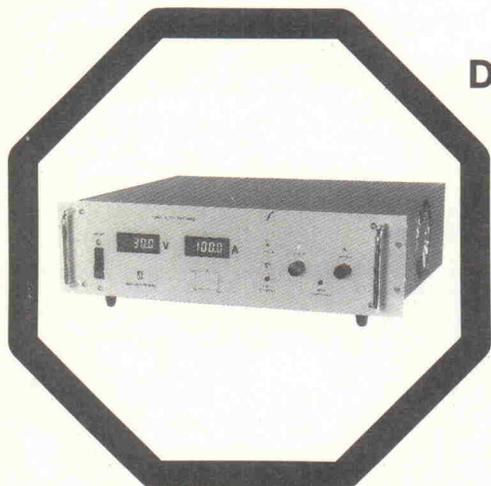
EPROMs auf der Platine vorhanden und steht sofort bei Inbetriebnahme zur Verfügung. Nach einem Reset startet der DSP automatisch auf der ersten von insgesamt acht möglichen Boot-Seiten innerhalb des EPROMs.

Der Großteil der Bauelemente residiert auf der Bauteileseite (Bild 15), jedoch fanden einige Komponenten – 17 SMD-Widerstände, zwei Elkos und der Quarz – nur auf der Lötseite (Bild 16) Platz. Der Signalprozessor (DSP) IC1 mit EPROM IC2 befindet sich auf der Bauteileseite in der Mitte. Die Stromversorgungsbuchse J2, die Eingangsbuchse B1, das Potentiometer R104 des Eingangsverstärkers sowie die LED-Anzeigen D3 und D4 zur Kontrolle der Versorgung residieren zur Linken. Der Leistungsverstärker mit den Ausgängen über die Buchsen B2

und J2 liegt auf der rechten Seite der Platine. Ebenso finden sich dort die beiden Taster S1 für Reset und S2 für Interruptauslösung sowie die LED-Anzeige D1 zur Aussteuerungskontrolle. *ea*

### Literatur

- [1] *Projektlabor Adaptives Filter, FH Mannheim, WS 93/94, Institut für Digitale Signalverarbeitung, Andreas Karrer, Thomas Diehm, Rüdiger Pohl, Wolfgang Scholz, Joachim Kuhlmann*
- [2] *ADSP-2100 Family User's Manual, Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ 07632, 1993*
- [3] *ADSP-2101, ADSP-2102 EZ-LAB Manual, Analog Devices Inc., 1990*
- [4] *ADSP-2101 Data Sheet, Analog Devices Inc.*
- [5] *ADSP-2105 Data Sheet, Analog Devices Inc.*



## Das ganze Spektrum professioneller Stromversorgungen

- DC-DC-Wandler
- Netzgeräte
- USV-Anlagen
- Frequenzwandler
- Wechselrichter
- Meßinstrumente

**NEU · NEU · NEU**

**3000 Watt Laborqualität unter DM 5.000,-**

SM 15-200 D	0-15 V / 0-200 A
SM 30-100 D	0-30 V / 0-100 A
SM 70-45 D	0-70 V / 0-45 A
SM 120-25 D	0-120 V / 0-25 A
SM 300-10 D	0-300 V / 0-10 A

19" / 3HE / 420 mm  
Gewicht nur 15 kg

**Schulz Electronic GmbH**  
 Postfach 11 01 18  
 76487 Baden-Baden  
 Tel. 072 23 / 5 80 54  
 Fax 5 80 93

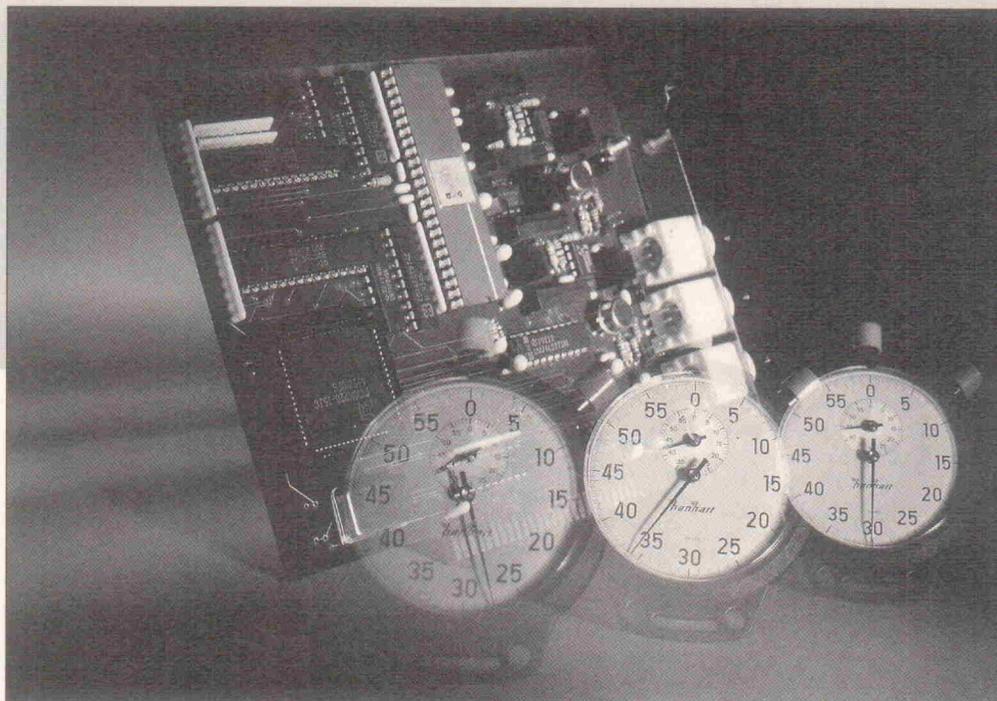
# Quickie

## 50-MHz-Transientenrecorder-Karte für PCs (2)

Projekt

Michael Janz

Obwohl mit MessQuick für das Transientenrecorder-Projekt ein respektables Windows-Anwenderprogramm zur Verfügung steht, ist nicht auszuschließen, daß Quickie auch in fremden Umgebungen eingesetzt werden soll. Deshalb an dieser Stelle alle Register im 'Lesezugriff'.



Jeder der beiden Analogeingänge des Transientenrecorders ist mit einem separaten A/D-Wandler ausgestattet, die es erlauben, durch simultane Abtastung Signale zu analysieren, bei denen die Phasenlage ein wichtiger Informationsträger ist. Neben der Abtastrate, Speichertiefe und dem Pre- beziehungsweise Posttrigger sind der Triggerpegel und die Flanke des Triggerereignisses einstellbar. Zur Synchronisation mit externen Ereignissen steht ein TTL-Trigger-Ein-/Ausgang zur Verfügung. Quickie erreicht eine Analogbandbreite (-3 dB) von 25 MHz. Die gewandelten Werte werden in zwei bis zu 32 KSamples tiefe Speicher geschrieben, die am Ende der Aufzeichnungsphase vom PC weiterverarbeitet werden.

Die programmierbaren Parameter des Quickie-Boards im Überblick:

- Abtastrate: 50 MHz...1 MHz,
- Eingangsspannung:  $\pm 500$  mV,  $\pm 1$  V,  $\pm 2,5$  V,
- Triggerlevel: 1/16, 2/16 ... 15/16 der Eingangsspannung,

- Triggerkanal: Kanal 0, Kanal 1, externes TTL-Signal (Trigger in/out),
  - Triggerflanke: positive oder negative Flanke,
  - Posttrigger: 128 Samples bis 32 KSamples in 128er-Schritten
  - Speichertiefe: 256, 512, 1024, 2048 bis 32 KSamples
- Die Programmierung dieser Funktionen erfolgt über vier 8 Bit breite Register (Tabelle 1), die man vor dem Start der Quickie-Karte immer neu programmieren muß.

### Definiert Triggern

Nachdem Quickie durch ein Programm gestartet wurde (D7 im Kontrollregister = 1), beginnt ein Aufzeichnungszyklus. Ab jetzt

ist Bit 7 im Statusregister = 1. Die Triggerlogik wird erst nach einmaligem Vollschieben der programmierten Speichertiefe armiert und die vier MSB des Triggerkanals (D4...D7) des entsprechenden A/D-Wandlers mit dem in diesem Register in D0...D3 programmierten Wert verglichen. Wenn der programmierte Wert von unten (positive Flanke) beziehungsweise von oben (negative Flanke) überschritten wird, ist das Triggerereignis erkannt und der Posttriggercounter beginnt zu zählen. Nach dessen Ablauf meldet sich Quickie mit einer '0' in Bit 7 des Statusregisters als 'fertig'.

Neben den beiden Eingangsbuchsen existiert eine dritte BNC-Buchse, die Ein-/Ausgangsfunktionen rund um die Triggerung bereitstellt. Sie ist immer ein

Adresse	Lesezugriff	Schreibzugriff
Basis + 0x00h	Datenkanal 0	Kontrollregister
Basis + 0x02h	Datenkanal 1	Kanalparameter
Basis + 0x04h	-	Posttrigger
Basis + 0x06h	Status	Speichertiefe, Abtasttakt

Tabelle 1. Die Programmierung aller Quickie-Funktionen erfolgt über vier Register.

Ausgang, wenn nicht explizit im Kontrollregister dieser Kanal als Trigger programmiert ist. Als Ausgang zeigt dieses Signal mit einem Low-Pegel an, daß ein Trigger gefunden wurde. Als Eingang programmiert kann man hier ein TTL-Triggersignal zuführen. Die einzelnen Bits des Kontrollregisters haben in der Übersicht folgende Bedeutung:

D3...D0	Trigger
D4	Flanke
D5	Triggerkanal
D6	immer 0
D7	Start

Wobei wie oben angeführt mit Bit 7 gestartet, aber auch gestoppt wird. Das Schreiben einer 1 startet Quickie mit den eingestellten Parametern, eine '0' stoppt die Aufzeichnung. Eventuell aufgezeichnete Daten sind in diesem Fall ungültig. D5 wählt in Abhängigkeit von D3...D0 den Triggerkanal aus.

D3...D0	D5	Funktion
1h...Fh	0	Kanal 0
1h...Fh	1	Kanal 1
0	0	Softwarestart
0	1	TTL-Eingang

Eine '0' in D4 legt die Triggerarmierung auf eine negative Flanke fest, eine '1' ist dementsprechend für steigende Flanken zuständig. Diese Zuordnung gilt auch für den TTL-Eingang. Die Triggerschwellen für die Analogeingänge werden in D3...D0 mit den in Tabelle 2 angegebenen Werten eingestellt. Tabelle 3 gibt die absoluten Pegel für die unterschiedlichen Eingangsspannungsbereiche wieder. Die Auflösungen betragen im Bereich  $\pm 0,5$  V, 0,0625 V, im Bereich  $\pm 1$  V, 0,125 V und im  $\pm 2,5$ -V-Bereich 0,3125 V. Die Eingangsspannungsbereiche bestimmen die Werte im Register Kanalparameter:

D0, D1	Eingangsspannungsbereich Kanal 0
D2, D3	Eingangsspannungsbereich Kanal 1
D4-D7	reserviert, im 'mer 0
Bereichseinstellung s. nächste Spalte	

D3	D2	D1	D0	Pegel/Funktion
0	0	0	0	Triggerung erfolgt über TTL-Eingang oder Software
0	0	0	1	1/16 des Eingangsspannungsbereiches
0	0	1	0	2/16 des Eingangsspannungsbereiches
...	...	...	...	...
1	1	1	0	14/16 des Eingangsspannungsbereiches
1	1	1	1	15/16 des Eingangsspannungsbereiches

Tabelle 2. Die programmierbaren Triggerschwellen für die beiden Analogeingänge.

Eingang $\pm 0,5$ V	Eingang $\pm 1$ V	Eingang $\pm 2,5$ V	prog. Wert
-0,4375 V	-0,875 V	-2,1875 V	1h
-0,3750 V	-0,750 V	-1,8750 V	2h
-0,3125 V	-0,625 V	-1,5625 V	3h
...	...	...	...
-0,0625 V	-0,125 V	-0,3125 V	7h
0,000 V	0,000 V	0,000 V	8h
0,0625 V	0,125 V	0,3125 V	9h
...	...	...	...
0,3125 V	0,625 V	1,5625 V	Dh
0,3750 V	0,750 V	1,8750 V	Eh
0,4375 V	0,875 V	2,1875 V	Fh

Tabelle 3. Die absoluten Triggerspannungspegel in den einzelnen Eingangsbereichen.

D1 (D3)	D0 (D2)	Bereich
1	1	reserviert
0	1	$\pm 0,5$ V
0	0	$\pm 1$ V
1	1	$\pm 2,5$ V

D0...D2	Abtasttakt
D3	immer 0 schreiben
D04...D6	Speichertiefe
D7	immer 0 schreiben

Wert	Abtasttakt
0x00h	50 MHz
0x01h	25 MHz
0x02h	10 MHz
0x03h	5 MHz
0x04h	2 MHz
0x05h	1 MHz
0x06h	0,5 MHz

Die Parameter beider Kanäle sind unabhängig voneinander programmierbar, wobei darauf zu achten ist, daß die Verstärkung mit Relais geschaltet wird. Wenn man also am Eingangsspannungsbereich 'dreht', sollte auf die Prellzeit geachtet werden, die bei etwa 200 ms liegt.

### Die Tiefen des Speichers ...

Je nach Aufgabenstellung oder Bestückung der Transientenrecorder-Platine sind Abtastrate und Speichertiefe mit dem Register 0x06h einstellbar.

Wobei die Abtastrate in D6...D4 in festen Schritten von 500 Hz bis 50 MHz mit fünf Zwischenschritten wie folgt programmiert wird:

Die Speichertiefe ist in 2er-Potenzen einstellbar. Als minimale Speichertiefe stehen 256 Byte bereit, das Maximum stellen 32 KByte dar.

Der Posttrigger gibt an, wieviele Werte nach Erkennen eines Triggerereignisses noch aufgezeichnet werden. Er ist in 128er-Schritten in die relative Adresse 4h zu programmieren. Der entsprechende Wert errechnet sich mit:

Zu programmierender Wert = [(Posttrigger)/128] - 1

Wert	Speichertiefe
0x00h	256
0x01h	512
0x02h	1024
0x03h	2048
0x04h	4096
0x05h	8192
0x06h	16 384
0x07h	32 768

Alle Angaben zum Posttrigger beziehen sich auf das 'n'-fache des eingestellten Abtasttaktes.

Beispiele:

Posttrigger 128 Sample:  
(128/128) - 1 = 0

Posttrigger 8064 Sample:  
(8064/128) - 1 = 62 = 3Eh

Die Daten werden sequentiell unter der Adresse 0x00h und 0x02h gelesen und in zeitlich korrekter Reihenfolge geliefert. Ist einmal mit dem Auslesen der Daten eines Kanals begonnen worden, so muß dieser vollständig geleert sein, bevor der zweite ausgelesen werden kann. Das Triggerereignis befindet sich an der Position:

Speichertiefe - Posttrigger.

Ist der programmierte Posttrigger größer als die programmierte Speichertiefe, so werden nur Daten aufgezeichnet, die zeitlich nach dem Trigger liegen. Im umgekehrten Fall sind auch Daten im RAM, die zeitlich vor dem Trigger liegen.

### Adressen

Die Einstellung der Quickie-Basisadresse erfolgt mit den Jumpern J1...J8 (siehe ELRAD 9/94, Seite 39 ff.). Jumper J1 ist reserviert und darf nicht gesteckt sein. Die Brücken J2...J7 korrespondieren jeweils mit den Adreßleitungen A4...A9, Jumper J8 bedient A15 und muß immer gesteckt sein. Ein gesteckter Jumper bedeutet eine '0' in der Adresse, eine offene Brücke demnach eine '1'.

Beispiel: Für die Einstellung der Adresse 0x340h sind J1, 2, 4 und 8 gebrückt. *hr*

# WIE TEUER IST EIN 32-BIT EDA SYSTEM?

Der ULTiboard Challenger 700 (32 bit Schaltplan + Layout + Autorouter) kostet nur DM 1.995 zzgl. MwSt. Kapazität 700 pins. Aufrüstbar bis zu den größeren Systemen. Bis 31/12/94 mit GRATIS Ripup & Retry Autorouter!

Verfügbar von einer low-cost DOS-Version bis zur 32-bit PC und SUN Version mit unbegrenzter Kapazität. Besonders die REAL-TIME Features sprechen den professionellen Designern an. Mit über 11.000 Anwendern weltweit gehört ULTiboard zu den führenden PCB-Layoutsystemen.



**ULTIBOARD**  
COMPUTER AIDED PCB DESIGN



**ULTIMATE**  
TECHNOLOGY

Hauptsitz: NL  
Tel. 00-31-2159-4444  
Fax 00-31-2159-43345

©

Taupe El. Design Tel. 030 - 6959250 Fax -6942338  
Infocomp Tel. 09721-18474 Fax -185588  
PDE CAD Systeme Tel. 08024-91226 Fax -91236  
Kmega Tel. 07721-91880 Fax -28561

VOM KONZEPT ZUM PLOT IN EINEM TAG

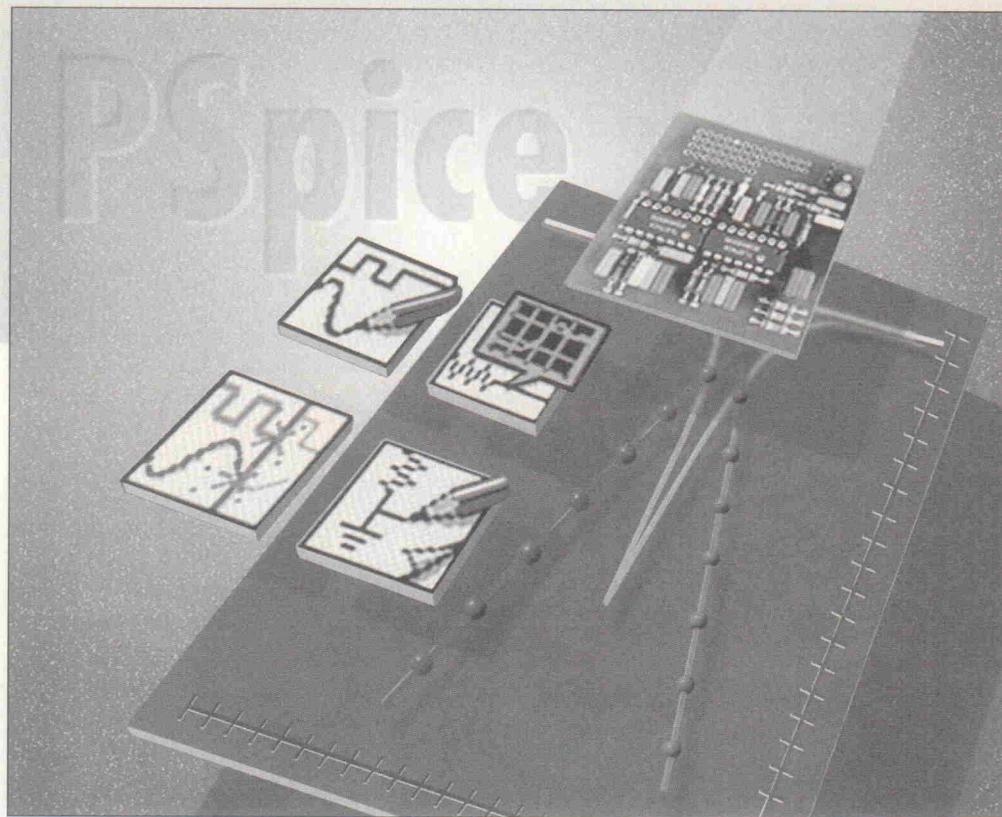
# Schaltungssimulation mit PSpice

## Teil 3: Modellierung mit SPICE-Makro- modellen

Entwicklung

Stephan Weber

Das neben dem Transistor zweite wichtige aktive Bauelement der Elektronik – der Operationsverstärker – steht im Mittelpunkt dieses Teils. Nicht nur weil er aus keiner Analogschaltung wegzudenken ist, sondern auch, weil an ihm sehr schön die Vor- und Nachteile der Makromodellierung erkennbar sind.



Operationsverstärker sind in der Praxis wesentlich einfacher zu verstehen als die in der letzten Folge behandelten Transistoren. Ein Standard-OP hat zwar mindestens fünf Anschlüsse (Bild 14), aber diese haben im Gegensatz zum Transistor klar definierte Funktionen. Damit am Ausgang überhaupt etwas passieren kann, muß eine positive und eine negative Betriebsspannung ( $V_{cc}$ ,  $V_{ee}$ ) angeschlossen sein. Darüber hinaus gibt es einen niederohmigen Ausgang und – das ist die Besonderheit – zwei hochohmige Eingänge. Optional sind bei manchen Typen auch noch Pins zum Offset-Abgleich oder zur Frequenzkompensation vorhanden. Wie groß die Ausgangsspannung ist, ergibt sich im Idealfall ganz einfach aus dem Zusammenhang:

$$U_a = V_u(\omega) \cdot (U_p - U_n)$$

Bei tiefen Frequenzen und solange der OP nicht in die Begrenzung läuft, ist die Span-

nungsverstärkung  $V_u(\omega)$  sehr hoch (typisch  $10^5 \dots 10^6$ ), sinkt aber schon bei einigen Hz kontinuierlich. An der Gleichung läßt sich erkennen, daß nur die Differenz der Einzelspannungen  $U_p - U_n$  entscheidend ist und nicht deren absolute Werte. Schaltungstechnisch realisieren die Halbleiterhersteller dies durch einen Differenzverstärker am OP-Eingang. Außerdem erkennt man, daß die Eingänge  $E_p$  und  $E_n$  entgegengesetzte Vorzeichenwirkung haben. Entsprechend wird  $E_p$  als nichtinvertierender Eingang und  $E_n$  als invertierender Eingang bezeichnet.

Beim OP handelt es sich um einen reinen Spannungsverstärker, mit anderen Worten: Ein- und Ausgangsströme spielen im Idealfall keine Rolle. Es gibt aber auch andere Verstärkervarianten wie beispielsweise die Operational-Transkonduktanz-Verstärker (OTA), sie bieten einen Stromausgang oder speziell für hohe Frequenzen die so-

genannten Transimpedanz-Verstärker mit Stromeingang.

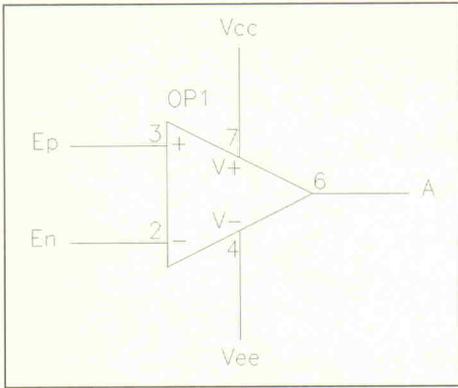
### Die Rückkopplung macht's

Mit all den aufgezeigten Eigenschaften hat man einen nahezu idealen Verstärker. Aber meistens braucht man gar keine so hohe Verstärkung, dafür lieber eine größere Bandbreite. Zum Glück gibt es die Gegenkopplung. Dazu wird ein Teil des Ausgangssignals auf den Eingang zurückgeführt. Art und Stärke der Rückkopplung hängen vom Einsatzzweck der Schaltung ab. Bild 15 zeigt die typische Standardbeschaltung für einen nichtinvertierenden Verstärker mit einer Verstärkung von zehn. Es gilt:

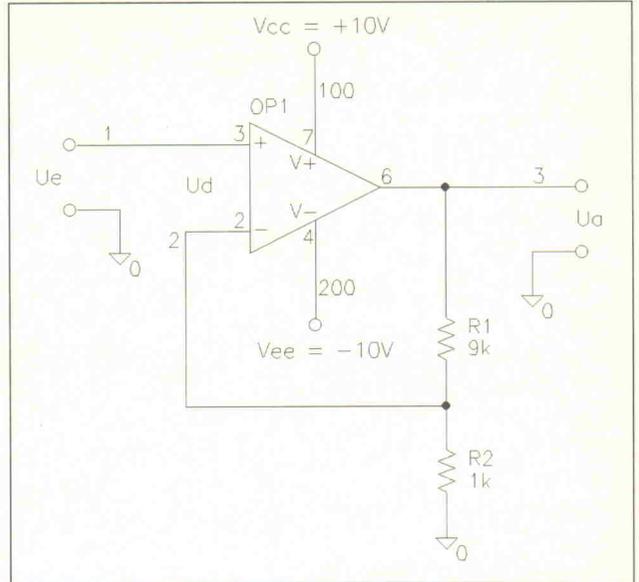
$$U_a = U_e / (1/N_u + R_2 / (R_1 + R_2))$$

Wenn man jetzt bedenkt, daß  $V_u$  sehr hoch ist, gilt mit guter Genauigkeit:

$$V = (R_2 + R_1) / R_2$$



**Bild 14. Der Operationsverstärker mit seinen Anschlüssen.**



**Bild 15. Der nichtinvertierende Verstärker ist eine Standardbeschaltung des OP.**

Wozu benötigt man hier noch eine Simulation? In Verbindung mit PSpice sind derartig einfache Berechnungen kaum interessant. Wichtig wird die Simulation jedoch dann, wenn man berücksichtigt, dass reale OPs keine idealen Bauelemente sind. So verfügen sie nicht über eine unendlich hohe Spannungsverstärkung, bieten keinen beliebig niedrigen Ausgangswiderstand und setzen der Eingangssignalquelle nur einen endlichen Widerstand entgegen. Im Innern befindet sich nämlich nichts anderes als viele reale, nicht perfekte Transistoren. Jetzt ist auch verständlich, warum es so viele

unterschiedliche Typen gibt: solche mit möglichst geringen Eingangsströmen, geringem Rauschen, möglichst hoher Bandbreite und so weiter.

### Step by Step

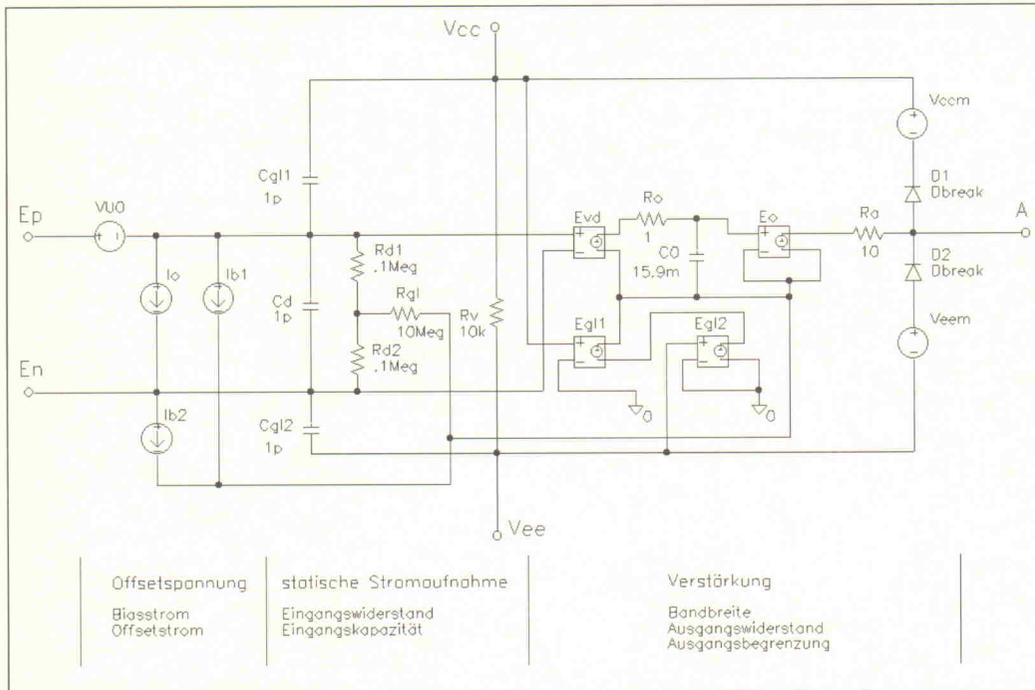
Bei Verwendung nichtidealer OPs entstehen Probleme, die ohne Simulation kaum im Vorfeld – also während der Schaltungsentwicklung – zu lösen sind. Voraussetzung für eine aussagekräftige Simulation ist natürlich, daß gerade die nichtidealen OP-Eigenschaften genau genug modelliert sind. Wie bei der Entwicklung der Transi-

stormodelle ist es auch hier sinnvoll, in kleinen Schritten vorzugehen. Daher soll das Verhalten des Operationsverstärkers zunächst an einer Ersatzschaltung, dem Subcircuit aus Bild 16, aufgezeigt werden. Es berücksichtigt die folgenden Punkte:

– endliche Spannungsverstärkung,

- Eingangs- und Ausgangswiderstände,
- Eingangsfehlerströme und -spannungen,
- statische Stromaufnahme,
- endliche Ausgangsspannung.

Diese Schaltung per Hand durchzurechnen ist ziemlich aufwendig. Die PSpice-Subcircuit-Datei (Listing 7) sieht da schon übersichtlicher aus. Neu ist die Benutzung einer Poly-Quelle. Hier am Beispiel einer spannungsgesteuerten Span-



Offsetspannung  
Biasstrom  
Offsetstrom

statische Stromaufnahme  
Eingangswiderstand  
Eingangskapazität

Verstärkung  
Bandbreite  
Ausgangswiderstand  
Ausgangsbegrenzung

```
.Subckt ua741 1 2 100 200 3
VU0 1 4 DC 5m
Io 4 2 DC 10n
IB1 4 6 DC 100n
IB2 2 6 DC 100n
Cd 4 2 1p
Cg11 4 100 1p
Cg12 2 200 1p
Rd1 4 5 0.1Meg
Rd2 2 5 0.1Meg
Rg1 5 6 10Meg
Rv 100 200 10k
Egl 6 0 Poly(2) 100 0 200 0 0
+ 0.5 0.5
Evd 7 0 4 2 0.1B6
Ro 7 8 1
Co 8 6 15.9m
Ea 9 6 8 6 1
Ra 9 3 10
Vccm 100 10 DC 2
Veem 11 200 DC 2
D1 3 10 d1
D2 11 3 d1
.Model d1 d N=0.1
.ENDS
```

**Listing 7. Die Subcircuit-Datei des vereinfachten OP-Modells.**

**Bild 16. Ein stark vereinfachtes OP-Modell zur Simulation, aber dennoch brauchbar.**

# WELCHES PCB-LAYOUTSYSTEM IST DER BESTE KAUF ?

Die Bedürfnisse für eine doppelseitige Eurokarte sind verschieden von denen für ein hochkomplexes Multilayer Motherboard. ULTiboard bietet eine (aufrüstbare) Lösung wo Sie nur für die Kapazität zahlen die Sie brauchen.

**ULTIBOARD**  
COMPUTER AIDED PCB DESIGN

Verfügbar von einer low-cost DOS-Version bis zur 32-bit PC und SUN Version mit unbegrenzter Kapazität. Besonders die REAL-TIME Features sprechen den professionellen Designern an. Mit über 11.000 Anwendern weltweit gehört ULTiboard zu den führenden PCB-Layoutsystemen.

**ULTIMATE**  
TECHNOLOGY

Taube El. Design    Tel. 030 - 6959250    Fax -6942338  
 Infocomp    Tel. 09721-18474    Fax -185588  
 Hauptstz.: NL    Tel. 00-31-2159-44444  
 PDE CAD Systeme    Tel. 08024-91226    Fax -91236  
 Kmega    Tel. 07721-91880    Fax -28561

V O M   K O N Z E P T   Z U M   P L O T   I N   E I N E M   T A G

```

OP-Verstärker
Vin 1 0 AC 1
Vcc 100 0 DC 15
Vee 200 0 DC -15
R1 300 2 9k
R2 2 0 1k
XOP 1 2 100 200 300 uA741
.Subckt uA741 1 2 100 200 3
...
.Ends
.Options Nomod Reltol=1e-6
.Probe
.OP
.AC dec 10 10 10Meg
.End

```

**Listing 8. PSpice-Datei für den 10fach-Verstärker aus Bild 15.**

nungsquelle mit der allgemeinen Syntax:

```

E1 A1 A2 Poly(1) E1 E2 k0 k1
k2 k3 ...
E2 A1 A2 Poly(2) E1 E2 E3 E4
k0 k1 k2 k3 ...
...

```

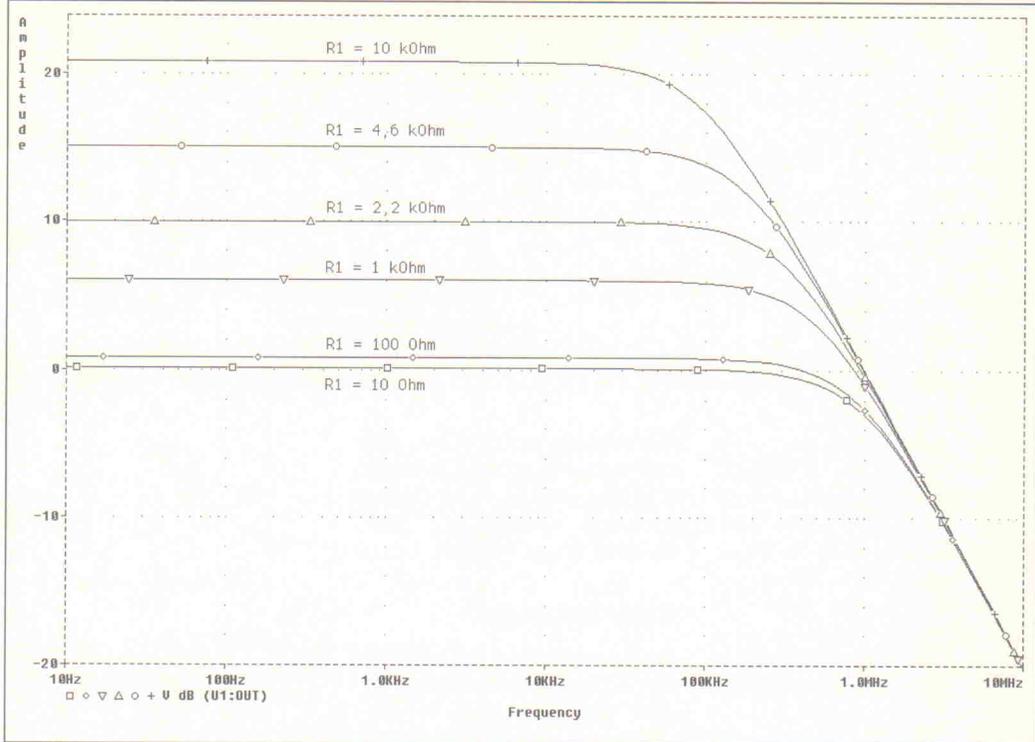
und der Funktion:

$$U_A [U_E = V(E_1, E_2)] = V(A_1, A_2) = k_0 + k_1 \cdot U_E + k_2 \cdot U_E^2 + \dots + U_E$$

$$U_A = k_0 + k_1 \cdot U_{E1} + k_2 \cdot U_{E2} + k_3 \cdot U_{E1}^2 + k_4 \cdot U_{E1} \cdot U_{E2} + k_5 \cdot U_{E2}^2 + \dots + U_{E1} \cdot U_{E2}$$

Bei höheren Dimensionen wird die Benutzung relativ unübersichtlich, so daß PSpice eine andere Möglichkeiten bietet, Polynome oder gar allgemeine mathematische Funktionen zu benutzen. Dazu mehr in einer der nächsten Folgen. Da die Schematic-Bibliotheken des Design-Center unter Windows keine Poly(2)-Quelle bieten, muß man sich hier anders behelfen, zum Beispiel mit zwei einfachen spannungsgesteuerten Spannungsquellen (Eg11, Eg12), wie in Bild 16 zu sehen.

Mit diesem Modell kann man den Verstärker aus Bild 15 simulieren, zum Beispiel mit der AC-Analyse: `.AC dec 1 10Meg 10` (Listing 8). Jedoch läßt sich in der Windows-Version das Modell in dieser Form nicht zu der Komplettschaltung nach Bild 15 vervollständigen, da der Schematic-Editor nach 25 platzierten Elementen (bei der DOS-Version sind es immerhin 64) bereits streikt. Umgehen läßt sich das Problem dadurch, daß man entweder auf einige für die Simulationsergebnisse unwichtige Elemente wie etwa die beiden Schutzdioden (D1, D2) verzichtet oder aber wie beim Transistormodell in der letzten Folge verfährt und sich mit der Subcircuit-Datei eine neues Bauelement definiert.



**Bild 17. Die Kurven verdeutlichen die Abhängigkeit der Bandbreite von der eingestellten Verstärkung.**

Interessant ist es auch, R1 mit einer `.Step`-Anweisung schrittweise von 10 Ω bis 10 kΩ zu variieren und die obere Grenzfrequenz zu beobachten (Bild 17). Hier hat der OP sehr wohl

einen Einfluß, und man kann Verstärkung gegen Bandbreite eintauschen. Die allgemeine Syntax von `.STEP` lautet:

```

.STEP [Sweep Type] <Variable>
<Startwert> <Endwert>
<Increment/Anzahl der Punkte>

```

In der Windows-Version findet man diese Anweisung unter `Analysis/Setup/Parametric`. Zuvor muß im Schaltplan noch die zu verändernde Größe definiert werden. Dazu holt man sich mittels `Draw/Get New Part` die `.PARAM`-Anweisung, die sich in der Library `special.slb` befindet, definiert sich eine Variable

(z. B. `R_WERT`) und trägt den Namen beim Widerstand R1 – versehen mit geschweiften Klammern – als `'Value'` ein. Jetzt erst läuft die Simulation reibungslos durch.

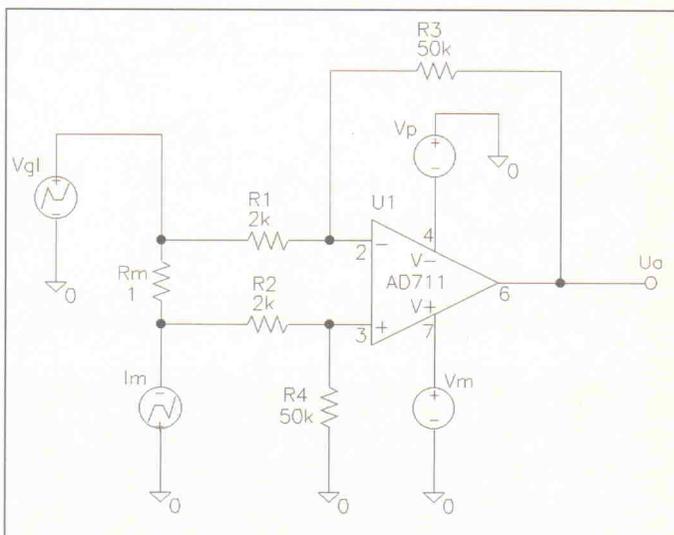
Für viele Anwendungen ist die Offsetspannung  $U_o$  von Bedeutung. Sie sorgt dafür, daß bereits bei  $U_e = 0$  am Ausgang eine Spannung entsteht. Ähnlich wirken auch der Offsetstrom  $I_o$  und die Biasströme  $I_B$ . Obiges Modell – die Werte orientieren sich am  $\mu A741$  und sind in dessen Datenblatt zu finden – ist noch keineswegs

```

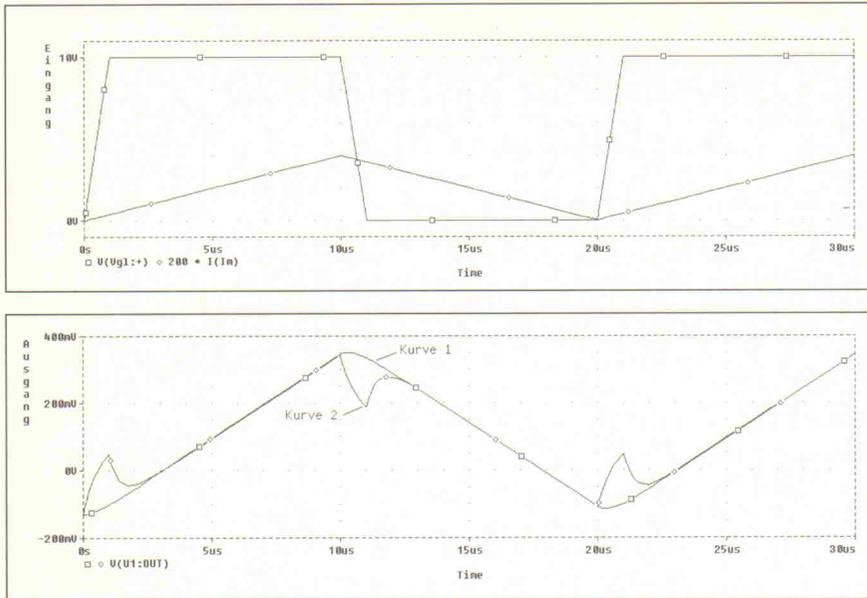
Meßschaltung mit OP-Verhalten
bei Gleichtaktimpulsen
Vp 100 0 DC 15
Vm 200 0 DC -15
X 5 4 100 200 300 AD711
R1 111 4 2k
R2 1 5 2k
R3 300 4 50k
R4 0 5 50k
Vg1 111 0 pwl(0 0 1u 10 10u 10
+ 11u 0 20u 0 21u10)
Im 0 1 pwl(0 0 10u 20m 20u 0
+ 30u 20m)
Rm 111 1 1
.Subckt AD711 1 2 100 200 3
VUo 1 4 DC 5m
Io 4 2 DC 1p
IB1 4 6 DC 3p
IB2 2 6 DC 3p
Cd 4 2 2p
Cg11 4 100 1p
Cg12 2 200 1p
Rd1 4 5 10Meg
Rd2 2 5 10Meg
Rg1 5 6 1000Meg
Rv 100 200 10k
Eg1 6 0 Poly(2) 100 0 200 0
+ 0.5 0.5
Evd 7 0 4 2 0.1E6
Ro 7 8 1
Co 8 6 1.59m
Ea 9 6 8 6 1
Ra 9 3 10
Vp 100 10 DC 2
Vn 11 200 DC 2
D1 3 10 d1
D2 11 3 d1
.Model d1 d N=0.1
.Ends
.Tran 200n 30u 0 200n
.Probe
.End

```

**Listing 9. CIR-Datei zum Strommeßverstärker.**



**Bild 18. Messung kleiner Ströme: eine Aufgabe, die auf den OP zugeschnitten ist.**



**Bild 19.** Gleichtaktverhalten in der Simulation: oben die Eingangssignale, unten das Ausgangssignal für das einfache OP-Modell (□) sowie das angepaßte OP-Modell (◇) übereinander gelegt.

vollständig. Man denke nur an die dynamische Stromaufnahme, die Slew-Rate, Pole und Nullstellen im Frequenzgang, die Rauscheigenschaften oder die Gleichtaktunterdrückung (CMRR). Die Auswirkungen letzterer sollen im folgenden genauer betrachtet werden.

### Etwas Meßtechnik

Eine praxisrelevante Aufgabe ist beispielsweise die Messung kleiner Ströme (Bild 18). In der zu messenden Leitung liegt ein kleiner Meßwiderstand  $R_m$  (Shunt). Ein OP verstärkt den Spannungsabfall über  $R_m$  auf einen auswertbaren Pegel. Dabei darf der Spannungsverlust an den Zuleitungen keinen nennenswerten Einfluß haben. Eine mögliche Anwendung ist die Bestimmung des Ausgangskennlinienfeldes  $I_C(U_{CE}, I_B)$  eines Transistors mit Shunt im Kollektor. Diese meßtechnische Aufgabe scheint für den OP prädestiniert. Hier soll eine Spannungsdifferenz ermittelt werden, und der Gleichtaktanteil soll nicht in die Messung eingehen. Als Beispiel dienen eine trapezförmige Gleichtaktspannung (Vgl.) und ein dreieckförmiger Meßstrom (Im). Bei idealer Gleichtaktunterdrückung dürfte am Ausgang nur eine verstärkte

Dreiecksspannung sichtbar sein. Der Verstärkungsfaktor der Schaltung ergibt sich für  $R_1 = R_2 = 2 \text{ k}\Omega$  und  $R_3 = R_4 = 25 \text{ k}\Omega$  sowie  $R_m \ll R_1$  zu  $R_3/R_1 = 25$ . Listing 9 zeigt die .cir-Datei mit dem vereinfachten OP-Modell – jetzt allerdings mit Modellwerten für den schnelleren FET-OP AD711.

Kurve 1 in Bild 19 unten zeigt das Simulationsergebnis für die beiden Eingangssignale (Bild 19 oben). Leider ähnelt die Realität eher dem Verlauf der Kurve 2 in Bild 19 unten, denn es entstehen in der Praxis deutliche Nadelimpulse, welche genau dann auftreten, wenn die Gleichtaktspannung sich schnell ändert. Diese Störimpulse machen eine genaue Strommessung fast unmöglich. Offensichtlich ist das verwendete Modell nicht gut genug gewesen. Die Erklärung liegt in der nur endlichen und stark frequenzabhängigen Gleichtaktunterdrückung eines OPs. Deshalb noch einmal zur internen Schaltungstechnik. Als OP-Eingang wird beim AD711 ein FET-Differenzverstärker, bestehend aus einer Stromquelle, zwei Transistoren und den Arbeitswiderständen, verwendet. Besitzt die Stromquelle einen unendlich hohen Innenwiderstand und sind sowohl die Arbeitswiderstände als auch die

Transistoren vollkommen identisch, verstärkt die Schaltung tatsächlich nur das Differenzsignal. Wenn jedoch die Stromquelle nicht ideal ist und kleine Herstellungsschwankungen zu differierenden Arbeitswiderständen und/oder Transistoren führen, dann entsteht eine Ausgangsspannung  $U_a$  auch dann, wenn keine Differenzspannung anliegt. Für  $U_a$  muß also gelten:

$$U_a = V_{UD}(\omega) \cdot (U_p - U_n) + V_{UGI}(\omega) \cdot 1/2(U_p + U_n)$$

Der Term  $1/2(U_p + U_n)$  ist gerade der Gleichtaktanteil der Ein-

gangsspannung und  $V_{UGI}$  ist die Gleichtaktverstärkung. In Datenblättern wird meistens das Verhältnis

$$CMRR = V_{UD}/V_{UGI}$$

als Gleichtaktunterdrückung angegeben. Glücklicherweise ist bei guten Operationsverstärkern  $CMRR \gg 1$ . Zu hohen Frequenzen hin wird die CMRR jedoch immer kleiner, so daß gerade in dieser Schaltung die CMRR nicht vernachlässigbar ist. Die Erweiterung für ein verbessertes – immer noch relativ einfaches – OP-Modell zeigt Bild 20 und Listing 10.

Benutzt man das verbesserte OP-Modell, so läßt sich der negative Einfluß der endlichen CMR auch in der Simulation erfassen (Kurve 2, Bild 19 unten). Eine Schaltungslösung, die sich in der Praxis besser verhält als ein einzelner OP, ist beispielsweise ein Instrumentenverstärker.

### Makro- oder Bauteilmodell?

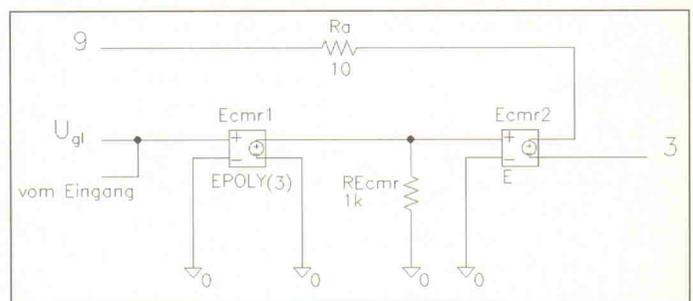
Irgendwann stellt man sich sicher die Frage, warum man zur Modellierung nicht einfach das Innenschaltbild des kompletten OPs mit seinen rund 50 Transistoren und Kondensatoren nimmt, es in einen Subcircuit packt und fertig ist das exakte OP-Modell. Zumal

```

Ra 9 33 10
Ecmr1 12 0 Poly(3) 1 0 2 0 6 0 0 0.5 0.5 -1
REcmr 12 0 1k
*Ecmr2 von Hand an Meßergebnisse angepaßt, da keine
Datenblattangaben
Ecmr2 3 33 12 0 0.04
...

```

**Listing 10.** CCMR-Erweiterung zum Strommeßverstärker.



**Bild 20.** Erweiterung des OP-Modells zur CMRR-Modellierung.

**SIND AUTOROUTER BESSER ALS INTERAKTIVE DESIGNER?**

Nein! Autorouter sind zwar schneller, aber ein guter Designer mit einem leistungsfähigen CAD-System ist qualitativ besser.

**ULTIBOARD** COMPUTER AIDED PCB DESIGN

Verfügbar von einer low-cost DOS-Version bis zur 32-bit PC und SUN Version mit unbegrenzter Kapazität. Besonders die REAL-TIME Features sprechen den professionellen Designern an. Mit über 11.000 Anwendern weltweit gehört ULTIBoard zu den führenden PCB-Layoutsystemen.

**ULTIMATE TECHNOLOGY**

Hauptsitz: NL  
Tel. 00-31-2159-44444  
Fax 00-31-2159-43345

Itaube El. Design  
Infocomp  
PDE CAD Systeme  
Kmega

Tel. 030-6959250 Fax-6942338  
Tel. 09721-18474 Fax-185588  
Tel. 08024-91226 Fax-91236  
Tel. 07721-91880 Fax-28561

VOM KONZEPT ZUM PLOT IN EINEM TAG

obiges Mini-Makromodell, welches nur das Klemmenverhalten nachbildet, auch langsam unübersichtlich wird, obwohl vieles noch gar nicht berücksichtigt ist. Hier gilt es, eine Reihe von Argumenten gegeneinander abzuwägen. Als Vorteile von Makromodellen lassen sich folgende Punkte aufzählen:

- leicht anpaßbare Komplexität und Genauigkeit,
- geringe Rechenzeiten,
- nur wenige Datenblattangaben erforderlich,
- einheitliches Grundmodell auch für völlig verschiedene OPs.

Auf der anderen Seite gibt es den Nachteil, daß die Genauigkeit nicht ganz so hoch ist. Bauteilmodelle hingegen bieten diese hohe Genauigkeit, jedoch gibt hier einige Nachteile in Kauf zu nehmen:

- genaues Innenschaltbild sowie - Transistorparameter müssen bekannt sein,
- sehr aufwendige Parametrisierung,
- hohe Rechenzeiten.

Insgesamt haben für normale Anwendungen bei der Modellierung von komplexeren ICs Makromodelle deutliche Vorteile, so daß auch die Hersteller meistens Makromodelle für die Simulation zur Verfügung stellen. Hier wird auch nur ein eingeschränktes Know-how über deren Produkte verbreitet. Für den Anwender besteht der große Vorteil eines Makromodells unter anderem darin, bestimmte Eigenschaften zu idealisieren und auszuwerten, ob die Schaltung sich dann besser verhält oder es zum Beispiel in einer bestimmten Hinsicht egal ist, welchen Typ man verwendet.

## Rauschen

Ein weiterer wichtiger Punkt in der Modellierung sind die Rauscheigenschaften. Schließlich möchte man auch in der Simulation feststellen können, ob es lohnt, einen teuren OP27 einzusetzen oder ob ein einfacher  $\mu$ A741 ausreichende Performance liefert. Die Ursache von Rauschen in elektronischen Schaltungen ist der Stromtransport durch einzelne Ladungsträger (meistens Elektronen). Jeder dieser Ladungsträger besitzt eine bestimmte Ladung, welche ein ganzzahliges Vielfaches der Elementarladung sein muß. Strom wird also in kleinen Schüben und nicht kontinuier-

lich transportiert, so daß Rauschen keinesfalls etwas Mystisches ist, welches die Halbleiterhersteller auf alchemistische Weise versuchen, in den Griff zu bekommen, sondern ein naturgegebenes Ereignis. Da bekanntermaßen die Bewegung der Elementarteilchen mit der Temperatur gekoppelt ist, hört der thermische Rauschprozeß erst am absoluten Nullpunkt auf. In einigen extrem rauscharmen Verstärkern wird deshalb durch Kühlung (z. B.  $-77^\circ\text{C}$ ) das Rauschen reduziert.

Zu diesem Grundrauschen können allerdings zusätzliche Rauschprozesse das Gesamtrauschen erhöhen (näheres über Rauschquellen in einer der nächsten Folgen). Rauschquellen sind meistens unkorreliert, so daß man sie nicht einfach linear, sondern nur quadratisch addieren kann:

$$U_{\text{ges}} = \sqrt{U_1^2 + U_2^2}$$

Dies hat zur Konsequenz, daß kleine Rauschteile praktisch vernachlässigbar sind und nur der größte Anteil das Gesamtrauschen bestimmt. Das läßt sich auch in der Simulation verdeutlichen. PSpice kann Rauschgrößen nur in der AC-Analyse berechnen. Daher läßt sich beispielsweise das Rauschen von Frequenzmischern in Rundfunkempfängern nicht erfassen, denn PSpice berechnet die AC-Analyse für jede Frequenz getrennt. Die Transientenanalyse ist dagegen immer – bis auf meist geringe Rundungsfehler – rauschfrei. Auch wenn die praktische Messung mit dem Oszilloskop das Gegenteil zeigt.

Listing 11 zeigt am Beispiel des Verstärkers aus Bild 15, wie man das Rauschverhalten erfassen kann. Neu ist die .Noise-Anweisung, welche immer zusammen mit einer AC-Analyse durchgeführt werden muß. Der erste Knoten steht für den Aus-

```
OP-Verstärker mit Rauschanalyse
Vin 1 0 AC 1
Vcc 100 0 DC 15
Vee 200 0 DC -15
R1 300 2 9k
R2 2 0 1k
XOP 1 2 2 100 200 300 uA741
.Subckt uA741 1 2 100 200 3
.....
.Ends
.Probe
.AC dec 10 10 10Meg
.Noise V(300) Vin 10
.End
```

**Listing 11. Rauschanalyse des 10fach-Verstärkers nach Bild 15.**

gangsknoten und der zweite für die Eingangsquelle. Die Zahl am Ende gibt an, in welchen Abständen im Frequenzband PSpice eine ausführliche Rauschanalyse ausgeben soll. Im OUT-File kann man sich das Simulationsergebnis im Detail ansehen. Ausgegeben wird das Rauschen am Ausgang (dort könnte man es auch relativ leicht messen) und die auf den Eingang bezogene Rauschspannung, welche meistens in Datenblättern angegeben ist. Es wird sogar ausgegeben, welches Bauelement bei welcher Frequenz welchen Anteil am Gesamtrauschen hat. Dies ersetzt mühsame Rechnungen per Hand und hilft, den 'Übeltäter' zu entdecken. In diesem Beispiel rauschen praktisch nur die Gegenkopplungswiderstände R1 und R2, so daß sich ein Gesamteingangsrauschen von  $3,87 \text{ nV}/\sqrt{\text{Hz}}$  ergibt.

Und was macht der OP? In diesem Modell erzeugt der OP so gut wie keine Störung. Das Rauschen muß also erst noch modelliert werden. Das Gesamtrauschen am Verstärkerausgang setzt sich allgemein aus den Rauschteilen der externen Widerstände sowie dem Spannungs- und Stromrauschen des OPs zusammen:

$$U_{\text{iges}}^2/\Delta f = 4kT \cdot R_{\text{ext}} + U_{\text{OP}}^2 + I_{\text{OP}}^2 \cdot R_{\text{ext}}^2$$

Die beiden letzten Anteile sind im bisherigen Makromodell nicht berücksichtigt und müssen nun mit in das Modell implementiert werden. Dafür wird das Rauschen eines Widerstandes (siehe Kasten) über gesteuerte Quellen am OP-Eingang hinzugefügt. Wichtig ist dabei, daß für jede Rauschquelle ein eigener Widerstand verwendet wird, damit die Rauschquellen unabhängig voneinander sind. Nach diesen Änderungen bestimmt praktisch nur das noch Eingangsspannungsrauschen des OPs das Gesamteingangsrauschen mit  $16,7 \text{ nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ . Der Rauschstrom bei den hier relativ niederohmigen Widerständen spielt keine Rolle. Listing 12 zeigt das Rauschmodell ohne den  $1/f$ -Anteil.

## Service

Leider bietet die Demo-Version von Parts nicht die Möglichkeit, auch OP-Modelle zu erstellen. Da jedoch auch die Vollversion die CMRR und das Rauschen nicht erfaßt, wurde ein kleines Modellierungsprogramm, in

```
.Subckt uA741 101 2 100 200 3
*Rauschspannungsquelle mit etwa
*4pA/sqrt(Hz) * 4 kOhm = 16 nV/sqrt(Hz)
R1r 12 0 1k
V1r 12 0 DC 0
H1r 101 1 V1r 4k
*Rauschstrom am
*nichtinvertierenden Eingang
4pA/sqrt(Hz)*0.25=1pA/sqrt(Hz)
R2r 13 0 1k
V2r 13 0 DC 0
F2r 1 0 V2r 0.25
*Rauschstrom am invertierenden
*Eingang
*4pA/sqrt(Hz)*0.25=1pA/sqrt(Hz)
R3r 14 0 1k
V3r 14 0 DC 0
F3r 2 0 V3r 0.25
*Bisheriges Modell
VUo 1 4 DC 5m
Io 4 2 DC 10n
IB1 4 6 DC 100n
IB2 2 6 DC 100n
Cd 4 2 1p
Cg11 4 100 1p
Cg12 2 200 1p
Rd1 4 5 0.1Meg
Rd2 2 5 0.1Meg
Rg1 5 6 10Meg
Rv 100 200 10k
Eg1 6 0 Poly(2) 100 0 200 0 0
+ 0.5 0.5
Evd 7 0 4 2 0.1E6
Ro 7 8 1
Co 8 6 15.9m
Ea 9 6 8 6 1
Ra 9 3 10
Vccm 100 10 DC 2
Vveem 11 200 DC 2
D1 3 10 d1
D2 11 3 d1
.Model d1 d N=0.1
.Ends
```

**Listing 12. Das Rauschmodell zum  $\mu$ A741.**

dem praktisch das Wissen dieser Folge (und etwas mehr) steckt, entwickelt. Es befindet sich unter dem Namen BOP-ELRAD.EXE abrufbereit in der ELRAD-Mailbox (Tel.: 05 11/ 53 52-401). Damit lassen sich gute OP-Modelle für den Hausgebrauch parametrisieren. Das dort Benutzte basiert auf dem in [3] beschriebenen OP-Modell, welches derzeit wohl eines der leistungsfähigsten ist. Aus dem reichhaltigen Angebot an Operationsverstärkerschaltungen beschäftigt sich die nächste Folge mit Oszillatoren und die übernächste mit nichtlinearen Rechenschaltungen. Zum Abschluß noch eine Korrektur zur dritten Folge: In Bild 6 fehlte die Diode DBC im Kollektorpfad des einfachen Transistormodells. In Bild 7 ist es richtig.

pen

## Literatur

- [1] U. Tietze, Ch. Schenk, 'Halbleiterschaltungstechnik', 10. Auflage, Heidelberg 1993
- [2] Frederiksen, 'Intuitiv IC-OpAmp', 1984
- [3] G. Schuller, H. Krüger-Elen-cwajg, 'Makromodellierung von Operationsverstärkern', Elektronik 14/15/16 1989

Hinweis: Fortsetzung aus Heft 9/94.

## Operationsverstärker (5)

**Diesmal geht es um Meßwertwandler: Gleichrichter für Effektiv- und Spitzenwert sowie um Trennverstärker.**

Als Beispiel zeigt Bild 49a einen kompletten Meßverstärker INA102 von Burr-Brown und Bild 49b dessen Pinbelegung. Wie man sieht, entspricht die Innenschaltung weitgehend der Differenzverstärkerschaltung aus Bild 36, Teil 3 dieser Reihe. Dieses IC kann ohne zusätzliche Bauelemente auf die Verstärkungen  $v = 1, 10, 100$  oder  $1000$  eingestellt werden. Auch hier ist entsprechend Bild 49c die obere Grenzfrequenz von der Verstärkung abhängig. Die wichtigsten Daten des INA102 sind:

$U_b = \pm 3,5 \dots 18 \text{ V}$ ,  
 $R_e = 10^{10} \Omega / 2 \text{ pF}$ ,  $I_e = 10 \text{ nA}$ ,  
 $\text{CMR} > 90 \text{ dB}$

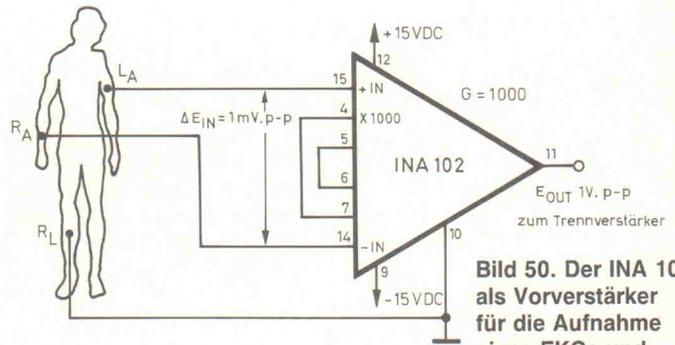
Bild 50 zeigt nun einen Vorverstärker zur Aufnahme eines EKG's (Elektrokardiogramm) oder anderer Bio-Spannungen. Wie zu sehen ist, hat sich der Aufwand mit diesem

3fach-OV-IC gegenüber Bild 36 extrem verringert. Bio-Spannungen sind meist sehr stark 'floatend', deswegen erfordert so ein Vorverstärker eine gut isolierte Stromversorgung, am besten Batterien (zwei 9-V-Batterien genügen) und eventuell auch eine galvanische Trennung zum Hauptverstärker, der einen Schreiber ansteuert, oder – nach Digitalisierung des Signals – auch einen Computer direkt anspricht. Die Trennung kann kapazitiv, induktiv oder optisch erfolgen. Als Trennverstärker mit beispielsweise 2-kV-Isolationsspannung empfiehlt Burr-Brown ihre Isolationsverstärker ISO100, 3650 und 3656. Eine erprobte Schaltung mit preiswerten Optokopplern und Standard-OVs ist am Schluß dieser Folge zu finden.

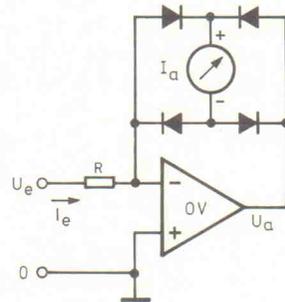
### Meßgleichrichter

Gleichrichter benötigen, um als solche zu funktionieren, eine 'Durchflußspannung' von mehr als  $0,7 \text{ V}$  bei Siliziumdioden. Bei niedrigeren Spannungen sperren diese Bauteile. Die meßtechnische Bearbeitung kleiner Wechsellspannungen ist also etwas problematisch. Die Rettung bringt auch hier ein OV, vorausgesetzt, er ist für die gleichzurichtende Signalfrequenz geeignet.

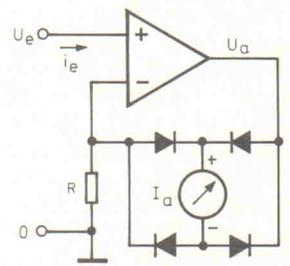
Für eine Analoganzeige mit floatendem Meßwerk (Zeigerinstrument) empfehlen sich die Prinzip-Schaltungen Bild 51a und 51b. In beiden



**Bild 50. Der INA 102 als Vorverstärker für die Aufnahme eines EKG's und anderer biologischer Signale.**



**Bild 51a. Vollweggleichrichtung zur analogen Anzeige (Zeigerinstrument) mit Eingangswiderstand  $R_e = R$ .**



**Bild 51b. Wie Bild 51a, aber mit sehr hohem Eingangswiderstand  $R_e$  (Elektrometerverstärker).**

Schaltungen werden beide Halbwellen der Eingangsspannungen  $U_c$  genutzt. Die eine Halbwelle in Bild 51a wird dabei im OV invertiert und gelangt danach über ein Diodenpärchen auf das Meßwerk, während die andere Halbwelle direkt über R und das andere Pärchen

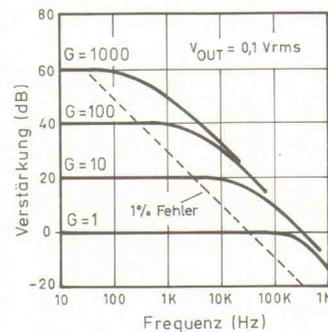
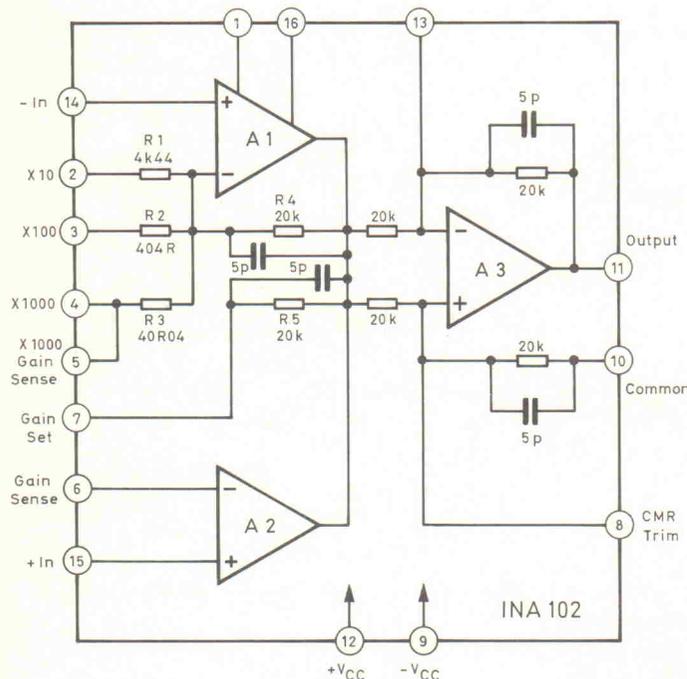
auf das Meßwerk geführt wird. Mit anderen Worten:  $U_c$  muß denselben Strom liefern, den das Meßwerk  $I_a$  benötigt, allerdings genügen Millivolt, da sich  $U_a$  des OV immer so einstellt, daß durch das Meßwerk stets der gleiche, invertierte Strom fließt wie durch R. Der Strom  $I_a$  durch das Meßwerk beträgt also stets:

$$I_a = |I_c| = |U_c| / R$$

Meist besser geeignet ist eine abgewandelte Elektrometerschaltung nach Bild 51b. Hier ergibt sich der Meßwerkstrom einfach zu:

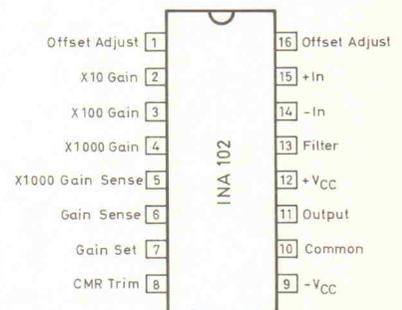
$$I_a = |U_c| / R$$

und der Eingangsstrom  $I_c$  ist praktisch Null, beziehungsweise ent-

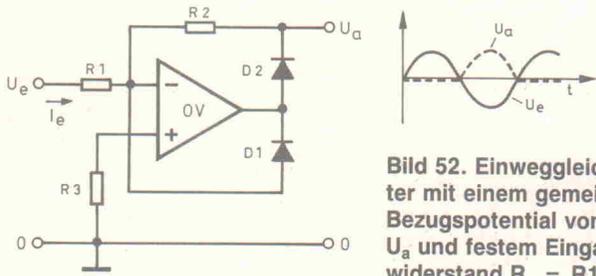


**Bild 49c. Frequenzgang des INA 102 bei verschiedenen Verstärkungsfaktoren.**

**Bild 49a. INA 102 von Burr-Brown. OV mit hochohmigen Eingängen und umschaltbarer, fester Verstärkung.**



**Bild 49b. Pinbelegung des INA 102.**



**Bild 52. Einweggleichrichter mit einem gemeinsamen Bezugspotential von  $U_e$  und  $U_a$  und festem Eingangswiderstand  $R_e = R1$ .**

Wenn alle Widerstände ( $R1$  u.  $R2$ ) gleich sind, ergibt sich folgende Arbeitsgleichung:

$$U_a = |U_e|/2$$

Einen konstanten Eingangswiderstand bietet die Schaltung in Bild 53b. Sind alle Widerstände  $R1$  gleich, ergibt sich die Ausgangsspannung  $U_a$  zu:

$$U_a = |U_e| \times R2/2 \times R1$$

Der Eingangswiderstand  $R_e$  beträgt dann:

$$R_e = R1 \times 2/3$$

Die Widerstände vom nichtinvertierenden Eingang des OV gegen Erde in den Bildern 52 und 53b

können für OV's mit FET-Eingang entfallen.

Die beschriebenen Vollweggleichrichter arbeiten bei Eingangsfrequenzen von über 1 kHz ohne zusätzliche Schaltungskniffe nicht ausreichend verzerrungsfrei. Die Ursache ist, daß die Kapazitäten der Dioden bei jedem Nulldurchgang umgeladen werden müssen. Abhilfe schafft die aus der Universität Stuttgart stammende Schaltung nach Bild 53c, in der nur ein Strom umgeschaltet wird. Das Eingangssignal gelangt zum einen direkt an die Basis von T1 und zum anderen über den als Inverter geschalteten OV an die Basis von T2. Durch die Anordnung von T1 und T2 als Differenzstufe übernimmt

spricht dem meist vernachlässigbaren Eingangsstrom des OV. Der Strom durch das Meßwerk wird in beiden Schaltungen durch die mechanische Trägheit desselben 'gemittelt'. Ist die Eingangsspannung also ein Sinus, muß der Meßwert mit dem Formfaktor 1,11 multipliziert werden, um den meist gewünschten Effektivwert zu erhalten. Sinnvoller ist es natürlich, den Widerstand  $R$  um den Faktor 0,9 gegenüber der Mittelwertberechnung zu erniedrigen, dann zeigt das Instrument den Effektivwert an, wenn die Eingangsspannung  $U_e$  eine Sinusspannung ist.

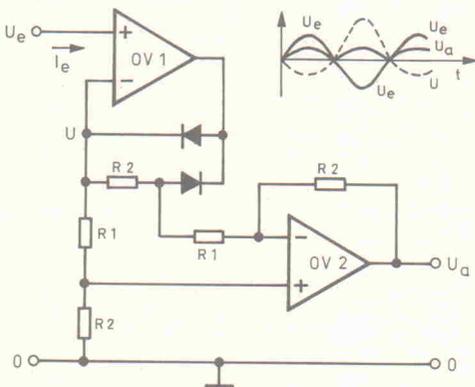
Die Anzeige der Effektivspannung des Eingangssignals mittels Zeigerinstrument ist heute eigentlich ein Sonderfall. Meist will man die gleichgerichtete Spannung irgendwie weiter verarbeiten, und dazu sollte sie 'massebezogen' sein. Ein weiterer Sonderfall ist die massebezogene Einweggleichrichtung. Sie wird zum Beispiel benötigt, wenn die positiven und die negativen Halbwelle einer massebezogenen Wechselspannung unterschiedliche Informationen übertragen. Eine geeignete Schaltung zeigt Bild 52. Die Übertragungsgleichung lautet:

$$U_a = (R2/R1) \times -U_e$$

Wie gezeigt, fällt die positive Eingangshalbwelle unter den Tisch. Bei relativ niederohmigen OV soll-

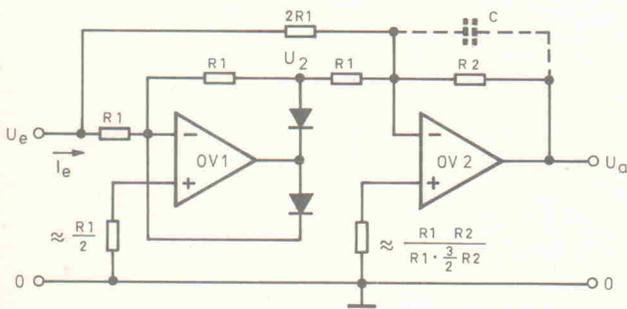
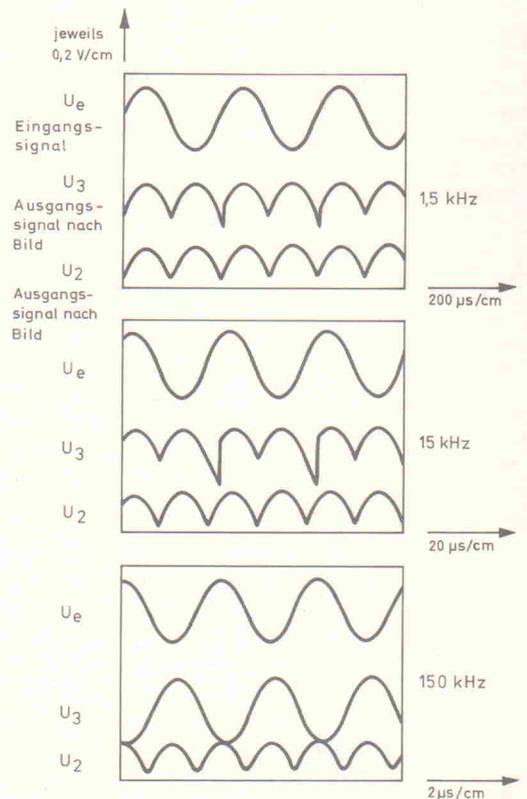
te der Widerstand  $R3$  gleich  $R1/3$  sein, ansonsten (FET-, CMOS-Eingang) wird er durch einen Kurzschluß ersetzt. Werden die Dioden D1 und D2 gewendet, richtet die Schaltung anstelle der negativen Halbwellen nun die positiven gleich.

Für Vollweggleichrichter mit gemeinsamem Bezugspotential bei Eingang und Ausgang werden im allgemeinen zwei OV's benötigt. Als Beispiel zunächst die Schaltung nach Bild 53a. Der Eingang  $U_e$  ist sehr hochohmig. Die Dioden bewirken, daß OV2 gleichpolig angesteuert wird, unabhängig von der Polarität (gegen Masse) der Eingangsspannung  $U_e$ . Ohne lange Theorie:



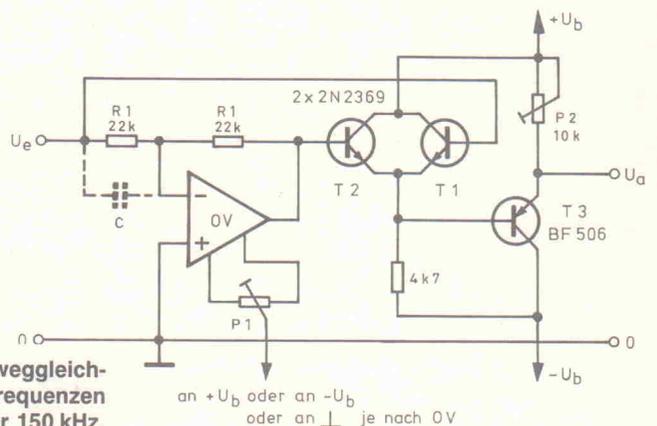
**Bild 53a. Vollweggleichrichter mit Elektrometer-Verstärker-Eingang.**

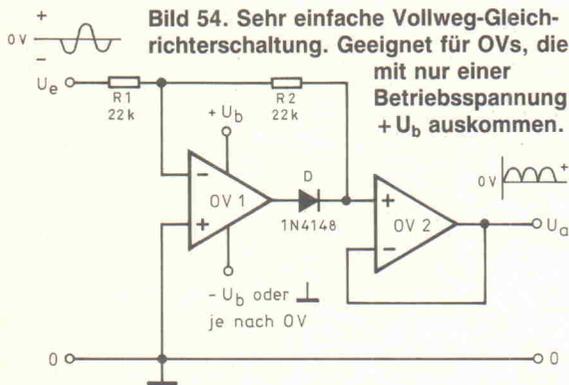
**Bild 53d. Vergleich der Schaltungen Bild 53b und 53c: Gleichrichtung von Sinusspannungen verschiedener Frequenz.**



**Bild 53b. Vollweggleichrichter mit festem Eingangswiderstand  $R_e = R1 \times 2/3$ .**

**Bild 53c. Vollweggleichrichter für Frequenzen bis über 150 kHz.**



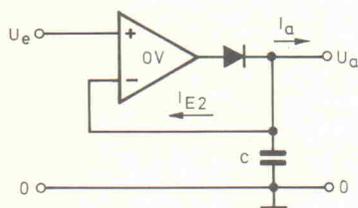


**Bild 54. Sehr einfache Vollweg-Gleichrichterschaltung. Geeignet für OV's, die mit nur einer Betriebsspannung +U<sub>b</sub> auskommen.**

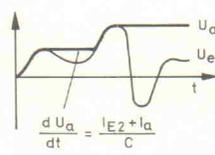
der Transistor, an dessen Basis die höhere Spannung anliegt, den mit R2 eingestellten Strom. Am Emittor liegt somit bereits die vollweggleichgerichtete Eingangsspannung U<sub>e</sub>. Der von den Basis-Emittor-Schwelspannungen bewirkte Offset wird durch die nachgeschaltete Emittor-Folgerstufe T3 kompensiert. Der genaue Nullabgleich dieses Ausgangsoffsets erfolgt mit dem Trimpoti P2, die Halbwellen-Symmetrie, wie üblich, mit P1. Für Frequenzen über 50 kHz kompensiert der 15 pF-Kondensator C die Phasenverschiebung des OV. Der Eingangswiderstand R<sub>e</sub> und der Ausgangswiderstand R<sub>i</sub> sind in dieser Schaltung nicht symmetrisch. Mit einem vor- oder nachgeschalteten OV läßt sich dieses, wenn erforderlich, beheben. Die Schaltung ist für alle gebräuchlichen Standard-OV's geeignet.

Die Oszillogramme zeigen – bei gleichen R1 = 22 kΩ – die Ein- und Ausgangssignale der Schaltungen aus Bild 53b und 53c bei verschiedenen Frequenzen. Während – abgesehen von der Vollweggleichrichtung – U<sub>a</sub> von Bild 53b bereits bei 1,5 kHz (U3) verzerrt ist, ist mit der Schaltung nach Bild 53c auch bei 150 kHz einwandfreie Vollweggleichrichtung möglich (jeweils Kurve U<sub>2</sub>). Sind die Transistoren gut thermisch gekoppelt, ist die Temperaturdrift von U<sub>a,eff</sub>/U<sub>e,eff</sub> < 100 ppm/K.

Eine besonders einfache Vollweggleichrichtung zeigt Bild 54. Bei der positiven Halbwelle von U<sub>e</sub> sperrt



**Bild 56. Spitzenwertgleichrichter.**



die Diode und das Signal wird über R1, R2 und den Spannungsfolger OV2 auf den Ausgang U<sub>a</sub> übertragen. Für die negative Halbwelle dient OV1 als Inverter und das invertierte Signal wird dem Ausgang in gleicher Weise zugeführt. Der Eingangswiderstand R<sub>e</sub> ist auch hier unsymmetrisch: für -U<sub>e</sub> = R1, für +U<sub>e</sub> praktisch unendlich. Wird R1 zu 22 kΩ gewählt, sind bis etwa 1 kHz keine zusätzlichen Verzerrungen zu erwarten. Diese Schaltung arbeitet mit dafür geeigneten OV's auch mit nur einer Betriebsspannung.

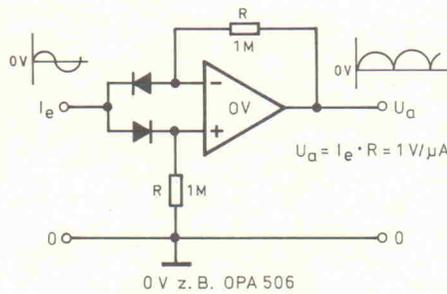
Einen stromgesteuerten Vollweggleichrichter zeigt Bild 55. Mit diesem können niedrigste Ströme mit Standard-Dioden gleichgerichtet werden, im gezeichneten Beispiel beträgt die Ausgangsspannung 1 V/μA, ansonsten gilt die Gleichung:

$$U_a = |I| \times R$$

Achtung: Bei diesem Stromgleichrichter wird die Schwellspannung der Dioden nicht kompensiert, diese bewirkt, je nach Stromrichtung, am Eingang einen Spannungsabfall von etwa 0,4...0,7 V. Die Schaltung benötigt einen OV mit hochohmigem (FET, CMOS) Eingang, beispielsweise den angegebenen OPA 506 von BB.

## Spitzenwertgleichrichter

Häufig ist auch der positive und/oder negative Spitzenwert einer Wechselspannung beziehungsweise



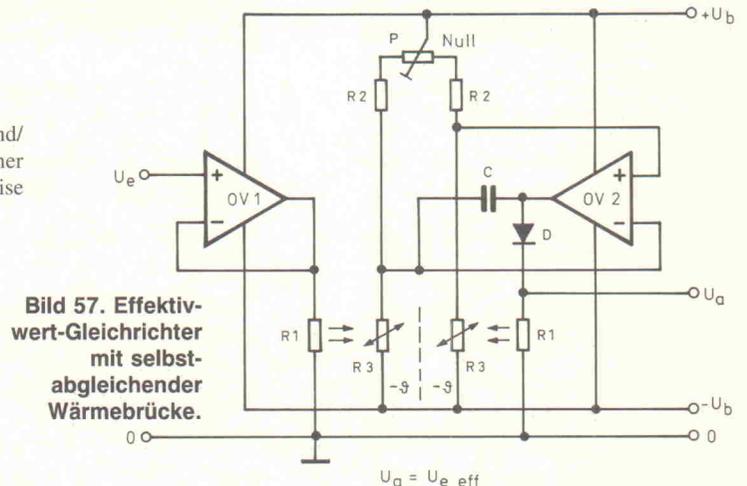
**Bild 55. Vollweggleichrichtender Stromspannungs-Wandler, U<sub>a</sub> = |I<sub>e</sub>| × R, hier also U<sub>a</sub> = 1 V/μA.**

variablen Gleichspannung von Interesse. Bild 56 zeigt das Prinzip zur Ermittlung des positiven Spitzenwerts. Bei diesem Spannungsfolger mit seinem sehr hochohmigen Eingang wird der Kondensator C am Ausgang U<sub>a</sub> über die Diode auf den positiven Spitzenwert der Eingangsspannung U<sub>e</sub> aufgeladen. Sobald die Eingangsspannung U<sub>e</sub> unter die Ausgangsspannung U<sub>a</sub> sinkt, schaltet der OV-Ausgang negativ durch und die Diode ist gesperrt. Der Kondensator entlädt sich dann mehr oder weniger schnell infolge des Verstärkereingangsstromes I<sub>e2</sub> und des Belastungsstromes I<sub>a</sub>. Ein OV mit FET- oder CMOS-Eingang ist daher sinnvoll. Es sei darauf hingewiesen, daß nicht jeder OV mit kapazitiver Last stabil arbeitet. Dieser Spitzenwertgleichrichter folgt sehr schnell dem jeweiligen positiven Spitzenwert der Eingangsspannung. Wie lange er diesen gespeichert hält, hängt von der Größe des Speicherkondensators und den Entladeströmen ab. Um diese klein zu halten, ist meist ein weiterer Spannungsfolger erforderlich, eventuell mit einem Entlade-widerstand am Eingang, um eine definierte Entladezeitkonstante zu

erhalten. Eine Umpolung der Diode ergibt den negativen Spitzenwert.

## Effektivwertgleichrichter

Per Definition entspricht der Effektivwert einer Wechselspannung (U<sub>eff</sub>) dem einer Gleichspannung, wenn beide in einem Wirkwiderstand die gleiche Wärmewirkung hervorrufen. Durch Vergleich dieser Wärmewirkung läßt sich mittels Gegenkopplung eine dem Effektivwert proportionale Gleichspannung erzeugen, die – in Grenzen – von der Kurvenform des Eingangssignals unabhängig ist. Eine dafür geeignete Grundschaltung ist die selbstabgleichende Wärmebrücke nach Bild 57. Zwei gleiche und konstante Widerstände werden durch die Eingangsspannung U<sub>e</sub> und die Ausgangsspannung U<sub>a</sub> in gleicher Weise aufgeheizt. Die Eingangsspannung kann dabei, solange der OV nicht übersteuert wird, eine beliebige Kurvenform aufweisen. Maßgebend ist allein ihr Effektivwert, der über die Wärmeentwicklung mit der Ausgangsspannung U<sub>a</sub> verglichen wird. Hierfür sorgen zwei gleiche Sensoren mit den temperaturabhängigen Widerständen R3, welche mittels der Widerstände R1 geheizt werden. Falls der Temperaturgang der Fühlerwiderstände linear ist, können deren Unsymmetrien mit dem Trimpoti P elektrisch ausgeglichen werden. Der über P und die Vorwiderstände R2 in die Sensoren R3 fließende Strom ist so niedrig zu halten, daß sie sich durch diesen nicht selbst erwärmen. Bei nichtlinearen Sensoren, zum Beispiel NTC-Widerständen, muß deren Temperaturgang gleich sein. Die beiden Heizer-Sensor-Paare sind thermisch entkoppelt, aber



**Bild 57. Effektivwert-Gleichrichter mit selbstabgleichender Wärmebrücke.**

$$U_a = U_{e \text{ eff}}$$

unter gleicher Umgebungstemperatur anzuordnen. OV2 ist über einen Kondensator zur Rauschunterdrückung gegengekoppelt.

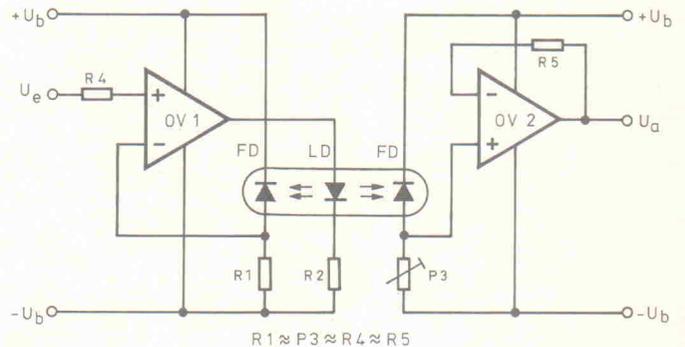
Mit getrennten Betriebsspannungen für OV1 und OV2 läßt sich auch eine manchmal erwünschte Potentialtrennung von  $U_e$  und  $U_a$  erreichen. Reicht der Strom von Standard-OVs zum Treiben der Heizer R1 nicht aus, müssen Leistungs-OVs oder extra Treiberstufen eingesetzt werden. Statt der temperaturabhängigen Widerstände R3 sind auch Diodenstrecken als Temperaturfühler geeignet. Die für Effektivwertmessungen erforderliche zeitliche Mittelung erfolgt über die Wärmeträgheit der Anordnung R1-R3. Diese Wärmeträgheit bringt aber auch Probleme mit sich, unter Umständen neigt dadurch OV2 zum Schwingen, was dann elektronisch kompensiert werden muß.

## Galvanische Entkopplung

Wie bereits erwähnt, tritt häufig das Problem großer Potentialunterschiede

zwischen Signalquelle und Weiterverarbeitungselektronik auf. Ob das Quellsignal dabei auf 'Bio-Potential' oder am 'heißen' Lichtnetzende liegt, ist im Prinzip egal. Wenn die Verarbeitung massebezogen erfolgen soll, muß eine sogenannte galvanische Trennung her. Heutzutage erfolgt die Signaltrennung meist über Optokoppler, bestehend aus Leucht- und Fotodiode im gemeinsamen, abgedunkelten Gehäuse. Leider sind diese Bauteile zwar preisgünstig, aber in ihrer Übertragungscharakteristik weder besonders linear noch konstant. Will man die zu übertragende Information nicht vorher digitalisieren, ist eine Paarung und von der Kennlinien abhängige Gegenkopplung angezeigt.

Bild 58a zeigt eine Möglichkeit. Eine Leuchtdiode (LD) bestrahlt zwei Fotodioden (FD). Eine davon befindet sich im Gegenkopplungskreis des Verstärkers für die LD. Somit wird die Helligkeit der LD so gesteuert, daß an den FDs ein der Eingangsspannung  $U_e$  proportionales Signal entsteht. Die Ausgangs-



**Bild 58a. Galvanische Trennung mittels Optokoppler, bestehend aus einer Leucht- und zwei Fotodioden. Infolge Gegenkopplung ist eine weitgehend lineare Signalübertragung gewährleistet.**

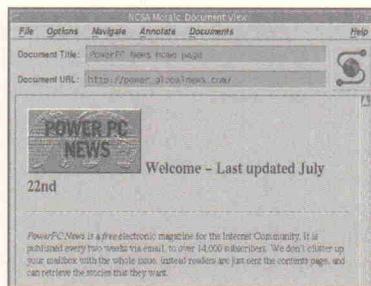
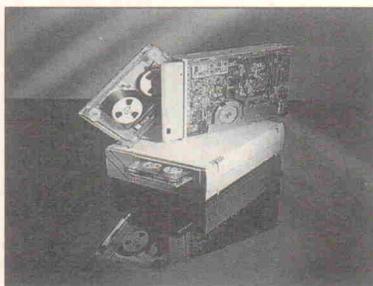
spannung  $U_a$  entspricht damit der Eingangsspannung  $U_e$ . Arbeitet man möglichst weit oberhalb des Dunkelstromes der Fotodioden, kann man mit P problemlos die Kennlinien und Beleuchtungsunterschiede beider Fotodioden ausgleichen. Sobald aber die Ein- oder Ausgangsspannungen sich den Betriebsspannungen nähern, verschlechtert sich die Linearität. Die meisten Optokoppler sind paarig ausgelegt, das heißt pro

LD eine FD, aber häufig mehrere 'Paare' in einem Gehäuse. Dann werden einfach zwei LDs in Reihe geschaltet, und es funktioniert. Alle Widerstände sollten etwa auf die gleiche Größe eingestellt sein, bei Ovs mit FET- oder MOSFET-Eingang können R4 und R5 entfallen, ihr Nennwert wird aus dem Datenblatt des Optokopplers ermittelt.

**Hinweis:** Fortsetzung in Heft 11/94.

## Das bringen

Änderungen vorbehalten



**Datensicherung:** Grundlagen zu Streamern, Backup-Software im Test

**Deutsche Datenautobahn:** Strukturen schon erkennbar

**X11-Emulation:** Ersetzt der Windows-PC ein 'richtiges' Terminal?

**VR in der Medizin:** Sind Roboter die besseren Chirurgen?

**Neue schnelle Speicher:** Der 2nd-Level-Cache wird überflüssig.

**Heterogene Vernetzung:** TCP/IP als Garant für die Kommunikation

**Switching-Techniken:** 'Store and Forward' oder 'Cut Through'?

**Multimedia-Anwendungen:** schnelle Übertragungstechniken notwendig

**Verteilte Datenhaltung:** Mainframe als Basis

**Moderne LAN-Techniken:** Alle Wege führen zu ATM

**Unix-Host-Connectivity:** TCP/IP unter SNA und MVS

**Multimedia-Datenbanken:** Stand der Dinge – Schwierigkeiten, Forschungsaktivitäten und Normungsbestrebungen

**Internet-Dienste ohne IP:** Ein Produkt namens Term macht's möglich

**X-Terminals:** Zwei davon im Test – mit Audio- und Video-Schnittstelle

**Datensicherung:** NetWorker von Legato hilft dem Operator

Heft 10/94 ab 15. September am Kiosk

Heft 10/94 ab 15. September am Kiosk

Heft 10/94 am 22. September am Kiosk

### Von EMUFs & EPACs

lauter 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 in Labor erleichtern, bzw. erst ermöglichen. Sie finden A/D- und D/A-Wandlertkarten, Multifunktionskarten, Timer- und Ein-/Ausgabekarten (auch optenkoppelt 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-Systems 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	398,— DM
KAT332-BS2	wie BS1, jedoch mit 82684, MAX244, RTC und Akku	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 Fertigtarte	498,— DM
KAT332-FB2	wie BS2, jedoch Fertigtarte	698,— DM
KAT332-FB1/SW	wie FB1, jedoch mit Software	598,— DM
KAT332-FB2/SW	wie FB2, jedoch mit Software	798,— DM
332-TermI/PC	spez. Terminalprogramm für PC	15,— DM
332-TermI/ST	spez. Terminalprogramm für Atari	15,— DM
332-DAT/IS 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 Fertigtarte 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	Teilbausatz für Version A. Enthält Leerkarte, LCA, GALs, SW u. Endblech	378,— DM
LOG50/32BBS	Teilbausatz für Version B. Enthält Leerkarte, LCA, GALs, SW u. Endblech	448,— DM
LOG50/32AFB	Fertigtarte Version A, mit Software	498,— DM
LOG50/32FBF	Fertigtarte 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	Fertigtarte ohne RAM, EPROM, RTC und seitl. Stifteisen	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-Quellenprogramm, das nach 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.
- Sparsachumfang 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-Quellenprogramms.
- 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
SY8052 Toolbox /MS-DOS	245,— DM
COMPRETRER-52 Komfortable Entwicklungssoftware 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
MCI/A51 (MCC) preisv. C-Compiler und Assembler	399,— DM

### MUC 552

64mm x 92mm großes Rechnermodul mit 80C552, 3 Speichersockel RTC/Batterie, Watchdog-Timer, 10Bit-AD/Wandler. Weitere Details im Katalog „Von EMUFs und EPACs“.

MUC 552	Fertigbaugruppe mit 32K RAM	360,— DM
MUC-ENT	Entwicklungspaket mit MUC 552, Unterkarte, BASIC, EEPROM	548,— DM

### ZWERG 11

Unser allerkleinster Rechner mit dem Motorola-HC11-Controller. Der Zwerg 11 hat eine Platinfläche 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. Entwicklungsumgeb.	ab ca. 250,— DM
ZWERG 11 ohne Software ab	1 St. 91,— 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	Fertigt., Umfang wie BS1	300,— DM
MOPS-FB2	Fertigt., Umfang wie BS2	380,— DM
MOPS-BE	MOPS-Betriebssystem für PC oder Atari	100,— DM

MOPS11V.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-Vorstufen 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

### 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 (löschar).

PICSTART/16B	original Microchip Starterkit	348,— DM
--------------	-------------------------------	----------

PIC-Processoren auch einzeln ab Lager lieferbar!

### QUICKIE

Der 50MHz-Transientenrecorder aus ELRAD 9/94. Vorgestellt von Michael Janz. Inclusive der beschriebenen Software MessQuick.

QUICKIE/FB	50MHz-Transientenrec./Fertigtarte	900,— DM
QUICKIE/LP	50MHz-Transientenrec./Leerkarte + MACH	auf Anfrage

### ispLSI/CPLD-Designer

Die Prototypenplatte zur Programmierung „im System programmierbarer Logik“ nach ELRAD 10/94 mit der LATTICE-Software pds1016 und den drei LATTICE-ispLSI Chips. Nur als Bausatz lieferbar.

ispLSI/BS	Leerkarte mit sämtlichen Bauteilen und der zugehörigen Software	auf Anfrage
-----------	---	-------------

### 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-CPUs/Controller (incl. Z 280). UCASM V7.1 Der tabellenorientierte universelle Cross-Assembler für fast alle 8-Bit (Zieltabellen für über 40 verschiedene im Lieferumfang). 2 PC-Disketten mit ausführlichem deutschen Handbuch 248,— DM

### BASIC-Briefmarke

beschrieben von Dr.-Ing. C. Kühnel in ELRAD 10/93. (und 9/94), weitere Artikel auch in Elektor 2/94 und Chip 10/93. Die Entwicklungssysteme wurden jetzt entschieden preiswerter!

BB/Starter Der Starterkit enthält den Basic-Compiler, das Handbuch, 1 Stück Basic-Briefmarke „A“ und eine Experimentier-Platine 299,— DM

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
MT/BS	Bausatz zu Band 1	148,— DM
MT1/FB	Betriebsfertige 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 Controllertechnik. 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	Optonez mit 537 unter Windows, Buch, LPs, SW	148,— DM
MC-TOOLS 13	8051-Applikationen Band 1, Buch, LPs, SW	119,— DM
MC-TOOLS 14	Datenerfass. 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 Universalprogrammierers 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-Systems 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 Zahlung von 1150,— DM (incl. MwSt.) in einen brandneuen ALL-07 umtauschen. Der neue Programmierer hat volle Garantie und Sie haben natürlich für ein Jahr kostenlos 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



# Platinen und Software

ELRAD-Platinen sind aus Epoxid-Glashartgewebe, sie sind gebohrt und mit Lötstopplack versehen bzw. verzinkt. Alle in dieser Liste aufgeführten Leerplatinen und Programme stehen im Zusammenhang mit Projekten der Zeitschrift ELRAD. eMedia liefert nur die nicht handelsüblichen Bestandteile. Zum Aufbau und Betrieb erforderliche Angaben sind der veröffentlichten Projektbeschreibung zu entnehmen. Die Bestellnummer enthält die hierzu erforderlichen Angaben. Sie setzt sich zusammen aus Jahrgang, Heft- und einer laufenden Nummer. Beispiel 119-766: Monat 11, Jahr 1989. Besondere Merkmale einer Platine können der Buchstabenkombination in der Bestellnummer entnommen werden: ds – doppelseitig, durchkontaktiert; oB – ohne Bestückungsdruck; M – Multilayer, E – elektronisch geprüft. Eine Gewähr für das fehlerfreie Funktionieren kann nicht übernommen werden. Technische Auskunft erteilt die ELRAD-Redaktion jeweils mittwochs von 10.00 – 12.30 und 13.00 – 15.00 Uhr unter der Telefonnummer 05 11/53 52-400.

## PC-Projekte

<b>Byte-Former</b> Seriell/Parallelwandler	86 101 46/ds	39,00
<b>IEEE488-PC</b> inkl. GAL	019-695/ds/E	73,00
<b>Uni Count</b> Timer/Zählerkarte	111-904/ds	70,00
<b>EPROM-Simulator</b>	040-816/ds/E	68,00
— Anwendungssoftware	S040-816M	29,00
<b>Achtung, Aufnahme</b>		
— AT-A/D-Wandlerkarte incl. 3 PALs + Recorder (Assemblieroutinen) 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
<b>Uni-KV</b> Hochspannungsgeneratorkarte	082-931	70,00
<b>Mepag</b> PC-Audiomeßsystem		
— Platine inkl. Testsoftware	102-935	64,00
<b>PC-SCOPE</b> 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
<b>UniCard</b> PC-Multifunktionskarte	041-877	70,00
<b>Lüfterregelung</b>	89 101 36B	9,00
<b>Hotline</b> PC-Spektrum-Analyser		
— 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
<b>Centronics-Umschalter</b>	101-901/ds	64,00
<b>OsziFace</b> 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
<b>GAL-Brenner</b>		
— GAL Brenner Platine inkl. Software	112-937	84,00
<b>SendFax-Modem</b>		
— Platine	071-891/ds	64,00
— EPROM	S071-891	25,00

<b>Messfolio</b> Portfolioerweiterungen		
— Speichererweiterung	082-929	49,00
— X/T Slot Platine	082-930	64,00
<b>Multi Port</b> PC-Multifunktionskarte		
— Multi Port Platine inkl. GAL	092-932	109,00
— Uniscif-Software, Diskette 3,5"	S092-932M	35,00
<b>Boundary Scan</b>		
— Testplatine + Software	122-939	40,00
<b>DCF-77 SMD</b> Mini-DCF-Empfänger	023-951	25,00
<b>IEEE-Busmonitor</b> inkl. Software	033-965	48,00
<b>Wandel-Board</b>		
— A/D-D/A-Karte inkl. GALs u. EPROM u. Software	033-968	98,00
<b>Wellenreiter</b>		
— Hauptplatine, 6 Filterplatinen, PC-Karte, DSP-EPROM, Controller-EPROM		
— Anwendersoftware	023-970	398,00
<b>InterBus-S-Chauffeur</b>		
— PC-Karte, GAL, SuPI, Treibersoftware	043-971	395,00
<b>Fuzzynierend</b> Fuzzy-Entwicklungssystem		
— incl. PALs, NLX230, Handbuch, Entwickler-Software (3,5")	053-973	268,00
<b>Schnittschnelle</b> Multiprotokoll-PC-Karte		
— Platine inkl. Monitor-EPROM, GALs und Handbuch	093-995/ds	398,00
— Bitbus-Master-EPROM	S093-995	198,00
<b>8 x 12 Bit</b> A/D-Wandler im Steckergehäuse	103-999/ds	35,00
<b>PC-CAN</b>		
— Platine, Monitor-EPROM		
— 2 GALs, Treibersoftware	123-1006	228,00
<b>PC-LA. PC-Logikanalysator</b>		
— Platine, GAL-Satz		
— LCA, Montageblech		
— Windows-Software	034-1010	448,00
— Vorverstärkerplatine	034-1011	29,00
<b>Sparschwein</b>		
— Low-Cost-IEEE-488-Board Platine + Diskette	074-1022	45,00
<b>Harddisk-Recording</b>		
— Platine	084-1025/ds	64,00
— GAL-Satz (3 Stück)	S084-1025	29,00

## Mikrocontroller-Projekte

<b>MOPS</b> 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
<b>MOPStight</b> Mini-board f. 68 HC 11		
— Platine und Software	024-1007	149,00
<b>MOPS Talk</b>		
— Platine und Betriebssoftware/EPROM	074-1024	85,00
<b>IE<sup>2</sup>IF-Modul</b> IEEE-488 Interface für EPCs	052-918/ds	46,00
<b>Von A bis Z 80</b>		
— Z-80-Controllerboard inkl. 2 GALs	052-919/ds	138,00
— Emulator-Platine	062-921	16,00
<b>535-Designer</b> 80535-Entwicklerboard	121-905	44,00
<b>BasiControl</b> 8052 EPC-Platine inkl. GAL	032-914	73,00
<b>Halbe Portion</b> EPC mit 68008 inkl. GAL	042-916/ds	89,50
<b>Z-Maschine</b> EPC mit Z280		
— Platine, Mach110, Monitor	023-952	248,00
<b>TASK 51</b> Multitasking f. 8051		
— Source auf 3,5"-Disk. (PC), Handbuch	S033-969	48,00
<b>51er-Kombi</b> inkl. GAL	053-972	82,00
<b>Tor zur Welt</b> Interface Board f. TMP96C141		
— Platine inkl. Trafo	113-1003/ds	185,00

<b>Bus-Depot</b> InterBus-S-Controller		
— Platine inkl. SuPI II und Handbuch	113-1002/ds	179,00
<b>Vport-152/k</b> 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
<b>Rex Regulus</b>		
— Miniproz.-Controllerplatine		
— Win Reg.-Simulationsprogramm Betriebsprogramm-EPROM	123-1004	229,00
<b>PIC-Programmer V.2.0</b>		
— 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
— PIC-Evaluationkarte	054-1014/ds/E	98,00
<b>Kat-Co 68 332</b>		
— Platine, EPROM-Satz		
— PC-Terminalprogramm		
— Handbuch	034-1009	272,00
<b>CANgate</b> CAN-Bus-Knoten		
— Platine	044-1012	45,00
— Update-EPROM f. PC-CAN	S044-1013	98,00

## Atari-Projekte

<b>ST-Uhr</b>		
— GAL	041-875	14,50
<b>Lüfterregelung</b>	89 101 36B	9,00
<b>Aufmacher II</b> A/D-D/A am ROM-Port	081-892	52,00
<b>Hercules-Interface</b> serieller CRT-Controller	081-893	64,00
— EPROM	S081-893	25,00
<b>Centronics-Umschalter</b>	101-901/ds	64,00
<b>OsziFace</b> 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
<b>SendFax-Modem</b>		
— Platine	071-891/ds	64,00
— EPROM	S071-891	25,00
<b>Atari ST-Home-Interface</b>		
— Interface	101-899/ds	38,00
— Steuersoftware	S101-899A	30,00
<b>19-Zoll-Atari</b>		
— 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, 1EPROM und Software	033-966/ds	179,00
— SCSI-EPROM einzeln	S033-966	49,00
<b>ST-Messlab</b>		
— Platinensatz + Software + GAL	023-941	568,00
— Einzelplatinen auf Anfrage		

So können Sie bestellen: Um unnötige Kosten zu vermeiden, liefern wir nur gegen Vorkasse. (Bestellsumme zuzüglich DM 6,- für Porto und Verpackung). Folgende Zahlungsverfahren sind möglich: Einsetzung eines Verrechnungsschecks, einmalige Abbuchung von Ihrem Konto sowie Überweisung auf unser Konto bei der Kreissparkasse Hannover, Konto-Nr. 4408 (BLZ 250 502 99). Schecks werden erst bei Lieferung eingelöst. Wir empfehlen deshalb diesen Zahlungsweg, da in Einzelfällen längere Lieferzeiten auftreten können.

Ihre Bestellung richten Sie bitte an:



eMedia GmbH  
Bissendorfer Straße 8  
30625 Hannover

## Software

<b>Flowlearn</b> Vers. 2.6. Regelungssimulationsprogramm	98,00
— Update 2.3 auf 2.6 gegen Einsendung der Originaldiskette	48,00
<b>LabPascal</b> 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

## Audio-Projekte

<b>Röhren-Endstufe mit EL84</b>		
— Endstufe	032-912	46,00
— Netzteil	032-913	43,00
<b>SP/DIF-Konverter</b> TTL/LWL-Umsetzer	101-900	7,50
<b>Beigeordner</b>	080-842	35,00
<b>µPA</b>	011-867/ds	14,00
<b>MOSFET-Monoblock</b>	070-838	25,50
<b>Mepeg</b> PC-Audiomeßsystem		
— Platine inkl. Testsoftware	102-935	64,00
<b>IR-Fernbedienung</b>		
— Sender/Empfänger inkl. Netzteil	022-908	49,00
— Motorsteuerung	022-909/ds	54,00
<b>Browne Ware</b> 18 Bit Audio-D/A-Wandler	042-915/ds	64,00
<b>Surround Board</b>	084-1026	75,00

## Sonstige Projekte

<b>PLL-Frequenz-Synthesizer</b>	090-849	32,00
<b>Modo-Step</b> Bi/Unipolare Schrittmotortreiber		
— Uni Step	062-922	45,00
— NT Step	062-924	45,00
<b>Drive</b> Servotreiber	102-936	45,00
<b>9-Bit-Funktionsgenerator</b>		
— Frontplatine, Hauptplatine, 1 GAL, 3 EPROMs	032-910	160,00
<b>LowOhm</b>	011-868/ds	32,00
<b>LF-Empfänger</b> Längswellenempfänger	042-917/ds	64,00
<b>V-24-Treiber</b> optoentkoppelt	013-940	25,00
<b>Her(t)zflimmern</b> Bildfrequenzmeßgerät, 2 Pl.	063-976	64,00
<b>Voll Dampf Hygrometer</b>	093-996	69,00
<b>Opto-Schritte RS-232/LWL-Wandler</b>		
— Platine 10-m-Adapter	063-977	38,00
— Platine 50-m-Adapter	063-978	38,00
— Platine Repeater	063-979	42,00
<b>Stellvertreter</b> Konverter RS-232/IEEE-488		
— Platine, Firmware-EPROM	024-1008/ds/E	89,00
<b>VMEconomy</b>		
— 12-BitA/D-Wandlerkarte für den VME-Bus		
— Platine und GAL	064-1019/ds	129,00
<b>Entwicklungshilfe</b>		
— 64 KWorte Speichererweiterung für DSP-Starter-Kit + GAL	064-1020/ds	79,00
<b>24 fixe Sterne</b>		
— Träger-Board für NavCore V	074-1023	68,00

Telefonische Auskünfte nur von 9.00 – 12.30

Tel.: 05 11/53 72 95  
Fax: 05 11/53 52-147

# balü<sup>®</sup> electronic

20095 Hamburg  
Burchardstraße 6 – Sprinkenhof –  
☎ 0 40/33 03 96

24103 Kiel  
Schülperbaum 23 – Kontorhaus –  
☎ 04 31/67 78 20

23558 Lübeck  
Hansestraße 14 – gegenüber dem ZOB  
☎ 04 51/8 13 18 55

## K KUNITZKI ELEKTRONIK

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

Qualitäts-Bauteile für den  
anspruchsvollen Elektroniker  
**Electronic am Wall**  
44137 Dortmund, Hoher Wall 22  
Tel. (02 31) 1 68 63

## Armin elektronische Hartel und Zubehör

Frankfurter Str. 302 ☎ 06 41/2 51 77  
35398 Giessen

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

## KRAUSS elektronik

Turmstr. 20, Tel. 0 71 31/6 81 91  
74072 Heilbronn

Warum  
immer  
hinterherlaufen?

## ELRAD

gibt's auch  
im Abo.  
Bequem und  
preiswert.

Nutzen Sie die  
Abo-Bestellkarte in  
der Hefmitte.



## JANTSCH-Electronic

87600 Kaufbeuren (Industriegebiet)  
Porschestraße 26, Tel.: 0 83 41/1 42 67  
Electronic-Bauteile zu  
günstigen Preisen

## RADIO MENZEL

Elektronik-Bauteile u. Geräte  
30451 Hannover · Limmerstr. 3-5  
Tel. 05 11/44 26 07 · Fax 05 11/44 36 29

☎ (09 41) 40 05 68

## Jodlbauer Elektronik

Regensburg, Innstr. 23  
... immer ein guter Kontakt!

263280 **CONRAD  
ELECTRONIC**

Elektronische Bauelemente · HiFi ·  
Computer · Modellbau · Werkzeug  
Meßtechnik · Funk · Fachliteratur

**Center**  
Leonhardstr. 3  
90443 Nürnberg  
09 11/26 32 80

## Radio-TAUBMANN

Vordere Sternstraße 11 · 90402 Nürnberg  
Ruf (09 11) 22 41 87  
Elektronik-Bauteile, Modellbau,  
Transformatorbau, Fachbücher

30-111 **CONRAD  
ELECTRONIC**

Elektronische Bauelemente HiFi  
Computer Modellbau Werkzeug  
Meßtechnik Funk Fachliteratur

**Center**  
Klaus-Conrad-Str. 1  
92240 Hirschau  
09 622/30-111

Interfacesystem? easy to use?

# RIF 1

PC- Interfacesystem an RS232 (COM1-4)

- für einfachste Realisierung von Steuerungs- und Regelungsaufgaben
- pro Interfacekarte 2 x 8 = 16 Ports
- bis zu 30m Leitungslänge zulässig
- jeder Port als Ein- oder Ausgang definierbar
- komfortable Test/Teach-in Software im Lieferumfang enthalten
- Kaskadierung von bis zu 99 Interfacekarten möglich
- Anschluß an RS232

ab 99,-DM

**pasi**

Paul & Siedler GmbH & Co. KG

Mahlower Str. 24

D - 12049 Berlin

Tel.: 0 30/62 00 04-0

Fax: 0 30/62 21 30 11



## Werkzeuge

Zum Beispiel: Werkzeuge für die Isolationsgravur von Leiterplatten. Diese Werkzeuge garantieren höchste Qualität bei optimaler Standzeit.  
Einmaliges Testangebot:  
3 Spezial-Fräser inkl. Versand und MwSt. für

99,- DM

vhf

VHF Computer GmbH  
Daimlerstraße 13  
D-71101 Schönaich  
Telefon 07031/75019-0  
Telefax 07031/65 40 31  
E-Mail info@vhf.cube.de

# Umgezogen? Neue Anschrift?

Faxen Sie uns Ihre Adreß-  
änderung, damit Ihr Abo auch  
weiterhin pünktlich ankommt.

**ELRAD** Fax: 05 11/53 52-289

## Laser und Zubehör

Umfangreichen Katalog "Laseworld 94"  
gegen 5.- DM Briefmarken anfordern!

es-Lasersysteme Dirk Baur  
Berggasse 10  
D-72110 Mössingen  
Tel 07473/7142 u. 24445  
Fax 07473/24661



### ★ 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

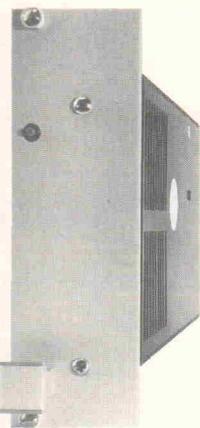
## AUSZUG AUS UNSERER PREISLISTE

AF7	25.30	ECH81	6.84	GY501	11.33	UBF89	5.23	50B5	15.99	5726	18.86
AL4	21.62	ECH83	5.46	GZ34	14.38	UC92	6.67	75C1	14.61	5727	12.77
DAF91	6.44	ECL80	5.06	KT88	53.94	UF80	5.23	85A2	13.97	5763	10.35
DAF92	6.44	EF40	43.24	PC88	3.91	UF85	6.44	807	25.59	5814	16.10
DC96	6.67	EF41	19.55	PC97	7.48	OA2	8.22	866A	66.93	5879	28.75
DF91	6.38	EF43	15.98	PCC88	5.81	5Y3GT	11.04	872A	135.93	5881	18.06
DY87	3.80	EH90	3.45	PCF86	5.18	6BH6	14.09	1625	16.10	5963	8.28
DY802	4.37	EL11	25.07	PCH200	6.33	6EU7	18.40	2050	26.45	6550	50.60
EABC80	8.91	EL12	17.60	PCL82	4.37	6J7	10.35	2051	21.85	6973	51.75
EAM86	8.22	EL12/375	21.56	PCL84	5.18	6L6GC	12.48	5676	25.07	7025	9.78
EBF80	5.17	EL34	14.03	PCL200	6.90	6N7GT	12.65	<b>RÖHREN-FASSUNGEN</b>			
EC92	17.25	EL84	5.40	PD510	20.70	6SL7GT	12.76	für Schraubbefestigung			
ECC40	25.30	EL508	10.35	PF83	7.48	6SN7GT	12.76	Miniatur KERAMIK 2,88			
ECC81	8.97	ELL80/E	37.95	PL21	12.76	6S07	14.95	Noval KERAMIK 3,34			
ECC83	7.30	EM84	7.48	PL81	8.97	6V6GT	9.95	Oktal Preststoff 3,11			
ECC86	7.93	EY86	2.59	PL802T	10.35	35A3	6.33	für Printmontage			
ECC80	5.57	EZ40	8.40	PL805	21.28	35A5	6.90	Noval Preststoff 2,65			
ECF86	7.25	EZ41	8.40	UBF80	5.23	38HE7	25.30	Oktal Preststoff 3,68			

Lieferung per Nachnahme ab Lager Nürnberg. Inlands-Bestellungen über DM 150,- porto- und spesenfrei. Zwischenverkauf vorbehalten. Bitte fordern Sie unsere komplette PREISLISTE an!

**BTB ELEKTRONIK-VERTRIEBS GMBH**  
Knauserstraße 8, D-90443 Nürnberg,  
Telefon 09 11/28 85 85, Telefax 09 11/28 91 91  
Geschäftszeiten: Mo.-Fr. 8.30-17.00 Uhr, Nach Geschäftsschluss: Automatischer Anrufbeantworter

DAS WIRTSCHAFTLICHE



**MGV**  
Stromversorgungen

### 60 Watt-Schaltteil

3-fach-Ausgang in Economy-Technik,  
im Europaformat 100 x 160 mm/8TE

### SERIE P3051

+5V 7A · +12V 1,5A · -12V 0,5A

3 Jahre Garantie,  
aus zertifizierter Fertigung ISO 9001,  
komplett in SMD,  
mit EN 50082, EN 50081, EN 60950

TEL. 089 - 67 80 90 - 16 oder -17  
FAX 089 - 67 80 90 80

## Ringkerntransformatoren nach VDE

Deutsches Markenfabrikat aus lau-  
fender Fertigung, Industriequalität,  
kleine Abmessungen, geringes Ge-  
wicht, geräuscharm.

Lieferung inkl. Befestigungssatz.

80VA 77x46 mm 50,80 DM	120VA 95x48 mm 60,90 DM	170VA 98x50 mm 66,80 DM	250VA 115x54 mm 79,20 DM
R 8012 ..... 2x12V 2x3,4A	R 12012 ..... 2x12V 2x5,0A	R 17015 ..... 2x15V 2x5,7A	R 25018 ..... 2x18V 2x7,0A
R 8015 ..... 2x15V 2x2,7A	R 12015 ..... 2x15V 2x4,0A	R 17020 ..... 2x20V 2x4,3A	R 25024 ..... 2x24V 2x5,2A
R 8020 ..... 2x20V 2x2,0A	R 12020 ..... 2x20V 2x3,0A	R 17024 ..... 2x24V 2x3,6A	R 25030 ..... 2x30V 2x4,2A
R 8024 ..... 2x24V 2x1,7A	R 12024 ..... 2x24V 2x2,5A	R 17030 ..... 2x30V 2x2,9A	R 25036 ..... 2x36V 2x3,5A
340VA 118x57 mm 88,80 DM	500VA 134x64 mm 116,90 DM	700VA 139x68 mm 138,50 DM	1100VA 170x72 mm 195,50 DM
R 34018 ..... 2x18V 2x9,5A	R 50030 ..... 2x30V 2x8,3A	R 70030 ..... 2x30V 2x12A	R 110002 ..... 2x32V 2x17,2A
R 34024 ..... 2x24V 2x7,1A	R 50036 ..... 2x36V 2x7,0A	R 70048 ..... 2x42V 2x8,3A	R 110038 ..... 2x38V 2x14,5A
R 34030 ..... 2x30V 2x5,7A	R 50042 ..... 2x42V 2x6,0A	R 70048 ..... 2x48V 2x7,3A	R 110050 ..... 2x50V 2x11,0A
R 34036 ..... 2x36V 2x4,7A	R 50048 ..... 2x48V 2x5,2A	R 70060 ..... 2x60V 2x5,8A	R 110060 ..... 2x60V 2x 9,2A

Ringkerntransformatoren Baureihe „LN“: Extrem geringes Streufeld und extrem geringe Geräuschentwicklung erreicht durch doppelte Tauchimprägnierung, spezielle Bewicklung und speziellen Ringkern. Bevorzugter Anwendungsbereich: Hochwertige Vor- und Endverstärker

100VA 98x50 mm 66,90 DM	200VA 118x54 mm 90,40 DM	400VA 139x69 mm 141,80 DM	900VA 170x72 mm 206,90 DM
LN 10012 ..... 2x12V 2x4,2A	LN 20024 ..... 2x24V 2x4,2A	LN 40030 ..... 2x30V 2x6,7A	LN 90042 ..... 2x42V 2x10,7A
LN 10015 ..... 2x15V 2x3,3A	LN 20030 ..... 2x30V 2x3,3A	LN 40036 ..... 2x36V 2x5,5A	LN 90048 ..... 2x48V 2x 9,4A
LN 10024 ..... 2x24V 2x2,1A	LN 20036 ..... 2x36V 2x2,8A	LN 40042 ..... 2x42V 2x4,8A	LN 90054 ..... 2x54V 2x 8,3A

Ringkerntransformator-Sonderservice: Wir fertigen Ihnen ganz speziellen Ringkerntransformator maßgeschneidert. Sonderanfertigungen aller oben angegebenen Leistungsklassen erhalten Sie mit Spannungen nach Ihrer Wahl. Preise für Sonderanfertigungen: R 50-R170 und LN 100 Grundpreis des Serientrafos zuzügl. 16,- DM. R250-R1100 und LN200-LN900 Grundpreis des Serientrafos zuzügl. 20,- DM. Dieser Preis enthält zwei Ausgangsspannungen oder eine Doppelspannung. Weitere Spannungen oder Spannungsabgriffe jeweils 7,- DM Schirmwicklung 7,- DM. Lieferzeit für Sonderanfertigungen ca. 3 Wochen.

## Halogenleuchten - Transformatoren

Aus laufender deutscher Fertigung  
Sicherheitstransformatoren nach  
VDE 0551, TÜV-GS-Prüfzeichen,  
Verzughäuse weiß, wechselbare  
Feinsicherung, thermischer Über-  
lastschutz, für Dimmer geeignet



! Superpreis !

Eingang: 230V; 1,5 m  
Netzkaabel mit Stecker  
Ausgang: 11,8 V; 1,5 m  
Anschlußkaabel

HTR 10 60VA 100x70x68 mm	34,80 DM	HTR 40 200VA 130x 88x100 mm	68,20 DM
HTR 20 105VA 108x75x78 mm	48,90 DM	HTR 50 300VA 175x117x110 mm	97,80 DM
HTR 30 150VA 130x88x84 mm	56,90 DM	HTR 60 400VA 175x117x110 mm	133,70 DM

Weitere interessante Angebote von Halogenlampen-Transformatoren in verschiedenen Ringkern-Ausführungen enthält unser Katalog C 11/94.

## Qualitätstransformatoren nach VDE

### Transformator-Sonderservice

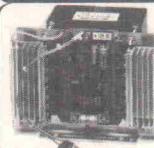
Wir fertigen Ihnen ganz speziellen Transformator maßgeschneidert als Sonderanfertigung mit Spannungen nach Ihrer Wahl.  
Mögliche Eingangsspannungen: 220V, 2x110V oder Spannungen Ihrer Wahl.  
Mögliche Ausgangsspannungen: Spannungen bis 1.000V - bei einem Strom von mindestens 0,05 A. Für Spannungen ab ca. 200 V müssen Sie aufgrund des notwendigen Isolationsaufwandes den Faktor 1,25 in Ihre Leistungsberechnung einbeziehen. Beispiel: 400Vx0,050A = 20 VA! 25 = 25 VA.

Bestellbeispiel: 2x12V, 2x2,5A; Rechnung: 2x12,5 + 2x12,5 = 105VA - passender Trafo - Typ 850

Typ 500 24VA	30,80 DM	Typ 900 190VA	72,50 DM	Typ 1400 900VA	178,60 DM
Typ 600 42VA	37,50 DM	Typ 950 250VA	84,80 DM	Typ 1500 1300VA	235,20 DM
Typ 700 76VA	50,80 DM	Typ 1140 400VA	117,20 DM	Typ 1600 1900VA	329,00 DM
Typ 850 125VA	56,90 DM	Typ 1350 700VA	161,50 DM	Typ 2400VA	396,00 DM

Im angegebenen Preis sind eine Eingangsspannung und zwei Ausgangsspannungen enthalten. Weitere Spannungen, Spannungsabgriffe oder eine Schirmwicklung werden mit jeweils 3,- DM berechnet. Alle Typen sind tauchlackimprägniert. Die Lieferzeit für Sonderanfertigungen beträgt 3 Wochen.

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



**FA Rechteck-Wechselrichter**  
Modernste MOS-FET-Technik • Frequenz 50 Hz • Ausgang 220 V rechteckförmig • Tiefentladeschutz • kurzschluß- und verpolungsfest  
Betriebsbereiter offener Baustein Betriebsbereites Gerät im Gehäuse

FA 71 F 400VA	396,00 DM	FA 71 G 400VA	510,00 DM
FA 91 F 700VA	487,00 DM	FA 91 G 700VA	608,00 DM
FA 101 F 1000VA	658,00 DM	FA 101 G 1000VA	779,00 DM

Bitte geben Sie die gewünschte Batteriespannung von 12V oder 24V an.



**UWR Trapez-Wechselrichter**  
Modernste MOS-FET-Technik • Frequenz 50 Hz • quarzstabil • Ausgang 220 V ± 2% • kurzschluß- und verpolungsfest • Tiefentladeschutz • Einschaltautomatik • extrem überlastbar • thermostat. gest. Lüfter

UWR 12/ 800 A 12V/ 800VA	1354,-DM
UWR 24/ 800 A 24V/ 800VA	1354,-DM
UWR 12/1200 A 12V/1200VA	1995,-DM
UWR 24/1500 A 24V/1500VA	1995,-DM
UWR 24/2200 A 24V/2200VA	2637,-DM

Bevorzugte Einsatzgebiete:  
Verbraucher mit hoher Anlaufleistung,  
Microwellengeräte, Kühlschränke,  
Staubsauger usw.  
Weitere Daten in Liste C 10.



**UWS Sinus-Wechselrichter**  
Modernste MOS-FET-Technik • Frequenz 50 Hz • quarzstabil • Ausgang 220 V ± 2% • kurzschluß- und verpolungsfest • Tiefentladeschutz • Einschaltautomatik • hoher Wirkungsgrad • thermostat. gest. Lüfter

UWS 12/ 350 A 12V/ 350VA	1315,-DM
UWS 24/ 400 A 24V/ 400VA	1315,-DM
UWS 12/ 650 A 12V/ 650VA	1798,-DM
UWS 24/ 750 A 24V/ 750VA	1798,-DM
UWS 24/1500 A 24V/1500VA	2692,-DM

Bevorzugte Einsatzbereiche:  
EDV-Anlagen, Videogeräte, Meß- und  
Prüfgeräte, Hi-Fi-Anlagen, Telefonan-  
lagen, usw.  
Weitere Daten in Liste C 10.

## I/U - Automatik-Ladegeräte



**TDL Hochleistungs-Ladegeräte**  
I/U Kennlinie • Konstantstromladung mit Ladespannungsüberwachung • stufenloser Übergang auf Erhaltungsladung • 100%ige Ladung jedes Batterietyps • Ladestromanzeige • Eingangsspannung 190-250V • hochwertige IC-gesteuerte Transduktorregelung 2 Ladestromstufen

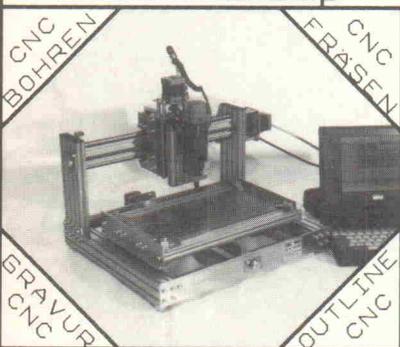
TDL 12/25 12V-25A	674,-DM
TDL 24/25 24V-25A	857,-DM
TDL 12/50 12V-50A	914,-DM
TDL 24/50 24V-50A	1219,-DM

Bevorzugte Einsatzbereiche:  
Versorgung von Akkus in Reisemobi-  
len, Solaranlagen, Booten, Bussen,  
Notstromversorgungen.

## BURMEISTER-ELEKTRONIK

Dipl.-Ing. Ch. Burmeister  
Postf. 1236 · 32280 Rödighausen · Tel. 05226/1515 · Fax 05226/17255  
Versand per NN oder V-Rechn. zzgl. Porto u. Verp. • Lieferung ins Ausland nur gegen V-Rechn. Fordern Sie noch heute unseren kostenlosen Katalog C 11 mit vielen weiteren Angeboten an.

## "Schwanekamp" CNC 1000



**CNC BOHREN** **CNC FRÄSEN**  
**GRAVUR CNC** **OUTLINE CNC**

- \* Hohe Stabilität
- \* Kugelgelagert
- \* Spielfrei
- \* B. 300x210x50
- \* Interface(Chop.)
- \* Software:PC-NC
- HP-GL u. Bohren
- Teach In, Grafik,
- Testen, u.s.w.
- \* N E U \*
- Isolationsfräsen
- Outliner 350,-DM

**Paket-Preis** inkl. MwSt ohne Outliner u. Aggregate  
**3450,- DM**

Ing.Büro Schwanekamp Kettelerstr.21  
46 499 Dinqden Tel 02852 4926 Fax 4672

## ABS-Kunststoffgehäuse

mit genarbter Oberfläche

Formschöne Kunststoff-Kleingehäuse mit rauher Oberfläche und runden Kanten - ideal für viele Anwendungen. 2teilig mit 2 oder 4 selbstschneidenden Schrauben. Material ABS, Farbe grau und schwarz.

Abmessungen (mm)

Typ	Maße		
	a	b	c
2045	61	38	7 + 6
2741	70	40	9 + 6
2742*	70	40	9 + 6

Wandstärke: 2,0 mm  
Farbe: grau und schwarz.  
\* mit Lasche

**STRAPU - Lothar Putzke**  
Vertrieb von Kunststoffergezeugnissen  
Hildesheimer Str. 306 H, 30880 Laatzen, PF-Leitzahl: 30867  
Tel. 0 51 02/42 34, Telefax 0 51 02/40 00

**Lieferung nur an den Fachhandel od. Gewerbebetriebe**

	AKTUELL	AKTUELL	AKTUELL	AKTUELL	
19" Volleinschubgehäuse	2SK135 DM 9,80	500 PA MOS-FET	298,00		
1 HE DM 52,00	2SJ50 DM 9,80	RÖH1 Röhrenvorver.	389,00		
2 HE DM 64,00	ECC 83 DM 8,90	RÖH2 Röhrenendver.	590,00		

weiter Gehäuse siehe Liste  
Bauelemente Bausätze siehe Lagerliste bitte anfordern

**Karl-Heinz Müller Elektrotechnische Anlagen**  
Wagenfelder Str. 2 Telefon 05773 / 1683 Fax 8485 32351 Stenwede-Oppehshe

## ADES analoge & digitale elektronische Systeme

Entwicklung, Herstellung und Vertrieb von elektronischen Schaltungen

**Hardwareentwicklung**

- Analogtechnik
- Digitaltechnik
- div. Mikroprozessoren
- PAL/GAL-Bausteine
- Leiterbahnenflechtung
- schneller Prototypenbau

**Softwareentwicklung**

- auf PC-komp. Rechnern
- in Mikroprozessorsystemen
- C, Pascal, Pearl, Assembler
- Novell-Netzwerktools
- individuelle Datenbanken

**Musterbau**

- ein- und zweiseitige Platinen
- Laserbelichtungsservice
- Bohren und Fräsen mit CNC

**Serienfertigung**

- auch Kleinststückzahlen
- nach div. Qualitätsnormen

Rufen Sie uns an: Tel: 02191/5771, Fax: 02191/5772  
ADES GmbH, Dreherstr. 5, D - 42899 Remscheid

## Warum immer hinterherlaufen?

ELRAD gibts auch im Abo. Bequem und preiswert.

Nutzen Sie die Abo-Bestellkarte in der Hefmitte.

**ELRAD**

## PASCAL $\mu$ C - CV25

- NEC V25, 16-Bit-CPU (8086 kompatibel), Zeitbasis plus 2 Timer, Interrupt-, DMA- und Wait State Controller, I/O-TTL Ports, Comparator-Eingänge
- 64 kByte EPROM, 32kByte RAM
- 2 serielle Schnittstellen on Board
- universelle I/O Schnittstelle
- Spannungsüberwachung
- deutsche Anleitung

**nur 289,00 DM**

### PASCAL EXE/EPROM Converter

**299,00 DM**

kostenlose Infos anfordern, weitere Karten auf Anfrage  
**Ing. Büro R. Stute**

Im Diefdahl 106, 44141 Dortmund  
Tel.: 0172 / 230 74 71  
FAX + Tel.: 0231 / 531 04 32

### MÜTER

**Farbrein-Bildschirm-Entmagnetisierer**  
CBE DM 136,90

**Allergiker-Hilfe** gegen Staub, Rauch, Pollen, Pilzbefall  
ION 2 DM 167,90

### Regenerier-Computer

Die NEUEN von Müter machen verbrauchte Bildröhren hell wie neu; auch alle Problem-Röhren, wenn alte oder andere Geräte versagen.

BMR 95-DM 1408,75  
BMR 500-DM 688,85  
BMR 700-DM 917,70

### VDE-Kombi-Tester

für Elektro, TV, Audio, Computer; VDE 0701, Teile 1 bis 240:  
SP 701 DM 555,50

### Audio-Meßplatz

ersetzt 16 Geräte; Buchsen jeder Norm; macht Audioservice schneller und besser  
AT2 DM 1328,25

### Neu! Trenn-Trafo

TT 500 DM 396,75

Infos kostenlos  
**Ulrich Müter GmbH & Co. KG**  
Kriedelweg 38, 45739 Oer-Erkenschwick  
Tel. (02368) 2053, Fax 57017

### Regel-Trenn-Trafos

1100VA o. 650VA, 270V.  
RTT 2 845,25  
RTT 3 718,75

### Testbildsender

VHF, UHF, S-Kanäle, 7 Bilder, RGB, Scart, Kreis  
CS6 5 1147,70

## LABOR-NETZGERÄTE – spannungs- und stromgeregelt

90 W ... 1000 V 8 V ... 1000 V 0.5 A ... 75 A

Wahlweise Analog- oder Digital-Anzeige.  
Regelfehler < 0.01% für V, < 0.2% für A.  
Wir führen über 50 verschiedene Modelle.  
Einfach- und Dreifach-Netzgeräte.

Verlangen Sie unseren Katalog für Meßgeräte.

**DYNATRADE Electronic GmbH · Schimmelbuschstr. 25 · 40699 Erkrath · Tel. 021 04-3 11 47 · Fax 021 04-3 57 90**

jetzt auch mit **IEEE-488.2 / SCPI**



## Sim 16Cxx ulator

Wirklichkeitsnahe Simulation der µC 16C5x, 16C71 u. 16C84 von Microchip auf dem PC.

- simuliert ADC, EEPROM u. Interrupts
- sichere, bequeme Mausbedienung
- alle CPU-Zustände auf einen Blick
- "Anschluß" div. Signalgeneratoren
- wechseln der I/O-Pegel im GO-Modus
- 32 Funktionen, Beispielprogramme
- genaues Messen der Laufzeiten

incl. Assembler nur **DM 172,50**  
 +Porto: NN DM 11,- / Ausland: DM 20,-  
 16C5x-Programmiergerät nur DM 199,-  
 > Upgrade: Originaldiskette + DM 40,- <  
 Außerdem: Z80-EMULATOR nur DM 649,-

INGENIEURBÜRO  
**LEHMANN**  
 Fürstenbergstr. 8a, 77756 Hausach.  
 Telefon und Fax (07831) 452

## GAL DEVELOPMENT SYSTEM

GDS 3.0

**Die komplette GAL Entwicklungsoberfläche**

- neue, maussteuerte SAA-Oberfläche, wahlfrei mit deutschen oder englischen Texten.
- Fehlertoleranter Editor, komfortable Simulation und mächtiger Assembler.
- volle Ausnutzung der GALs 16V8, 20V8, 18V10, 22V10, 26CV12 und 20RA10. Hersteller- und Typ unabhängig, auch PALCE. Wird ständig erweitert, jetzt auch für ispl-PLDs.
- leicht zu erlernen, integriertes Hilfesystem, über 50 Beispieldateien, deutsche Bedienungsanleitung.
- Unterstützung aller Programmiergeräte, z.B. ALL-Ox Data I/O, Sprint, Owen, GALEP durch JEDEC-Format. Preisgünstiges Programmiergerät verfügbar.
- deutsches Produkt mit Hilfe über Hotline.

GDS 3.0 198,00 DM  
 mit Programmiergerät 468,00 DM  
 Info, Demo, Preisliste anfordern.

**SH-ELEKTRONIK**  
 Marthastr. 8 - D-24114 Kiel  
 Tel. (0431) 665116 - Fax (0431) 674109

## LaserTechnik GmbH

\*\*\*Neu!! Holgramme selber machen? HoloBox 3-D\*\*\*

Sie wollen Ihre Fräsanlage zur Laserbearbeitung umrüsten? Sie benötigen: Unsere CO<sub>2</sub>-Rohre von 5-20 Watt, ein entsprechendes Netzteil, eine Linse, ein paar Spiegel. Materialkosten für 20 Watt weniger als **DM 3500,-**

CO<sub>2</sub>-Rohre ab 2 Watt, für Laserbeschriftung, Textilbearbeitung, z. B.: QJC-250, 2 Watt **DM 610,-**  
 QJC-600, 15 Watt **DM 1334,-**  
 CO<sub>2</sub>-Netzteil für Rohre bis 20 Watt, einstellbarer Strom, **DM 998,-**  
 Ge Linsen, antireflex beschichtet, f=75/100/150mm **DM 287,50**

Mit HoloBox 3-D und Ihrem Laser können Sie selber Hologramme erstellen. Das Set enthält alle Teile, einschl. Film, Chemie Halter, Poltfilter, etc. für nur **DM 299,-**. Sie suchen HeNe Rohre? Wir haben sie: Von 0,5 bis > 40 mW. Teuer? 40 mW plus 220V Netzteil < **DM 1350,-**. Laserspiegel, breitbandig, 94% Reflektion, z.B.: 10 x 10 x 1 mm **DM 9,70**  
 25 x 25 x 1 mm **DM 13,50**  
 YAG Stäbe verspiegelt, ab **DM 593,-**  
 Rubin Stäbe, verspiegelt, ab **DM 1299,-**

Sie wollen mit Lasern arbeiten? Unser Topangebot ist unser Scanningsystem mit Galva nometern und kolimierter 630nm-4 mW Laserdiode komplett **DM 5850,-**

Sie hätten gerne unseren neuen Katalog? Mit DM 5,- (in Briefmarken) sind Sie dabei. Besuchen Sie uns doch einmal! (Bitte um tel. Voranmeldung)

**GTU Laser Technik 76534 Baden-Baden Im Lindenbosch 37 Tel. 07223/58915 Fax 07223/58916**

## OSZIFACE

externes digitales Speicheroszilloskop für PC

- 40 MHz Abstrakte (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, Langzeitmessung, umfangreiche Meßwertdarstellung X & Y-Zoom, Drucken usw.

## MULTIFACE

Steuern und Messen mit PC

- 12 Digitalausgänge, 4 davon zur Direktsteuerung von Relais
- 8 Digitalausgänge, für Steuerzwecke beliebig verküpfbar
- 2 Analogausgänge (12 Bit, ± 10V, 200mA, geschützt)
- Timer / Fackelgenerator mit weitem Einstellbereich
- 2 Analogeingänge mit 1MΩ, 7pF, ua. mit den Funktionen: Voltmeter (x1-Darstellung), Differenzbildung, Grenzwertgeber, umfangreiche Frequenz- & Zählerfassung, 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 AkkuPack möglich

Preis: OSZIFACE, 1 Kanal, kompl. incl. Software 1200,- DM  
 MULTIFACE, 1 Karte, kompl. incl. Software 1200,- DM  
 je weitere OSZIFACE-Karte oder jede weitere MULTIFACE-Karte 600,- DM  
 Teilbausatz (OSZIFACE) 440,- DM  
 9,- DM  
 Porto und Verpackung (bei Vorkasse)

Infos und Bestellung bei den Entwicklern:  
**Ing. Büro Pohl**  
 Tel./Fax (030) 6213433  
 Okerstraße 36  
 12049 Berlin

## MIDI-Bausätze

Master-Keyboards  
 MIDI-Out-Nachrüstungen für Akkordeons, Organen, Tastaturen.  
 MIDI-Analog-Sequencer  
 MIDI-Expander + Merger  
 Baßpedale + Volumenpedal + Filter  
 Mischpultautomatiken + Interfaces für MIDI-to-CV/TTL/Relais/SYNC, CV-to-MIDI

Alle Bausätze auch als Fertiggeräte lieferbar  
 Ausführliches Infomaterial DM 2,- in Briefmarken

**DOEFER**  
**MUSIKELEKTRONIK**  
 GMSH  
 Lenbachstr. 2 D-82166 Gräfelfing  
 Tel. (0 89) 85 55 78 Fax (0 89) 8 54 16 98

## PC - I/O-Karten

**AD-DA Karte 12 Bit 16 Kanal** DM 139,-  
 1x12Bit D/A unip. 0-9V, bip. -9+9V 500sec.  
 1x12Bit AD 60usec. mit 25-Pin Kabel und Software

**AD-DA Karte 14 Bit 16 Kanal** DM 329,-  
 1x14Bit D/A 20usec. 10x14Bit AD 280usec.  
 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 2MHz, 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/Telesoftware, erweiterbar als COM1/2 + 3/4 oder 3/4/5/6, auch als 168K Karte bei RS-15 oder mit 16550

**PC-Disk 128/384/512/1024/4096K** ab DM 119,-  
 SRAM/EPROM selbstbedient

**JÜRGEN MERZ**  
 COMPUTER & ELECTRONIC  
 Lieferprogramm kostenlos  
 Änderungen und Zwischenverkauf vorbehalten!  
 Lieferung per UPS, Nachnahme + Versandkosten

49536 Lienen  
 Lengericher Str. 21  
 Telefon 05483 - 1219  
 Fax 05483 - 1570

## MOPS-light/KAT-Ce 68332

**MOPS-L/XL Leerplatine**, 80 mm x 100 mm mit Lochrasterfeld 59,00 DM

**MOPS-XL Bausatz** mit 68HC11F1, Max232 und Kleinteilen 160,00 DM

**MOPS-L Bausatz** 32 kB RAM mit allen Bauteilen, 2 MHz 200,00 DM

**MOPS-L Fertigplatine** komplett mit 32 kB RAM, 2 MHz 270,00 DM

**MOPS-L/XL Betriebssystem** MSDOS mit Handbuch, Monitor, Assembler, Basic- und Pascalcompiler 90,00 DM

**KAT-Ce 68332 Multilayer-Europa-Leerplatine** 118,00 DM

**KAT-Ce 68332 Leerplatine mit KAT-Ce Betriebssystem** 257,00 DM

**KAT-Ce 68332 Fertigteile** 64 kB RAM ohne 82684/244/RTC/System 498,00 DM

**KAT-Ce 68332 komplette Fertigteile** 64 kB RAM ohne System 698,00 DM

**KAT-Ce 68332 Bausätze** jeweils 100 DM billiger

**Preis für Betriebssystem** für Bausätze und Fertigteile 100,00 DM

Ab Lager lieferbar: **MOPS 1.2/2.1, KAT-Ce 1.3/1.4/68070**  
 Alle nötigen Bauteile sind einzeln ab Lager erhältlich.

**Elektronische Bauelemente Marie-Theres Himmeröder**  
 Rostocker Str. 12, 45739 Der-Erkenschwick  
 Tel. 02368-53954, Fax 56735

## SMD SMD SMD SMD SMD

**MIRA-SMD-Verpackungscontainer** DM 34,95  
 (227 x 160 x 28 mm)  
 mit 130 Einzelförschen (leer)

**SMD-Widerstandssortiment** DM 179,-  
 mit 980 SMD-Widerständen im Verpackungscontainer, Bauform 1206; Toleranz 1%; Tk ± 50 ppm/K; Wertebereich 100Ω - 1MΩ (98 Werte); Reine E24 auch in Reihe E96 (385 Werte) ab Lager lieferbar

Katalog M 14 verlangen.

**Der SMD-Spezialist**  
 Für Fachhandel und Industrie auf schriftliche Anforderung Kataloge mit Nettopreisen

**MIRA-Electronic**  
 Konrad und Gerhard Sauerbeck GdBR  
 Beckschlagergasse 9 - 90403 Nürnberg  
 Tel. 09 11/55 59 19 - Fax 09 11/58 13 41

## Präzisions X/Y/Z CNC Maschine

Feingravur mit Tiefenregler bohren/fräsen/erstellen von Musterplatten.

**HAKI ELEKTRONIC**  
 YSS  
 CNC

Wir fertigen die Maschine nach Ihren Wünschen A4/A3/A0

**Haki-Elektronik**  
 76316 Malsch  
 0 72 04/81 15 Hotline bis 20 Uhr  
 0 72 04/81 15 FAX

## Entwicklungs-Tools

Leistungsfähige Werkzeuge zur Programmierentwicklung

**Cross-Software**  
 8051/52-Familie Z80/64180 8080/8085 8048/49-Familie 65C02

**Eprom-Emulatoren**  
 8-/16-Bit-Systeme bis 512 KByte

**Einheitliche und integrierte Oberfläche:**  
 o Macroassembler o Debugger/Simulator o Editor o On-Line-Hilfe o Disassembler o Terminalschnittstelle

Preise zwischen 298,- DM und 439,- DM

Außerdem liefern wir: Programmiergeräte, Löschergeräte, Platinen

Katalog anfordern!

**Soft- und Hardwareentwicklung**  
**Jürgen Engelmann & Ursula Schrader**  
 Am Fuhrengehege 2, 29351 Eldingen, Tel. 05148/ 2 86, Fax 05148/ 8 53

## ELZET 80

Steuerungen werden immer anspruchsvoller - sie sollen den Bediener mit individuellen Texten führen, Meßwerte für die Statistik speichern und nebenbei noch positionieren und regeln.

Ein Multitask-Betriebssystem erleichtert die Programmierung, denn es erlaubt die Aufteilung der Aufgabe in separat testbare und wiederverwendbare "Tasks".

Das TSM-Betriebssystem CAT bietet noch mehr: eine virtuelle E/A-Ebene für Prozeßzugriffe ohne Bitfummerei und Treiber für die seriellen Schnittstellen.

MITER  
 CAT kommt mit einer PC-Programmieroberfläche und einem einzigartigen Multitask-Debugger.

TSM läßt sich in C, MSRBASIC oder Modula-2 programmieren und macht Ihrem Elektriker Freude durch Hutschienennmontage und LED-Anzeigen.

Vertriebspartner in Ihrer Nähe:  
**München:** PTL 089/6018020  
**Stuttgart:** Busse 07154/8160810  
**Gießen:** TCI 0641/66464

## 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

# TEC 200

## Der neue und schnelle Weg zur Gedruckten Schaltung

Mit der Spezialfolie TEC 200 vereinfacht sich die Herstellung einer gedruckten Schaltung auf 3 Arbeitsschritte:

### ● Kopieren

Sie kopieren oder drucken mit einem Laserprinter die gewünschte Platinevorlage auf die Folie. Es eignet sich jeder Normalpapierkopierer, der mit Toner arbeitet.

### ● Übertragen

Das auf die Folie kopierte oder gedruckte Layout wird auf die heißgemachte (ca. 130°C) Platine mit einem Gummiröller übertragen. Der Toner schmilzt dabei an und bildet einen lackähnlichen, säurefesten Überzug auf der Kupferoberfläche. Feinstleiterbahnen: kein Problem!

### ● Ätzen

Nach Abziehen der Folie ist die Platine ätzbereit. Das Ätzmittel kann beliebig gewählt werden.

10 Folien im Format DIN A 4: inkl. Versandkosten **DM 19,50**

10 Folien sind Mindestbestellmenge.

Chemitec liefert auch den passenden Gummiröller (DM 20,50).

## CHEMITEC GmbH

Auf der Winneburg 18 · 56814 Ernst  
Tel. (0 26 71) 16 31 · Fax (0 26 71) 32 84

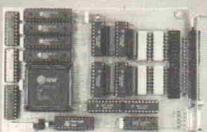
## PC - Messtechnik Entwicklung & Vertrieb

### A/D, D/A und TTL-I/O Karten (kleiner Auszug)

AD12LC 16 Kanal, 12 Bit A/D, < 40µs, 8 TTL-I/O	269,-
AD12Bit 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,-
ADGVT12 16ch, 12Bit AD, galv. getr. ±3,3/5/10V, 10µs	789,-
AD16BIT 8ch, 25µs, DA12Bit, 3Timer, 20TTL, 2Relais	1998,-
DAC16DUAL 2 Kanal, 16Bit DA Karte, ±10V, 4µs	529,-
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,-
UNTIMER univ. 32 Bit Counter mit 2 LCA's	598,-
TTY-2 Karte, COM1, 4, aktiv & passiv, z.B. für SPS-S5	349,-
3*24Bit U/D Drehgeber Karte mit TTL-Eingängen	549,-
IEEE-488 Karte (mit NEC 7210), mit DEVICETreiber	298,-
WATCHDOG1 für autom. PC-Reset, LED, Relais	99,-
LOGIC50/32 Logic-Analyser, 50 MS/s, 32 Kanal	598,-
LOGIC100/32 Logic-Analyser, 100 MS/s, 32 Kanal	998,-

## Neu: Logikanalysator

- 50 MSamples/s
- 32 Kanäle
- kurze PC-Einsteckkarte



**schon ab DM 498,-**

**Meßmodule für die Parallele-Schnittstelle**  
 PAR480-Modul mit 48 TTL I/O und 16 Bit Counter 298,-  
 PAR8R-Modul mit 8 DIL-Relais und Schraubklemmen 298,-  
 PAR80-Modul mit 8 Optokoppler-Eingängen 5/12/24V 298,-  
 PAR12AD-Modul mit 16 A/D, 12/16Bit, 35µs 498,-/598,-  
 PAR2DA-Modul mit 2 D/A, 12 Bit, 0...10 Volt 498,-



Heinrich Esser Str. 27 D-50321 Brühl  
Tel.: 02232 / 9462-0 Fax.: 9462-99  
NEU:Info-System per Modem:9462-98

## Staatl. geprüft Fernstudium

### Fernseh-Techniker Computer-Techniker Elektronik-Techniker

Ausbildung mit Reparatur- und Servicepraxis. Haupt-/Nebenberuf oder Hobby. Die Ausbildungskosten sind niedrig und machen sich schnell bezahlt.

Info-Mappe kommt sofort von:  
**FERNSCHULE WEBER**

Abt. 7 - 12

26192 Großenkneten - PF 21 61  
Tel. 04487/263 - Fax 04487/264

## MSR mit CAN

-BDE Hard- und Software

-PCCAN - intelligente PC-Karte, inkl.

Software in SRC-Code **DM 718**

-Scheckkarte (HC11/CAN)

inkl. Kommunik. 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 798**

-SLIO-Knoten (Eirad 4/5 94) **DM 340**

-CAN-Einsteiger-Pakete

## Ing.-Büro Sontheim

Mittlere Eicher Str. 49 - 87435 Kempten  
Tel 0831-18230 Fax 0831-22921

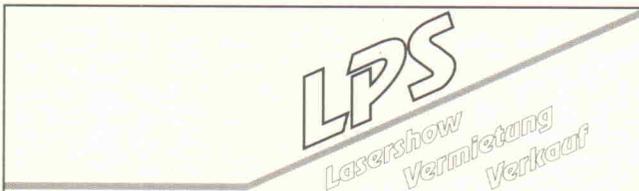
Kundenspezifische Entwicklungen und Implementierung bestehender Schaltungen als

## FPGA/CPLD

Weniger Bauteile, reduzierte Fehleranfälligkeit, schnelles "time-to-market" - günstiger als Sie denken!

Ingenieurbüro Hagen Arlitt

Nachtigallenweg 10a, 76726 Gernersheim, Tel.: 07274-8927, Fax: 4542



## 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 Actuatoren und beliebige Beameffekte; Steuerpult bis 56 Filme abrufbar; Software; Computer...

Infos anfordern:

S. Ruff • Wilhelm-Röntgen-Straße 2 • D-72116 Mössingen  
Telefon: 0 74 73/27 11 77 • Telefax: 0 74 73/2 66 78

## 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**

Nürnberg Str. 13, 91221 Pommelsbrunn

Tel. 0 91 54/82 73, Fax 0 91 54/88 03

## µ-BASIC/51-Compiler - Assembler/51 MIDI/RS232 - 80C535 - 51-er Mikro-Controller-Entwicklungs-Systeme

### µ-BASIC/51-Compiler

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

### Assembler/51-Paket

2 Makroassembler  
• Symbolischer Linker  
• Komfortabler Source-Level-Debugger  
• RS232/MIDI Kommunikationsbibliothek bis 115kbaud  
• Shell mit Projektmanager  
• Viele Demos  
• 2-Schritt-Motor-Steuerung, LCD-Display, Sprach-Synthesizer  
• Deutsches Handbuch

### Hardware (Bausatz)

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 et. & mech. Bauteile.  
EPROM fertig gebrannt

### Preisbeispiele:

Komplettes Assembler-Entwicklungs-System,  
Software für PC oder ATARI, inkl. Hardware:  
② + ③ = **228.-**

① + ② + ③ = **357.-**  
Dito, 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 offen!) Einrichtungen und Großfirmen Preiszuschlag 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

## DESIGN-51

**NEU** komplettes Emulator-Entwicklungs-System für MPU-8051-Familie

- Benutzung Ihres PCs zum Laden, Steuern und Debuggen
- bestehend aus Hardware-Emulator, Cross-Assembler und Debugger
- Debugger für ASM, PLM und C-Source-Programme
- vielfältige Optionen

DM 690,-

Wir führen **Embedded Controller** die Sie auch mit diesem System bearbeiten können  
z.B.: 57cm mit 80C552 nur DM 235,-

## Universal-Progr.-Geräte

inkl. Handbuch PLD-Programmierung mit PAL ASM

**ALL07-DR DM 1736.50**

- Anschluß an Drucker-Schnittstelle
- internes Netzteil 110...240V
- inkl. Zusatzkarte für LPT

**ALL07-PC DM 1552.50**

- Anschluß über Spezial-Buskarte
- Spannungsvers. über Buskarte
- inkl. Buskarte

## EPROM-EMULATOR

für **RAM/ROM 2\*8bit oder 1\* 16bit**  
optional auch für 90ns EPROMs

**EML-ROM 512 (bis 2\*512kbit) DM 696.90**  
**EML-ROM 2M (bis 2\*1Mbit) DM 885.50**

## EPROM-Progr.-Geräte

• eingebautes Netzgerät  
• Anschluß an RS232-Schnittstelle  
• inkl. Netzkabel und

**EPP-1F (bis 512kbit) DM 349.-**  
**EPP-2F (bis 4 Mbit) DM 499.-**

**SOFTWARE-UPDATE für DM 20,- erhältlich**

**GANG-PROGRAMMIER**  
**SEP-81 (1\*Socket) DM 565.-**  
**SEP-84 (4\*Socket) DM 699.-**

jetzt 19200 baud

## PCFACE-III

### ISA-Karten-Tester

Kartenwechsel ohne PC-Abschaltung

**DM 687.70**

- aktive Benutzerweiterung zum Testen von Slotkarten
- Meßpunkte für alle Signalleitungen
- 3 (opt.4) Steckplätze für alle 8/16Bit-ISA-Karten

weiterhin können wir liefern:

- Logik Analysator 32 Kanäle 100 MHz DM 3999,-
- In-Circuit Emulator für 8031/51 MPU DM 2297.70
- Löschgeräte für 5-200 Eproms ab DM 227.70

Lieferung ab Lager alle Geräte gelistet  
kostenloser Update-Service über Mailbox

## HLERS

### EDV SYSTEME GmbH

Egerlandstr. 24a, 85368 Moosburg  
08761 / 4245 oder 63708  
FAX 08761 / 1485 Mailbox 62904

**Seidel-Elektronik** + Layouterstellung + Bestückungsservice konventionell, SMD + Kabelkonfektion + Gerätefertigung. Seidel-Elektronik, Ansbacher Str. 40, 90513 Zirndorf, Tel. u. Fax: 0 91 27/68 04. 

**Controller Software** der 18051-537 und PIC 16C54-57, 71 & 84. Wir übernehmen auch den Brennservice der PIC Serie. Mehr Info bei Brzeske Datentechnik, Rosenstraße 11, 74626 Schwabach, Tel./Fax: 0 79 46/60 22. 

**Geddy-CAD 5.5 und Turbo Router 4.0:** Das beste Shareware-Programmpaket (ab AT286) zum Entwurf von **Schaltplänen** und **Platinen** erhalten Sie auf 1,44 MB-Disk für nur 20 DM in bar/V-Scheck bei: M. Rueß electronic, Kirchstr. 19, 89291 Holzheim. 

PD/Shareware (XT/AT) **Entwicklungssoftware für 68HC11:** 3 versch. Crossassembler, Disassembler Simulator, BASIC-Interpreter, Forth-Compiler ... auf 1,44 MB-Disk für 20 DM in bar/Scheck bei: M. Rueß electronic, Kirchstr. 19, 89291 Holzheim. 

PD/Shareware (XT/AT) **Entwicklungssoftware für die 8051er Familie:** 6 Crossassembler, Disassembler, 2 Simulatoren, PASCAL/BASIC-Compiler, Editor, Anleitungen auf 1,44 MB-Disk für 20 DM in bar/Scheck: M. Rueß electronic, Kirchstr. 19, 89291 Holzheim. 

Wg. Hobbyaufgabe zu verkaufen! OSZI Meßgerät, Fräs-Bohr-Plotter mit Belichter u.v.m. Tel. 064 28-89 03, Fax: 10 72.

\*\*\*\* **EPROM-EMULATOREN** \*\*\*\* **DM 278,-** \*\*\*\* Für 8-64 K Eproms. Mit Kabeln und Software. Stob & Robitzki GbR, Carl-Peters-Str. 24, 24149 Kiel, Tel.: 04 31/20 47 04, Fax: 20 47 26. 

**Röhren u. vieles mehr** Fa. J. Wüsten, Martinstr. 99, 64285 Darmstadt. Tel.: 061 51/66 37 05 u. 62 23 71, Fax: 66 39 34. 

**ISO MODULES machen Ihre Steuerung sicherer!** Galvanische Trennung/Pegelanpassung für analoge und digitale Ein-/Ausgänge und RS232. Sicherer **Watchdog** ohne Retrieger. Alle Module zum Aufschrauben auf DIN-Schiene. R. Diener Automatisierungstechnik, Lindenstr. 59, 72202 Nagold, Tel./Fax: 0 74 52/20 57. 

**Entwicklung - Konzeption - Fertigung** (im kleineren Rahmen), Analog u. Digital, Controller, Fax: 02 11/6 41 24 24. 

**Meßdatenerfassung SMD (8X12 Bit)** für Drucker Port incl. komf. Software zur Darstellung u. Archivierung DM 160,- ideal für Laptop Info Fax: 02 11/6 41 24 24, Tel.: 63 35 74. 

**Leiterplattenbestückung.** Wir bestücken Ihre Leiterplatten, Groß- und Kleinserien. Bei uns stimmen Leistung, Qualität, Lieferzeit und Preis. Überzeugen Sie sich selbst. -RS-Elektronik, Scheffelstr. 4, 71332 Waiblingen, Tel. 071 95/94 00 00, Fax: 0 71 51/1 83 49. 

**8051 Simulator** auf PC: Go, Break, SS, fullscreen, Disassembler, 50 DM, 07 11/37 67 18.

**Feldbusysteme für Maschinensteuerungen** CAN-BUS, INTERBUS-S - oder ASI als Alternative zur Parallelverdrahtung für kostengünstigere und diagnosefreundlichere Steuerungskonzepte. Beratung und individuelle Problemlösungen. Fa. S.E.D. Silveriostr. 3, 84559 Kraiburg, Tel.: 0 86 38/7 30 26. 

**Unterbrechungsfreie Stromversorgung**, 24 Volt AC-Eingang, 24 Volt AC-Ausgang, max. 10 Ampère, 3 AH, auf Montageplatte 300 x 400 mm., 16 Anschlußklemmen, DM 1799 inkl. MwSt. Technoserv GmbH Wiesbaden, Tel.: 06 11/42 50 11, Fax: 06 11/41 94 88. 

CROSSASSEMBLER U. DEBUGGER (42 VERSCH.) DOKUMENT. IM POSTSCRIPT-FORMAT, 3 HD 3,5" 45 DM. 06 81/3 90 55 02.

Übersetzung engl. Handbücher u. Anleitungen vom Fachmann (prof. Textverarb.), Dipl.-Ing. G. Hasselberg, Am Teebaum 12, 56077 Koblenz.

Verk. neuwertige **ISEL-CNC-Maschine**, 750 x 540 mm, komplett mit Zubehör, NP > DM 15.000 - Preis VHB. Tel.: 07 11/56 10 89, Fax: 56 05 85.

**EAGLE** Layout-Editor u. Schaltplan-Modul u. Autorouter-Modul Vers. 2.61, 1800,- DM (Original-Prg., updatefähig), 0 54 35/17 02. 

**RESTPOSTEN!** Absolute NIEDRIGPREISE! **ZUGREIFEN!** EURO- U. COMBISTECKER, GLEICHRICHTERBRÜCKEN, AUTOM. ORIENTIERUNGSLICHT, PHONOZUBEHÖR, TRAFOS, KONDENSATOREN, ZÜNDKERZENTESTER, LADEGERÄTE U.V.M. **ELEKTRONIKVERSAND D. SEEGER, TEICHSTR. 14, 37170 USLAR.** 

**Von A-Z 6000 Artikel:** Neue Lautsprecher, Selbstbauszubehör, 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. 

**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,-. 

**MANGER - Präzision in Schall.** Jetzt Selbstbau mit dem Referenz-Schallwandler der Tonstudios: Info, Daten, Preise, sof. anfordern bei Manger-Vertrieb, Industriestr. 17, 97638 Mellrichstadt, Tel.: 0 97 76/98 16, Fax: 71 85. 

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. 

**A/D-Wandler f. RS 232-Schnittstelle. PE 232 (12 Bit) / PE 200 5 1/2 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. 

##### **LEIPZIG KOMMT** #####  
Erfahrenes Unternehmen aus der Industrie bietet profess. Softwareentw. WINDOWS C/C++ u. µC \* Schaltungsentw. \* CAD-Layout \* Bestücker. 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. 

>> **PROFI-SOFTWARE FÜR MULTIMETER 4650 CR** << Max. 4 DMM pro PC. Sehr gute VGA-Darstellung. Kennlinien-, Y(t)-, Zeiger-, Großdarstellung. Rekorder, Formeln, Ausdruck, Betrachter, usw. Vollversion DM 98,- (Demo DM 20,-). ABACOM, Ziethenweg 26 a, 27755 Delmenhorst, Tel.: 0 42 21/2 59 25 - Händleranfragen erw. 

**NATIONAL INSTRUMENTS LABVIEW 2.5 f. WIN 3.1+** Advanced Analysis + Wandlerkarte AT MIO 16 L 9 + I/O Karte DIO 96 komp. DM 4000 + MwSt. oder einzeln z. 1/2 NP. **TEL. 0 89/46 99 99, FAX: 46 94 47.** 

**Gelegenheit!** Funktionsgenerator Philips 5132 0,1 Hz bis 2 MHz, viele Funktionen, gültige Werkkalibr. Funktionen können vorgeführt werden. NP 2800, VHP 780. 07 11/9 57 69 40.

LabWindows 2.3a/DOS + Advance Analysis Lib, neueste Version VB 1500 DM. 02 03/78 37 88.

**Softw./Hardw. Entwicklung 805XX, Derivate, 80C166 in 'C' + Assembler, Analog/Interfaces** Ing.-Büro Jung, München (0 89) 7 69 35 66, Fax: 7 69 60 04. 

**DASY das universelle PC-Meßprogramm 149 DM.** Info/Prospekt: Tel. od. Fax-Abfrage: 02 31-52 69 95. 

PIC 16CXX Assembler/Simulator engl. DM 99, LCD Display TN/STN mit Bel. Hoffmann Elektronik, Spinnereiweg 9, 87700 Memmingen, TEL./FAX: 0 83 31/8 29 44. 

CROSSASSEMBLER U. DEBUGGER (42 VERSCH.) DOKUMENT. IM POSTSCRIPT-FORMAT, 3 HD 3,5" 45 DM. 06 81/3 90 55 02.

**Dicke Restposten-Liste**, wie IC, Poti, Rundkabel, Stecker, Leerplatinen, Trafo, gegen 1,- DM. Info: G. Rubel, W.-Eberstein 10, 76461 Muggensturm. 

**ELRAD -HOTLINE**

**mittwochs**  
10.00 bis 12.00 Uhr  
13.00 bis 15.00 Uhr

Tel.: 0511/53 52-400  
Fax: 0511/53 52-404

- \* **PIC-Programmer** (Elrad 1/94 und 6/94) \*
- \* **PIC-In-Circuit-Simulator** (Elrad 6/94) \*
- \* **PIC-Adapter 17C42 und 16C64** (Elrad 6/94) \*
- \* **PIC-Eval.-/Prototypenkarte** (Elrad 5/94) \*
- \* **MSR-kundenspezifische Problemlösungen.** \*
- \* **Ingenieurbüro Yahya, Robert-Schumann-Str. 2A \***
- \* **D-41812 Erkelenz, Tel.: 0 24 31-64 44, Fax: 45 95 \*** 

**RS485-RS232-20 mA ISA-Steckkarten (2/4 fach)** mit FIFO! Schnittstellenwandler galv. getr. Fax: 0 98 42/72 62, Tel.: 0 98 42/17 25. 

■■■ **SPITZENMICROCONTROLLERBOARD** ■■■  
incl. 80C537 (high-end Controller 8051 Fam., 51er-tools voll nutzbar, 12 Kanal-8 (10) bit-A/D, 68I/O-Lines, 32/16bit-Arithmetik, 2<sup>er</sup> ser. Port u.v.m.), RS232-Trbr, 32kRAM, 239 DM, Gratisinfo, auf Wunsch Entwicklung von Soft- und zusätzl. Hardware, Dr. J. Mager, Lindenstr. 6, 73116 Wärschenbeuren, 0 71 72/43 58, FAX 2 23 69. 

**Microcontrollerboards für Versuch und Serie** mit 32 KB EPROM, 32 KB RAM/EEPROM, Verbindung über einreihige Stecker, Komplettbausatz APB 535: 45 x 80 mm<sup>2</sup>, 80c535 Proz. Preis: 69,- DM. APB 51: 53 x 65 mm<sup>2</sup>, 8051/31 Proz. Preis: 49,- DM. ESEM-electronic, Tel. 0 73 92/84 13, Fax 40 99. 

**EMU! EPROM-Emulator** ers. 2764-27256 EPROMs, Download über serielle Schnittst., Bausatz mit Gehäuse 119,- DM, Fertigergerät 149,- DM. ESEM-electronic, Tel. 0 73 92/84 13, Fax 40 99. 

**RS485-RS422-RS232-20mA** Schnittstellenwandler galv. getr. **MÖKU-ELEKTRONIK** 0711/36 39 68. 

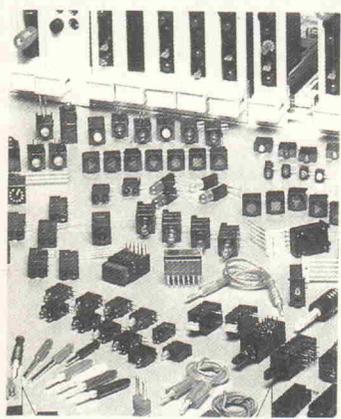
**AMIGA-500**, I/O Karte, 48 Bit TTL, umfangreiche Software: 195,- DM, passende Relaiskarte je 8 Bit: 95,- DM. Tel. 0 40/8 32 66 90, ab 16.00 Uhr

**STOP!**

Hier könnte  
Ihre Anzeige stehen.

3 Zeilen kosten Sie  
als gewerblicher  
Anbieter nur 21,60 DM.  
3 Zeilen als privater  
Anbieter nur 12,90 DM.

Entsprechende Karte  
in der Hefmitte. **ELRAD**



Der  
Spezialist für:

## Frontplatten-Einbauelemente

- In zöllischer und metrischer Ausführung
- Schaltelemente
- Prüf- und Schaltbuchsen
- Optoanzeigen
- Sicherungselemente
- Sonderausführungen auf Anfrage

# MENTOR

Innovation für die Zukunft

Flächenausleuchtungen  
Lichtleiter-Systeme  
Bauteile in SMD-Technik  
Frontplatten-Einbauelemente  
Optoelektronische Anzeigen  
Schalter für höchste Ansprüche  
Metall- und Kunststoffknöpfe  
Griffe und Gehäusezubehör

**MENTOR GmbH & Co**

Postfach 3255 · 40682 Erkrath  
Tel. 0211/200020 · Fax: 0211/2000241

## Die Inserenten

Ades, Remscheid .....	97	Gerth, Berlin .....	65	Pohl, Berlin .....	98
Ahlers, Moosburg .....	99	Gossen-Metrawatt, Nürnberg .....	16, 17	Polyrack, Straubenhardt .....	7
Arlitt, Gernersheim .....	99	GTI, Berlin .....	77	POP, Erkrath .....	74
ASIX, Ettlingen .....	33	GTU, Baden-Baden .....	98	Putzke, Laatzten .....	97
AUDIO-DIREKT, Tacherting .....	18				
		HAKI, Malsch .....	98	Quacom Electronic, Brühl .....	99
BICON, Frankfurt .....	6	Hewlett-Packard, Böblingen .....	19, 21, 34	SH-ELEKTRONIK, Kiel .....	98
Bitzer, Schorndorf .....	6	Himmeröder, Oer-Erkenschwick .....	98	SPEA Software, Starnberg .....	9
B & M, Niederkassel .....	96	HITACHI, Hamburg .....	45		
BTB, Nürnberg .....	96	Hopf Elektronik, Lüdenscheid .....	6	Schiller, Karlsbad .....	18
Bungard, Windeck .....	57	Hoschar, Karlsruhe .....	23	Schroff, Straubenhardt .....	13
BURMEISTER, Rödinghausen .....	96			Schulz, Baden-Baden .....	81
burstner, Gernsbach .....	20	IBS Sontheim, Kempten .....	99	Schwaneckamp, Hamminkeln .....	97
		isel-automation, Eiterfeld .....	103		
CadSoft, Pleiskirchen .....	11	Lehmann, Hausach .....	98	Stute, Dortmund .....	97
CHEMITEC, Ernst .....	99	LPKF, Garbsen .....	77		
Com Pro, Stuttgart .....	53, 75	LPS, Mössingen .....	99	taskit Rechnertechnik, Berlin .....	6
CONITEC, Dieburg .....	6			The Cooper Tools, Besingheim .....	15
		Mentor, Erkrath .....	101	TOP, Zirndorf .....	51
DATA I/O, Gräfelfing .....	43	Merz, Lienen .....	98	Ultimate Technology, NL-Naarden .....	83, 85, 87
DME Däter & Müller, Berlin .....	6	Messcomp, Wasserburg .....	8		
Doepfer, Gräfelfing .....	98	Messe München, München .....	37	VHF-Computer, Schönaich .....	98
DYNATRADE, Erkrath .....	97	Mira, Nürnberg .....	98		
		MGV, München .....	96	Wickenhäuser, Karlsruhe .....	99
Elektronik Laden, Detmold .....	93	Movtec, Pforzheim .....	8	Wilke, Aachen .....	104
ELZET, Aachen .....	98	Müller, Gröbenzell .....	96		
eMedia, Hannover .....	94, 95	Müller, Sternwede-Oppenwehe .....	97		
Engelmann & Schrader, Eldingen .....	98	Mütter, Oer-Erkenschwick .....	97		
es Lasersysteme, Mössingen .....	96				
esz, Germering .....	50	National Instruments, München .....	38, 39		
		OBL, Hüllhorst .....	8		
Fernschule Weber, Großenkneten .....	99	Paul & Siedler, Berlin .....	98		
Fletra, Pommelsbrunn .....	99				
FLUKE, Kassel .....	27				
Friedrich, Eichenzell .....	65				

Diese Ausgabe enthält Teilbeilagen der Firmen Interest Verlag, Augsburg; Lehrinstitut Onken, CH-Kreuzlingen sowie Gesamtbeilagen der Firmen Conrad Electronic, Hirschau; Reichelt Elektronik, Wilhelmshaven.

## 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), Dipl.-Ing. Ulrike Kuhlmann (uk, -391),  
Peter Rökke-Doerr (roe, -397)

**Ständige Mitarbeiter** (zu erreichen unter der Redaktionsadresse):  
Dipl.-Ing. Eckart Steffens, Matthias Carstens  
**Redaktionssekretariat:** Carmen Steinisch (cs, -400)

**Verlagsbüro München:** Jürgen Fey (Chefkorrespondent)  
Barer Straße 36, 80333 München, Telefon: 0 89/28 66 42-11,  
Fax: 0 89/28 66 42-66

**Korrespondentin USA:** Dr. Sabine Dutz, 2855 Castle Drive, San Jose, CA 95125 U.S.A., Telefon/Fax: 001/408-264 33 00, E-Mail: sdutz@netcom.com

**Korrektur und Satz:** Wolfgang Otto (Ltg.), Peter-Michael Böhm, Hella Franke, Martina Fredrich, Birgit Graff, Angela Hilberg, Christiane Slamina, Edith Tötsches, Dieter Wahner, Brigitta Zurheiden

**Technische Zeichnungen:** Marga Kellner

**Labor:** Hans-Jürgen Berndt

**Meßlabor:** Wolfram Tege

**Grafische Gestaltung:** Dirk Wollschläger (Ltg.), Ben Dietrich Berlin, Ines Gehrre, 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  
Postgriem 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:** Irmgard Ditzgens (-164) (verantwortlich)

**Anzeigenverkauf:** Werner Wedekind (-121)

**Anzeigen disposition:** Rita Asseburg (-219)

**Anzeigen-Inlandsvertretungen:**

**Nielsen III a + IV,** Verlagsbüro Ilse Weisenstein, Hottenbacher Mühle 5, 55758 Stipshausen, Tel.: 0 67 85/98 08-0, Fax: 0 67 85/98 08-1

**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, IF/7-1, Lane 149, Lung-Chiang Road, Taipei, Taiwan, Tel.: 0 08 86-2-7 18 72 46 und 0 08 86-2-7 18 72 47, Fax: 0 08 86-2-7 18 72 48

**Anzeigenpreise:**

Es gilt die Anzeigenpreisliste Nr. 16 vom 1. Januar 1994

**Vertriebsleitung:** Hans-J. Spitzer (-157)

**Herstellung/Service:** Wolfgang Ulber

**Sonderdruck-Service:** Sabine Schiller (-359)

**Druck:** C.W. Niemeyer GmbH & Co. KG, Hameln

ELRAD erscheint monatlich.

Einzelpreis DM 7,50 (6S 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, Postgriem Hannover, Kto.-Nr. 401 655-304 (BLZ 250 100 30); Kündigung jederzeit mit Wirkung zur jeweils übernächsten 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 Send- und Empfangseinrichtungen sind zu beachten.

Die gewerbliche Nutzung, insbesondere der Schaltpläne und gedruckten Schaltungen, ist nur mit schriftlicher Genehmigung des Herausgebers zulässig. Die Zustimmung kann an Bedingungen geknüpft sein.

Honorierte Arbeiten gehen in das 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 Berücksichtigung eines eventuellen Patentschutzes. Warennamen werden ohne Gewährleistung einer freien Verwendung benutzt.

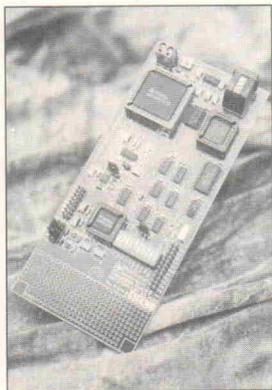
Printed in Germany

© Copyright 1994 by Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG

ISSN 0170-1827

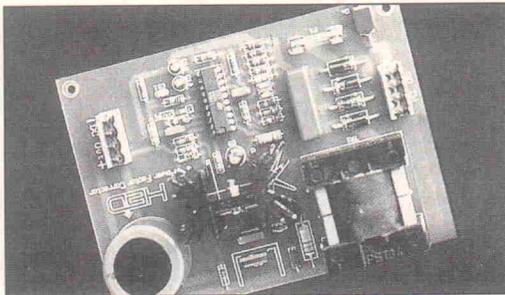


## 16 Seiten Electronica Spezial



Aus Anlaß der Electronica präsentiert ELRAD in seiner nächsten Ausgabe Applikationen mit neuesten Bauelementen. Mit dabei ist das Design Kit des bis zu 140 kSample/s schnellen 12-Bit-Datenerfassungssystems LM12438 von National Semiconductor (siehe Bild oben), das ausführlich in einer Design Corner vorgestellt wird. Ein weiteres Thema sind Supervisor-schaltungen mit ICs aus Maxims Füllhorn. Das Herz solcher Schaltungen sind Überwachungs- und Steuerfunktionen, die  $\mu$ P-

Systeme sicherer machen. Ganz im Zeichen der ab Anfang '95 gültigen EN60555-2, nach der keine neuen netzbetriebenen Geräte, deren Leistungen größer 20 W beträgt und einen hohen Blindleistungsanteil besitzen, in den Handel gebracht werden dürfen, widmet sich ELRAD umfassend dem Schlagwort 'Power Factor Correction'. Mit Applikationen (siehe Bild unten) und einer CAE-Software.



Systeme sicherer machen. Ganz im Zeichen der ab Anfang '95 gültigen EN60555-2, nach der keine neuen netzbetriebenen Geräte, deren Leistungen größer 20 W beträgt und einen hohen Blindleistungsanteil besitzen, in den Handel gebracht werden dürfen, widmet sich ELRAD umfassend dem Schlagwort 'Power Factor Correction'. Mit Applikationen (siehe Bild unten) und einer CAE-Software.

## Dies & Das

### Technik – von Frauen für Frauen

Eine 'Schülerinnenprojektwoche' für die Herbst-Schulferien (4.–7. Oktober 1994) planen Studentinnen der Fakultät für Elektrotechnik der Ruhr-Universität Bochum. Ziel dieses Vorhabens ist es, bei mathematisch-physikalisch interessierten Schülerinnen der gymnasialen Oberstufe Interesse an der Elektrotechnik zu wecken und so den Frauenanteil in der Elektrotechnik zu erhöhen. Eingeladen sind alle Schülerinnen der gymnasialen Oberstufe aller Schulen des Landes NRW. Die Zahl der Anmeldungen übersteigt schon jetzt die kühnsten Erwartungen der Organisatorinnen.

Das Konzept der neuen Projektwoche: Die Schülerinnen sollen über mehrere Tage täglich mit praktischen Themen befaßt sein. Sie werden hierbei von Studentinnen der Elektrotechnik betreut, also von relativ gleichaltrigen Frauen, die ihnen eigene Erfahrungen vermitteln und durch praktische Anschauung zeigen, daß Frauen keine Berührungsängste zur Technik haben müssen. Die Themen der drei Tage sind mit Elementen des täglichen technischen Alltags bespickt.

An den ersten zwei Tagen werden Versuche in den Schallabors des Bereichs Technische Akustik durchgeführt. Unter anderem werden die Teilnehmerinnen ihre Hörfähigkeit messen (Audiologie), eine digitale 12-Kanal-Aufnahme abmischen (Studiotechnik), elektrische und akustische Eigenschaften von Lautsprechern messen (Beschallungstechnik), an einem Hörversuch zur Sprachgütebeurteilung teilnehmen (Psychoakustik) und sich in einer künstlichen akustischen Welt bewegen (Auditive Virtuelle Umgebung). Der dritte Tag schließlich befaßt sich mit Ingenieurinformatik, mit problemorientiertem Umgang mit modernen Computern (Stichwort: 'Multimedia').

Eingerahmt und ausgefüllt werden die Tage von intensiver Betreuung durch die Studentinnen: Die Universität als Ausbildungsort soll erlebt werden, ein Einblick in Freuden und Nöte des Studentinnenlebens gegeben werden. Dieses Konzept wird nur von engagierten Studentinnen umgesetzt, ohne daß Professoren und ähnliche 'Respektpersonen' Hemmschwellen errichten, wo es gerade gilt, sie abzubauen.

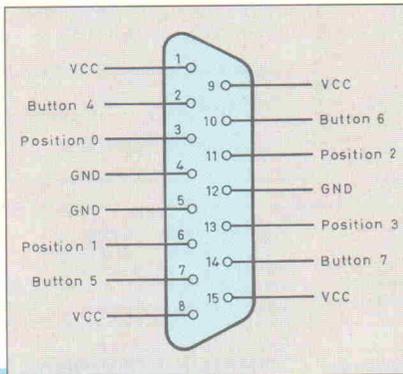
Ruhr-Universität  
Bochum  
44780 Bochum  
Tel.: 02 34/700-28 30  
Fax: 02 34/70 94-1 36

### Hintertür

Motorolas 68 332-Controller stellen über ein spezielles Interface den sogenannten 'Background Debug Mode' (BDM) zur Verfügung. Wie sich diese Funktion nutzen läßt und was sie leistet, beschreibt der Beitrag 'Hintertür' in der nächsten ELRAD. Die Redaktion öffnet den

### Arbeitsbeschaffung

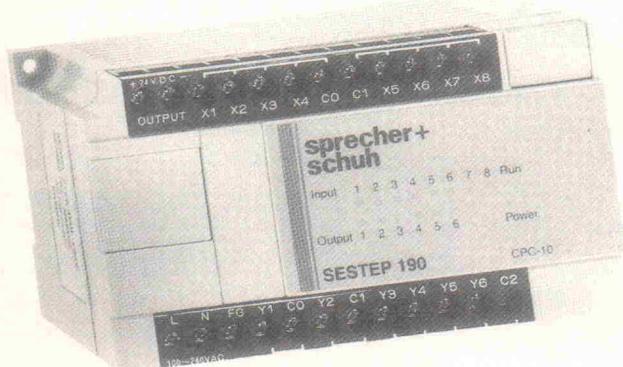
Selbst auf den modernsten Multiport-Karten für PCs gibt es einen Gameport, der im großen und ganzen ein unnützes Dasein fristet. Ein Beitrag in der nächsten Ausgabe beschreibt seine Umschulung zum Meß-Port.



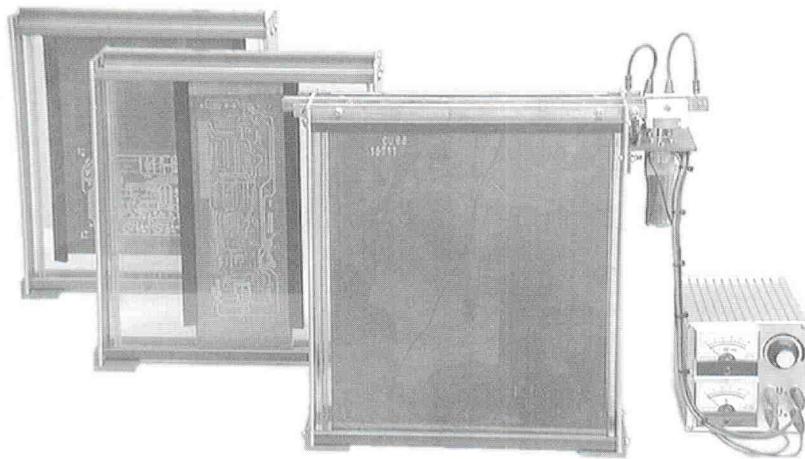
BDM-Zugang über die Parallelschnittstelle eines PC und einem 'fast nichts' an Hardware.

### Test Kompakt-SPS

'Im Mittelpunkt steht eine Leistungsprüfung, die als Hauptmerkmal die Reaktionszeit der Steuerung bei einem für alle Teilnehmer vorgegebenen Programm mißt.' – So hieß es in der 'Test-Einladung' an SPS-Hersteller und Anbieter. Daneben untersucht ELRAD das Verhalten bei hohen Temperaturen, die im Dauerbetrieb in Schaltschränken vorkommen, und wirft einen Blick auf die Programmiersoftware der Geräte. Wie sich das knappe Dutzend Prüflinge im Test bewährt, erfahren Sie in der nächsten Ausgabe.



# isel-Durchkontaktierungsverfahren ... das müssen Sie kennenlernen !!!



- **ideal zur Herstellung von Prototypen/Musterplatinen**
- **einfaches, leicht zu realisierendes Verfahren**
- **Einsatz geringer Chemikalienmengen**
- **Verfahrenszeit ca. 1 1/2 Stunden**
- **kostengünstig und unkompliziert im Vergleich zu herkömmlichen Verfahren**
- **problemloses Bohren, da durch transparente Abdeckfolie die Bohrlöcher sichtbar sind**

**Fordern Sie ausführliche Unterlagen an!**

**- Stichwort " isel-Durchkontaktierung " -**

## Grundausrüstung

Reinigungsbehälter, Reinigungsbad,  
Aktivierbehälter, Aktivierungsbad,  
Galvanisierbehälter mit Oszillator, Kupferbad,  
Spezialfolie, Folienabroller,  
Galvanisierungsgleichrichter,  
2 Platinen

DM  
**1198.-**

## Prinzipielle Funktionsweise

**NEU!**

Ein mit 5 µm beschichtetes Basismaterial wird zunächst beidseitig mit dem Negativ-Bild des

Layouts belichtet, entwickelt, mit einer transparenten Spezialfolie beklebt und danach gebohrt. Das Bohren kann hierbei mit einer einfachen Ständerbohrmaschine ausgeführt werden, da die Lötäugen durch die Transparentfolie sichtbar sind.

Diese Leiterplatte durchläuft anschließend ein spezielles Reinigungsbad und danach ein Aktivierungsbad. Im Anschluß an diese vorbereiteten Maßnahmen wird die Platine in ein Galvanisierbad gegeben, wo nun die Leiterbahnen und die vom Fotolack unbedeckten Kupferflächen weiter aufgalvanisiert werden. Dort, wo sich später Leiterbahnen befinden, wird die vorhandene Kupferschicht bis auf die gewünschte Kupferstärke (üblicherweise 35 µm) aufgebaut. Bei diesem Prozeß werden auch die Innenwände der Bohrungen mit Kupfer überzogen.

Nachdem nun der Fotolack mit einer Natriumhydroxidlösung vollständig entfernt ist, folgt der letzte Arbeitsschritt. Hierzu wird die gesamte Leiterplatte in ein Ätzbad (Natriumperlsulfat) gegeben, und zwar so lange, bis die unverstärkten, also nicht aufgalvanisierten, Kupferpartien abgeätzt sind. Letztendlich bedeutet dies eine Gesamtabätzung von 5 µm Kupfer, da die ursprünglich von dem Fotolack geschützten Flächen eine Stärke von nach wie vor 5 µm aufweisen, während die eigentlichen Leiterbahnzüge auf 40 µm verstärkt wurden. Da von der gesamten Kupferfläche 5 µm abgeätzt werden, reduziert sich die Stärke der Leiterbahnen nun auf die Standarddicke von 35 µm.

Festzuhalten bleibt, daß aufgrund der wenigen Arbeitsschritte das Verfahren recht übersichtlich und einfach in der Handhabung ist.

# BASIC Steuer-Computer ab 28,- / 32,20

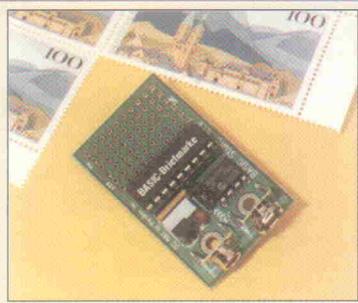
(in DM excl./incl. MwSt. bei 1000 St.)

Schnelle Resultate • niedrige Kosten • flexible Ergebnisse • immer wieder programmierbar (EEPROM)

## BASIC-Briefmarken® Computer

Die BASIC-Briefmarke® ist ein kompletter 1-Platinen Steuer-Computer im Mini-Format. Es ist alles enthalten für intelligente Funktionen, Steuer-, Überwachungs-, Kontroll- und Regel-Aufgaben. Programmiert wird die BASIC-Briefmarke® in einem sofort beherrschbaren BASIC-Dialekt auf dem PC. Die Entwicklungs-Oberfläche enthält alle Funktionen für schnellste Compilation und Programmtests: Screen-Editor, BASIC-Compiler, Fehler-Lokalisator, Debug und Downloader.

Funktionen für immer wiederkehrende Anwendungen sind bereits als fertige Kommandos integriert. Sleep/Wake-Up Funktionen für niedrigsten Stromverbrauch in Batterie-Anwendungen (10µA). Programme können beliebig oft geändert werden (EEPROM).



### Die Technik:

16 Byte RAM-Variablen als Bit-, Byte- oder Word-Variablen. 256 Byte für Programm und EEPROM-Variablen, Geschwindigkeit: ca. 2.000 BASIC-Befehle / Sek (10.000/Sek in Hi-Speed), PC-Schnittstelle: bidirektional über parallelen Drucker-Port Ein-/Ausgänge: 8 I/O-Pins, verwendbar als: Ein-/Ausgang seriell, Ein-/Ausgang analog, Ein-/Ausgang digital, Ausgänge: bis 25 mA ohne Treiber, Stromversorgung 3...15V/2mA (10µA / Sleep).

## BASIC-Briefmarken® Applikation

Wie schnell und einfach Lösungen mit BASIC-Briefmarken® Computern realisiert werden, zeigt die Applikation "intelligentes Treppenhauslicht":

- Taste 1 x drücken: 3 Minuten Licht an
- mehrmals drücken: 2x = 10 Minuten Licht  
3x = 30 Minuten Licht  
4x = Dauer (Limit 10 h)
- lange drücken: Licht aus nach 1 Minute

Wird das Licht ausgeschaltet, bestätigt der Lichtautomat den Tastendruck mit "Licht 1/2s aus". Ebenso 20s vor Ablauf der regulären Einschaltzeit.

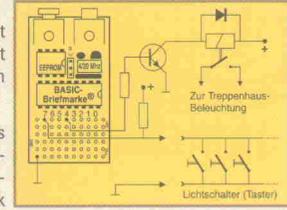
Für die Entwicklung benutzen Sie das BASIC-Briefmarken® Entwicklungs-System (s.u.). Die erforderliche Verschaltung wird mit dem Hardware-Toolkit ruck

zuck erledigt: 2 Steck-Kabel verschalten - dann geht es mit der Software weiter. Die erste, etwas einfachere Variante ist schnell programmiert: 1 x drücken = 2 min Licht / Nachtricker-Funktion:

```

INPUT 7
OUTPUT 4
w2 = 0
RES: LOW 4
LOOP: IF PIN7=1 THEN L2
w2 = 2 * 60 * 438
L2: IF w2=0 THEN RES
HIGH 4
w2 = w2-1
GOTO LOOP
    
```

\* Bit-7 = Tasten-Eingang  
 \* Bit-4 = Relais-Ausgang  
 \* Zeit-Counter (16-bit)  
 \* Relais = AUS  
 \* Test: Tastendruck?  
 \* Zeit = 2 Min setzen  
 \* Test: Zeit abgelaufen?  
 \* Licht ist (noch) an  
 \* Zeit-Count-Down



Damit liegt bereits ein funktionierendes Modul vor. Weitere Funktionen wie Türöffner, Bewegungs-Melder, Haustür-Licht etc. lassen sich noch hinzufügen.

## BASIC-Briefmarke® Presse-Stimmen



10-93: "... Kleiner Chip mit Riesenleistung ..."



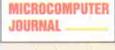
2-94: "... Ein neuer Einplatinencomputer macht Furore ..."



1993: Nominierung zum innovativsten Produkt 1993 im EDN-Magazin.



7-93: "Sprachausgabe"...konntesehr schnell programmiert werden."



1-94: "... ein preiswertes und einfach zu benutzendes Kraftpaket ..."

10-93: Ausführlicher Applikations-Bericht



9-94: "... elegante Einfachheit der BASIC-Briefmarke ..."



10-93: "... Programm geschrieben, geladen und funktioniert - alles in 5 Minuten"



8-93: "... man kann überraschend anspruchsvolle Programme schreiben ..."



Apr-93: "... Ein Beispiel, was Software leisten kann ..."



## BASIC-Briefmarke® 1-Platinen Computer

BASIC-Briefmarken® Steuer-Computer gibt es für jede Anwendung in der richtigen Ausbaustufe:

**1** Die kleinste BASIC-Briefmarke®: der Typ "A", 8 universelle I/Os, 12-pol. Stiftleiste, nur 4,5 x 1 cm Steck-Fläche:  
 1.99 100+ 1000+  
**BASIC-Briefmarke® "A":** 49,-/56,35 38,-/43,70 28,-/32,20

**2** Die BASIC-Briefmarke® "B" verfügt über 16 digitale Inputs und 16 Outputs sowie RS-232 Anschluß, 6 x 8 cm:  
**BASIC-Briefmarke® "B":** 69,-/79,35 58,-/66,70 48,-/55,20

**3** Die neue "Super-B" Briefmarke: zahlreiche I/O-Erweiterungen und Co-Prozessor für noch effektivere Programmierung. Gepufferte Uhr mit Datum, Zeitsteuerung, Multiplex-Ausg. für 6-stell. 7-Segment Anzeige + 4 LEDs, Tastatur-Eing. bis 16 Tasten, 16 x digit. In, 16 x digit. Out, 8 x Power Out: 50V/800 mA, 8 x Opto-Koppler, UP-DO Count, RS-232, 5 x Univ.-I/O(ana/digi/ser).  
**BASIC-Briefmarke® "Super-B":** 169,-/194,35 ab 5: 139,- / 159,85  
**6-stell. LED-Display, 19 mm:** 84,-/ 96,60 ab 5: 69,- / 79,35  
**10-er Tastatur, 45 x 55 mm:** 12,-/ 13,20 ab 5: 10,40 / 11,86

Neu

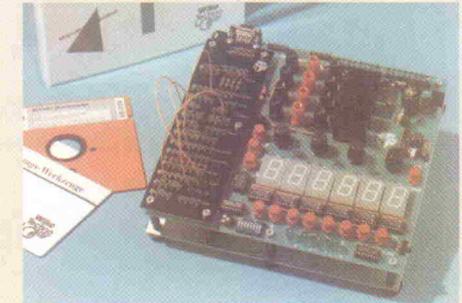
**4** 1-Platinen Computer mit Infrarot Daten-Übertragung und unterschiedlicher Stromversorgung: "CA" = Solar+Akku, "CC" = Solar + Elko, "CN" = 220 V Netzanschluß. "C" Briefmarken werden eingesetzt wenn keine Kabel verlegt werden sollen (oder können), in mobilen Anwendungen, zur Fernsteuerung, dort wo es keinen Stromanschluß gibt, ... etc. je: 100 x 160 mm.  
**BASIC-Briefmarke® "CA":** 240,-/276,- 188,-/216,20 149,-/171,35  
**BASIC-Briefmarke® "CC":** 240,-/276,- 188,-/216,20 149,-/171,35  
**BASIC-Briefmarke® "CN":** 240,-/276,- 188,-/216,20 149,-/171,35

**5** BASIC Industrie-Computer mit umfangreicher Peripherie, Treibern, Relais, Opto-Kopplern, Uhr, Zeitsteuerung, Display, Tastatur, robustes Industrie-Gehäuse, ca. 245 x 145 x 70, Tisch / Wandmont.  
**BSI-2002:** 498,-/ 572,70 ab 3 St. 398,-/457,70 100+: a.A.  
**Netzteil:** 45,-/ 51,75 **Wandhalterung:** 39,90 / 45,89



## Entwicklungs-System für schnelle Resultate:

Die Programm-Entwicklung für BASIC-Briefmarken Computer erfolgt auf dem PC. Ein umfangreiches Entwicklungs-System mit allen erforderlichen Komponenten (Soft- und Hardware) garantieren kürzeste Entwicklungszeiten. Applikations-Beispiele können sofort nachvollzogen werden.



- ✓ Umfangreiches Toolkit (sofort steckbar ohne Löten: Power-Relais, 7-Segment-Displays, Treiber, Tasten, Lautsprecher, V24 / RS-232 + RS-485 Schnittstellen, Analog-Inputs, ...)
- ✓ Entwicklungs-Oberfläche für PC
- ✓ BASIC Cross-Compiler
- ✓ 5 x Einplatinen-Computer BASIC-Briefmarke® / Anschlußkabel
- ✓ Deutsches Handbuch
- ✓ Applikationen (Soft- u. Hardware)
- ✓ Buch: "Schnelle Designs mit BASIC-Briefmarke", M. Rose, Hüthig-Verlag, 1993, ISBN 3-7785-2264-7.

Schnelle Designs mit BASIC-Briefmarke

Jetzt mit Buch!

komplett:  
 ... 1590,- / 1828,50

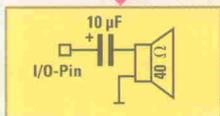
Elektronik-Entwicklung, Datentechnik  
 Industrie-Automatisierung



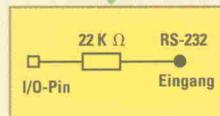
Wilke Technology GmbH  
 Krefelder Str. 147, D-52070 Aachen  
 Telefon: 0241 / 15 40 71, Telefax: 0241 / 15 84 75

Der Anschluß von BASIC-Briefmarken® Steuer-Computern an die reale Welt ist denkbar einfach und preiswert:

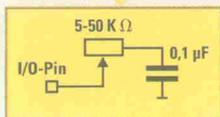
### Ton-Ausgabe



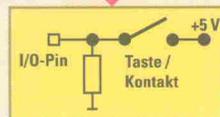
### RS-232 Eingang



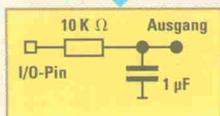
### Analog-In



### Taste / Kontakt



### Analog-Ausgang



### Vernetzung

