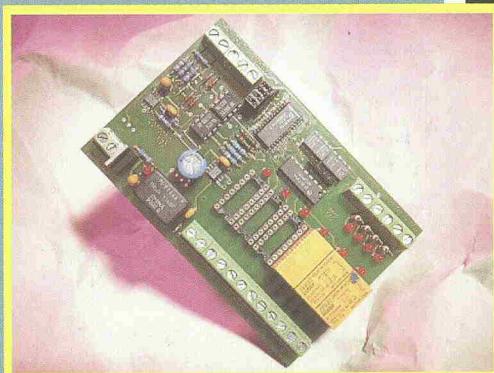


4/94



Projekt: CAN-Bus-Knoten

Vom Rechner ins Ohr

**Verstärker-Design  
mit PSpice**

Feldbus für Antriebe

**Grundlegendes  
über SERCOS**

Marktübersicht

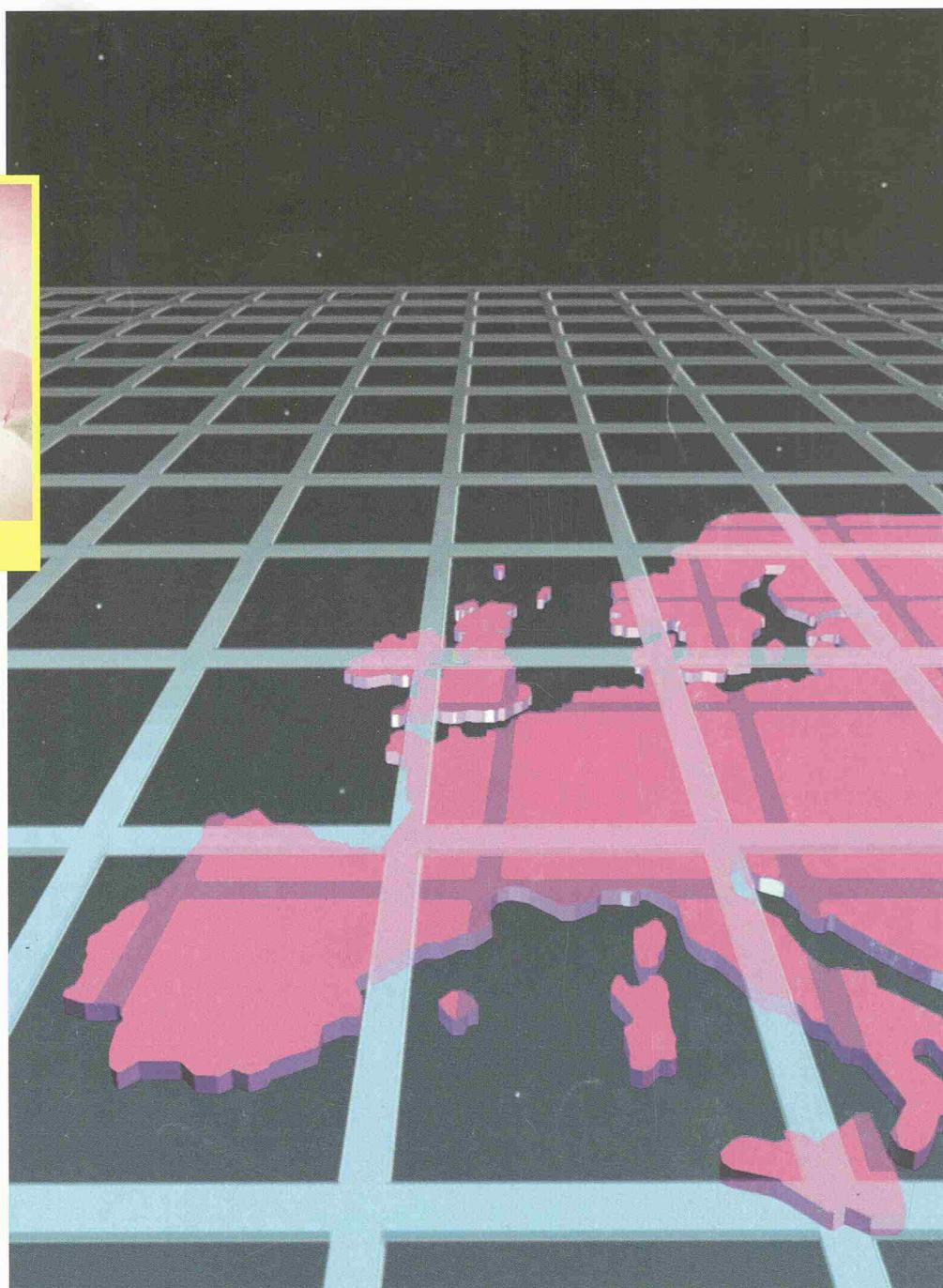
**Funktionsmodule für  
VMEbus-Karten**

Gewußt wie und wo

**Alle Kalibrierlabors  
im Überblick**

**Satellitennavigation: Alles über**

**das Global Positioning System**



ELRAD auf der  
Hannover Messe  
Industrie.

Treffpunkt: Halle 12EG,  
Stand A63

# ELV

## Der Elektronik-Spezialist

Postfach 1000  
26789 Leer / Ostfriesland  
Telefon 0491-600 888  
Fax: 0491-7016

### Laser-Pointer

Dauerstrich-Diodenlaser neuester Technologie im sichtbaren Lichtbereich. Attraktives matt-schwarzes Kunststoffgehäuse.



Laser-Pointer  
LP 2050  
Best.Nr.: 15643  
DM 79,-

Bitte gleich mitbestellen:  
1,5 V Micro/AAA (2 Stück erforderlich)  
Best.Nr.: 15644 ... Stück DM 1,75

Ausgangsleistung: ..... ca. 2 mW  
Abmessungen (mm): ..... 140 x 18 x 15  
Gewicht (g): ..... 46  
Wellenlänge: ..... 670 nm intensives rot  
Strahl-Divergenz: ..... 0,5 mrad  
Batterien: ..... 2 x 1,5 V Micro (AAA)  
Stromaufnahme: 85 mA (Automatik-Power-Control)

### 1,2 V/1,1 Ah Nickel-Metall-Hydrid-Mignonakku (NiMH)

*Umwelt-Akku*

- ohne Blei
- ohne Quecksilber
- ohne Lithium
- ohne Cadmium.

Nickel-Metall-Hydrid-Akkus bieten gegenüber Nickel-Cadmium-Akkus Vorteile: Mehr als doppelte Kapazität, kein Memory-Effekt, schnellladefähig. Ladezeit bei 110 mAh ca. 15 h (Normalladung), Schnellladung nur 5 Std. NiMH Mignonakku Best.Nr.: 15650 DM 7,95

### NiMH Steckerladegerät

Praktisches Steckergehäuse für paarweise 2 und 4 NiMH-Akkus Typ Mignon. Schnellladung innerhalb 5 Stunden. Ladegerät ist in Ladestrom und Ladespannung speziell angepaßt zur Ladung der umweltfreundlichen NiMH-Akkus. NiMH Ladegerät Best.Nr.: 15651 DM 29,50



Einfach gegen herkömmlichen Starter austauschen. Leuchtstofflampen schalten flackerfrei, schnell und schonend mit diesem Elektronik-Starter ein.

Die 5 Punkte für ELV-Starter:

- absolut zuverlässiger Sofortstart innerhalb 0,3 sek. (!)
- großer Temperatur-Bereich von -25°C (!) bis +50°C
- besonders lampenschonender Startvorgang durch erhöhten Vorglühstrom
- bis zu 100% mehr Lebensdauer der Leuchtstofflampe
- für Leuchtstofflampen von 18 W bis 125 W.

Komplettbausatz (SMD-Teile bereits vorbestückt)  
Best.Nr.: 15641 DM 7,95  
Fertigerät Best.Nr.: 15642 DM 8,95

### Universal-Akku-Lader und Batterietester

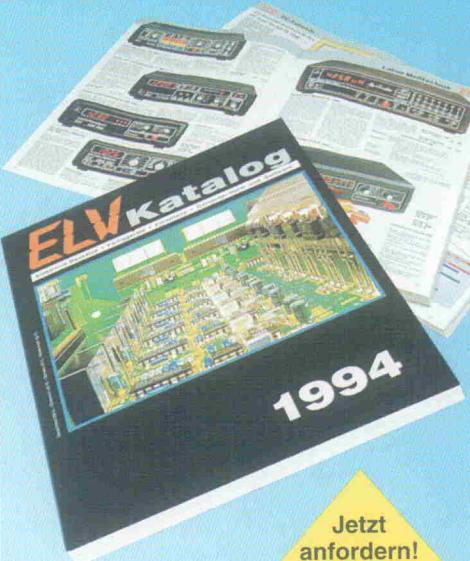
Bis zu 23 Akkus. Multi-Ladekabel für Akkus, die nicht in das Gerät passen. Bis zu 8 Stück Mono, Baby, Mignon, UM-4. Zusätzliche Ladeschächte für 1 x UM-5/Micro, 2 x Knopfzellen, 2 x 9 V-Blockakku sowie Ausgangsbuchsen zum Laden von Spezialakkus mit 3 V, 6 V oder 12 V. Batterie-Test-Anzeige über Zeiger-Meßinstrument. Betriebsspannung 230 V. Lieferung inkl. Multi-Ladekabel. (Wie Abb. jedoch ohne Akkus)

Best.Nr.: 15645 ..... nur DM 19,95  
Mignon-Akku 600 mAh Best.Nr.: 6499 DM 2,60



### Den bekommen Sie!

1 kg 4farbige Elektronik-Information.



Jetzt anfordern!  
Kostenlos!

Über Funk immer die genaue Zeit:



ELV-Funkwecker unter 30,-DM

### ELV-Funkuhr DCF 94

Hochwertige Funkuhr mit Weckfunktion, Nachweckautomatik, 24h-Abschaltautomatik, Wochentags-, Datum- und Monats-Anzeige, auf Tastendruck beleuchtetes LC-Display, schickes Design.

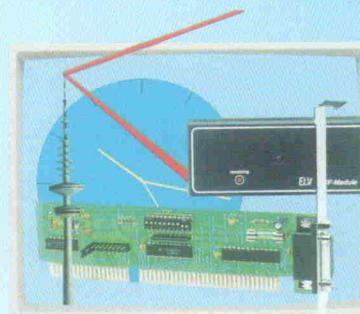
DCF 94 Funkuhr Best.Nr.: 15640 DM 29,90  
passende Batterie Best.Nr.: 11128 DM 1,75

### ELV Ihr Elektronik-Spezialist für

Elektronik-Bausätze  
Fertigeräte Einzelteile  
Computer-Hard- und -Software

Über 15 Jahre eigene Entwicklungen und eigene Fertigung in Deutschland. Von der Idee zum fertigen Produkt - alles kommt aus einer Hand. Davon können Sie profitieren! Mit Fachkompetenz, Kreativität und konsequenter hohen Qualitätsmaßstäben ist ELV bei Elektronik-Freunden längst zur Institution geworden. Das überzeugende Preis-Leistungsverhältnis gilt auch für Artikel, die wir ergänzend weltweit für Sie einkaufen.

Überzeugen Sie sich selbst. Sie finden hier eine kleine Auswahl unseres Angebotes. Mehr auf 340 Seiten des neuen großen ELV-Kataloges 1994, den wir Ihnen auf Anforderung gerne kostenlos zusenden.



DCF-Empfangsmodul inkl. kompletter Treibersoftware für DOS und Windows auf 3,5"-Disk.

Komplettbausatz Best.Nr.: 15646 DM 89,-  
Fertigerät Best.Nr.: 15647 DM 129,-

PC-Einsteckkarte (zusätzlich erforderlich, wenn Ihr PC unter Windows "läuft" bzw. kein Gameport besitzt)

Komplettbausatz Best.Nr.: 15648 DM 69,-  
Fertigerät Best.Nr.: 15649 DM 99,-

# Wo bin ich?

Der überwundene kalte Krieg zwischen Ost und West hat auf beiden Seiten nicht nur Unmengen von atomarem Bombenschrott hinterlassen, sondern – sozusagen als nützliches Überbleibsel der verpulverten Steuer-Milliarden – auch zwei Satelliten-Navigationssysteme, die sich höchst vorteilhaft im 'dual use' nutzen lassen (damit bezeichnet man die zivile Nutzung militärischer Systeme). Sie wurden primär für die Lenkung von Präzisionswaffen entwickelt, wobei man Genauigkeiten im Bereich von 20 m geplant und auch erreicht hat – im Golfkrieg führten die Amerikaner einer staunenden Weltöffentlichkeit erschreckende Beispiele dazu vor.

Wir Europäer haben als direkte Folge des kalten Krieges den 'Vorteil', daß die Sichtbarkeit und damit die Verfügbarkeit der Satelliten besonders hoch ist, denn unser Erdteil war das potentielle Aufmarschgebiet der beiden Weltmächte USA und UdSSR. Es war meßtechnisch einfach nachzuweisen, daß die Amerikaner zu Beginn des Golfkriegs ihre GPS-Satelliten 'herumgeschoben' haben, um Navigationslöcher im eben nicht eingeplanten Aufmarschgebiet auf der arabischen Halbinsel zu stopfen.

Durch die früher ausschließliche Verfügung des Militärs über das GPS-Netz – und die damit verbundene Geheimnis-krämerei innerhalb der USA – bekamen europäische Firmen und Institute einen Wettbewerbsvorteil auf dem goldenen Teller serviert. Inzwischen hat allerdings in den Vereinigten Staaten eine gewaltige Aufholjagd begonnen.

Aufgrund der militärischen Nutzung beschäftigte sich nämlich kaum eine Uni oder kaum eine Privatfirma in den USA mit dem System, und das Fehlen einer solchen breit gefächerten 'Szene' führte letztendlich zum Austrocknen der in anderen Bereichen breit fließenden Ideen-Ströme.

Die zivile Forschung in Europa dagegen hat als erstes die von den Amerikanern künstlich auf etwa 300 m verschlechterte Genauigkeit auf 10 cm gesteigert (sozusagen überkompensiert) und dann anschließend mit diesen Möglichkeiten eine Vielfalt von Produkten hervorgebracht. Das reicht vom Kalibrieren der automatischen Landesysteme an Flughäfen über Versuche im Fallturm der Bremer Uni bis zur Positionsbestimmung Reinhold Messners auf seinem Marsch zum Südpol.

Das Prinzip der Satelliten-Navigation beruht auf der präzisen Messung der 'Reise-Zeit' eines Signals zwischen Sender und Empfänger. Das Trägersignal liegt im Mikrowellenbereich, und mit der schon heute verfügbaren Technik lassen sich scheckkartengroße Empfänger aufbauen, die dann in einem Massenmarkt Stückzahlen erwarten lassen, bei denen Preise für einen solchen 'Wo-bin-ich-Sensor' von weniger als DM 100,– nicht mehr utopisch erscheinen.

Damit eröffnet sich eine schier unvorstellbare Nutzungsvielfalt im privaten, kommerziellen und wissenschaftlichen Bereich, die nur durch die begrenzte Phantasie von Produzenten und Konsumenten eingeschränkt wird:

Positionserfassung von LKWs und Taxis mit anschließender Rückmeldung dieser Position per D-Netz-Telefon an die Zentrale (nicht zur Überwachung der Fahrer, sondern um überfallene Taxis und 'geklauten' LKWs verfolgen zu können), Überwachen von Brücken und Staumauern in erdbebengefährdeten Gebieten, aber beispielsweise auch das Anzeigen der Position auf der elektronischen Landkarte per Laptop im Auto.

Die Wo-bin-ich-Frage wäre also geklärt – 'wo-wollen-wir-damit-hin?' ist allerdings sehr viel schwieriger zu beantworten ...

*G. Schänzer*

Gunter Schänzer



Foto: Philip-Morris-Stiftung/Rene Spalek

Professor Schänzer leitet das Institut für Flugführung an der TU Braunschweig, ist Dekan im Fachbereich Maschinenbau und war maßgeblich an der Entwicklung des Differential-GPS beteiligt.



## Markt

### Hochgestapelt

Piggybacks für VMEbus-Karten bieten alle nur denkbaren Arten von Interfaces. Ob Analog- oder Digital-I/O, SCSI- oder CAN-Bus – zusätzliche Schnittstellen lassen sich einfach per Steckmodul installieren. Trägerkarten gibt es jedoch nicht nur für den VMEbus, sondern auch für den PC und andere Bussysteme. Verfügbare Module und entsprechende Standards zeigt die Übersicht auf

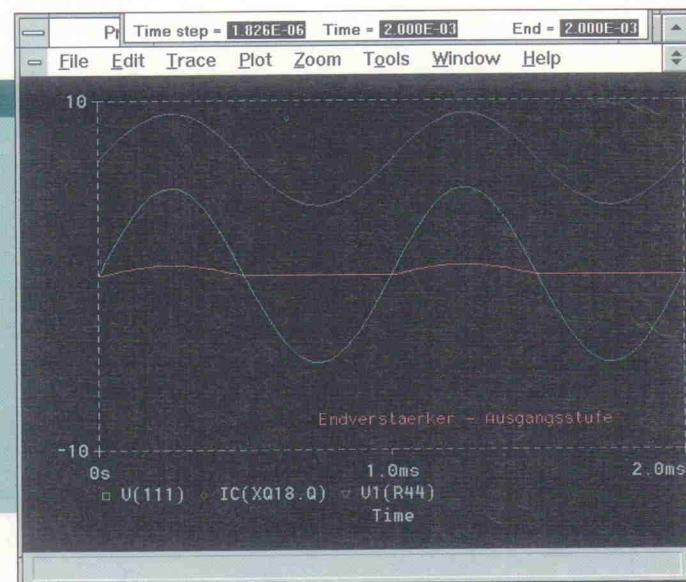
**Seite 48**

## Entwicklung

### Vom Rechner ins Ohr

Für eine wirklich realistische rechnerische Nachbildung diskreter Bauelemente ist einiger Aufwand nötig. Trotzdem bietet sich die Schaltungssimulation per PC nicht nur zum Entwurf integrierter Schaltungen an. Worauf bei der Analogsimulation zu achten ist, macht die Entwicklung einer Car-HiFi-Endstufe mit Hilfe des CAE-Programms Spice deutlich.

**Seite 37**

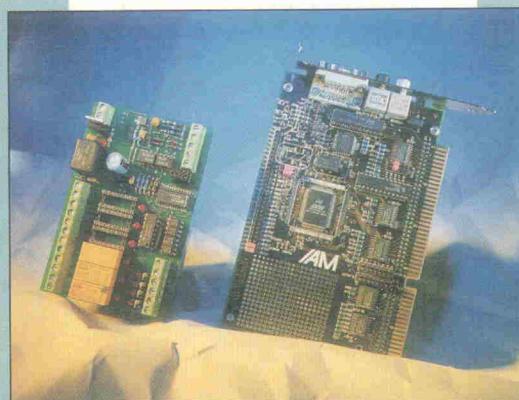


## Projekt

### CANtate

Mit der CANtate findet die PC-CAN-Karte aus Heft 12/93 ihren passenden Mitspieler für die Feldseite. Die kompakte Platine beherbergt einen SLIO-Chip 82C150, der 10 binären Signalen und jeweils einem analogen Ein- und Ausgang Zutritt zum CAN-Bus verschafft. Maximal 16 CANtaten können an einem Bussegment angeschlossen werden. Das Konzert beginnt auf

**Seite 74**



## Grundlagen

### Der Sprinter

Das SERCOS-Interface präsentiert sich als Spezialist für die Regelung schneller Antriebe via Feldbus. Mit bis zu 254 Teilnehmern in einem Ring und maximal 4 MBit/s Datenrate verspricht das SERCOS-Interface echtzeitfähiges Verhalten mit Zykluszeiten bis herab zu 62 µs. Auf welche Weise die Soll- und Ist-Daten schnell und sicher über den Bus strömen, beleuchtet ein Grundlagenbeitrag ab

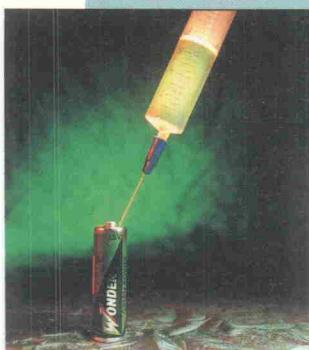
**Seite 78**

## PrevView

### Batterie-Doping

Herkömmliche Primärbatte-rien sind nicht wieder aufladbar – so steht es zumindest umsatzfördernd auf jeder Zelle. Ein neuartiges Ladegerät tritt im ELRAD-Testlabor an, das Gegenteil zu beweisen. Ob es diesen An-spruch erfüllt, lesen Sie auf

Seite 22

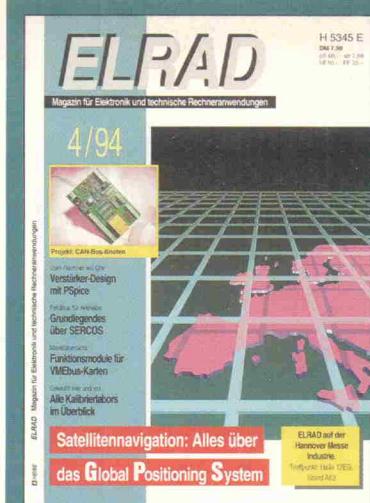
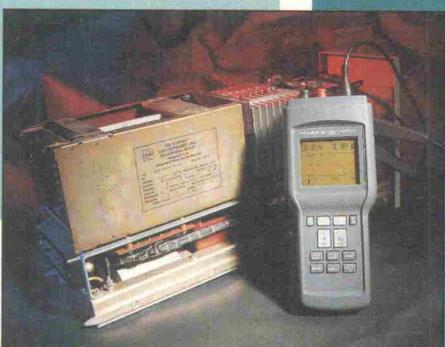


## PrevView

### Leistungskneifer

An Versorgungsnetzen betriebene Lasten haben sich im Verlauf der letzten Jahre erheblich verändert. Der Ausbildung von Oberschwingungen durch nicht-lineare Verbraucher muß eine verstärkte Aufmerksamkeit gewidmet werden. Spezielle Netzanalysatoren erfüllen diesen Zweck, sind aber relativ teuer und unbeweglich. Mit den Modellen 40 und 41 bringt Fluke zwei Hand-held-Instrumente auf den Markt, die der schnellen Problemidentifikation vor Ort dienen sollen. ELRAD hatte Gelegenheit, ein Muster aus der Vorserie unter die Lupe zu nehmen.

Seite 20



## Inhalt 4/94

Seite

### aktuell

Programmierbare Logik	9
Mikrocontroller	10
Meßtechnik	12
Automatisierung	14
Forschung und Entwicklung	16

### Test

PreView: Leistungskneifer	
Oberschwingungsmeter Fluke 40 und Oberschwingungsanalysator Fluke 41	20
PreView: Batterie-Doping	
Ladegerät MBO MK1 für Primärzellen	22
PreView: California Dream	
Konturenbasierter Autorouter Specctra SP2	24

### Markt

Hochgestapelt	
Aufsteckmodule für VMEbus-Karten	48
PALASM & Co	
PLD-Entwicklungssoftware im Vergleich (3)	56
ISO-Schock	
Kalibrieren wie und wo	85

### Projekt

Raubkatze	
Einplatinenrechner KAT-Ce 68332 (2)	60
PC-L.A.	
PC-Logikanalysator: 50 MHz, 32 Kanäle (2)	64
CANtate	
CAN-Bus: Feldknoten mit SLIO 82C150	74

### Entwicklung

Vom Rechner ins Ohr	
Fallstudie Schaltungssimulation: Audio-Endstufe	37
Der Sprinter	
SERCOS-Interface: Busstruktur und Telegrammformat (1)	71

### Grundlagen

24 fixe Sterne	
Das Global Positioning System (1)	28
MNP 10	
Microcom Networking Protocol 10: Verbindungs-aufbau, Echounterdrückung und Modulation (2)	78
Die ELRAD-Laborblätter	
Elektrolytkondensatoren in Schaltnetzteilen	82

### Rubriken

Editorial	3
Briefe	8
Nachträge und Berichtigungen	8
Radio und TV: Programmtips	18
Bücher	66
Die Inserenten	101
Impressum	101
Dies & Das	102
Vorschau	102



# 3 Ausgaben nur 18,- DM



#### Testangebot:

Ja, senden Sie mir die nächsten

3 Ausgaben **IX** zum

Preis von 18,- DM.

Wenn mich das Test-Angebot überzeugt, brauche ich nichts weiter zu tun; ich bekomme **IX**

weiterhin jeden Monat per Post und bezahle 81,- DM (Inland), 88,80 DM (Ausland). Vorzugspreis für Schüler/Studenten

71,40 DM (gegen Nachweis). Übrigens: **IX**-Abos kann man **jederzeit** zur übernächsten Ausgabe kündigen – mit **Geld-zurück-Garantie**.

Möchte ich **IX** nicht regelmäßig weiterbeziehen, gebe ich spätestens 10 Tage nach Erhalt der 3. Ausgabe Nachricht. Damit ist alles erledigt.

#### Datum/ Unterschrift

Widerrufsrecht (gilt ab Vertragsabschluß): Mir ist bekannt, daß ich diese Bestellung innerhalb von 8 Tagen beim Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG, Helstorfer Str. 7, 30625 Hannover, widerrufen kann und bestätige dies durch meine zweite Unterschrift. Zur Wahrung der Frist genügt die rechtzeitige Absendung.

#### Anschrift:

#### Datum/ Unterschrift

Bitte beachten Sie, daß zur Bearbeitung beide Unterschriften nötig sind.

Name/Vorname

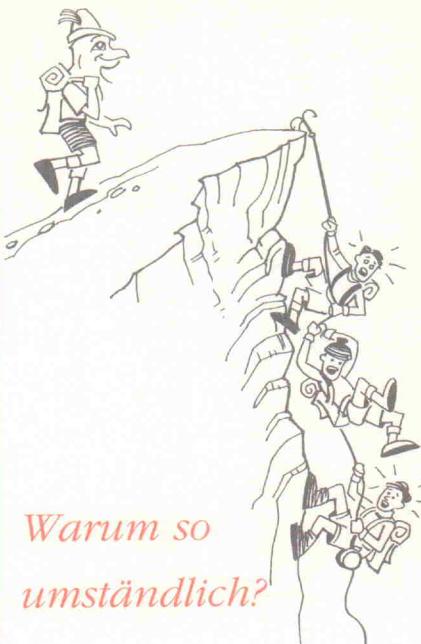
Straße/Postfach

PLZ/Ort



Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG  
Zeitschriften-Vertrieb  
Postfach 61 04 07  
30604 Hannover

Absenden per Post oder Fax:  
0511/53 52-129



Warum so umständlich?

Sieger der "Impulse"  
Software-Umfrage vom  
April 1993



## EAGLE 2.6

Schaltplan ▪ Layout ▪ Autorouter

Zugegeben: es gibt viele leistungsfähige Platinen-Layout-Programme. Aber was nützt es, wenn die Bedienung so kompliziert ist, daß Sie nur einen Bruchteil davon ausnutzen.

EAGLE ist leistungsfähig und leicht zu bedienen. Testberichte in angesehenen Zeitschriften haben uns das immer und immer wieder bestätigt. Aus einer Umfrage der Zeitschrift "impulse" unter deutschen Software-Anwendern ging CadSoft mit EAGLE als Sieger hervor. Dabei wurden die Software selbst und die Kundenunterstützung bewertet.

Dennoch ist EAGLE unglaublich preiswert. Die angegebenen Preise beinhalten alle Bibliotheken und Treiber. Die Hotline ist kostenlos. Versteckte Kosten gibt es bei uns nicht.

Fordern Sie unsere voll funktionsfähige Demo mit Original-Handbuch an, und Sie können sich selbst davon überzeugen, warum EAGLE in Deutschland öfter im Einsatz ist als jedes andere Programm zur Leiterplatten-Entflechtung.

EAGLE-Demo-Paket mit Handbuch	25,30 DM
EAGLE-Layout-Editor (Grundprogramm) mit Bibliotheken, Ausgabebetrieben und Konvertierprogrammen	851,00 DM
Schaltplan-Modul	1085,60 DM
Autorouter-Modul	1085,60 DM

Bei Versand zzgl. DM 9,20 (Ausland DM 25,-). Mengenrabatte auf Anfrage



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

## 10 mA AC beim HP 34401

In ELRAD 12/93, S. 7 wies die Redaktion auf einen "verdeckten" Meßbereich beim Labormultimeter HP 34401A hin.

Seit März 92 arbeite ich mit dem DMM HP 34401A und bin sehr zufrieden damit. Für eine spezielle Messung benötigte ich letztens einen 10-mA-AC-Bereich. Ich half mir mit einem zufällig vorhandenen alten 10-Ω-Normwiderstand von General Radio, welcher sogar wie ein Zwischenstecker in die Meßbuchsen paßte und maß im 100-mV-Bereich.

Die Angaben von Hewlett-Packard, daß der 10-mA-Bereich in die Endprüfung beziehungsweise Kalibrierung aufgenommen ist, entspricht zumindest für mein Gerät nicht den Tatsachen. 10 mA AC werden im 1-A-Bereich geprüft. In meinem Prüfblatt vom 20.02.91 ist dafür ein Fehler von 2,6741 % angegeben.

Da ich das Gerät nicht über einen Computer betreibe, wäre ich Ihnen dankbar, wenn Sie mir angeben könnten, wie ich diesen Bereich einschalten kann. Übrigens fehlt auch in dem neuesten Kleinkatalog von HP-Direkt bei den Daten weiterhin der 10-mA-AC-Bereich.

Hans Gütter  
81249 München

Dazu teilte HP der Redaktion mit, daß die Freischaltung des 10-mA-Wechselstrombereiches – wie in Elrad 12/93, S. 7 beschrieben – nur per IEEE-488-Bus-Befehl möglich ist. Dieser muß jeweils beim Einschalten neu gesendet werden. Weiterhin handelt es sich bei dem 10-mA-AC-Bereich nicht um ein offiziell dokumentiertes Feature, weshalb HP diesen Bereich auch nicht spezifiziert und prüft. Tatsächlich ergeben sich dort jedoch weit kleinere Meßfehler für  $i = 10 \text{ mA}$  als bei Messungen im oben angegebenen 1-A-AC-Bereich. (Red.)

## Innerhalb der Toleranz

Unter dem Titel "Kalt erwisch" testete die Redaktion in ELRAD 3/94, Seite 36, 44 Handmultimeter. Die Anzeige des Peak Tech 450 RS schwankte in den AC-Bereichen am Kalibrator derart, daß es in der Tabelle auf Seite 43 nicht sinnvoll erschien, konkrete Angaben über die gemessene Abweichung zu machen. Dazu die Firma Heinz-Günter Lau, Distributor des Geräts:

Wir möchten Sie darauf hinweisen, daß wir mit der von Ihnen speziell für unser Modell Peak Tech 450 RS angeführten Instabilität im AC-Bereich nicht einiggehen, da diese innerhalb der von uns in unseren Unterlagen angegebenen Toleranzen liegt. Die Erklärung hierfür liegt in der 16-Bit-CPU, die alle digitalen/analogen Umsetzungen steuert, das heißt die Versorgung der RS-232-Schnittstelle mit allen erforderlichen Daten sowie die Ansteuerung der informationsreichen Dual-Anzeige. Die hohe Baud-Rate wirkt sich im AC-Bereich durch leichtes Wandern der letzten Stelle aus.

Heinz-Günter Lau GmbH  
22926 Ahrensburg bei Hamburg

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

## Mit Netz und Modem

Mittlerweile hängt die gesamte Redaktion am Datennetz. Leser, die über einen Internet-Anschluß verfügen, können uns jetzt auch per EMail erreichen: <Kürzel>@elrad.ix.de lautet die Adresse. Setzen Sie für <Kürzel> das Namenskürzel des Redakteurs ein (siehe Impressum), und schon gelangt die elektronische Post auf den richtigen Weg.

Auch die ELRAD-Mailbox bleibt vom Fortschritt nicht verschont: Seit kurzem bedient ein PC ein High-Speed-Modem (max. 14 400 bps, 8n1), damit Sie Software zu Projekten nebst Public-Domain/Shareware-Programmen für die Elektronik noch schneller herunterladen können. Dies brachte auch eine Software-Umstellung mit sich, so daß Sie sich als Benutzer neu eintragen müssen. Schauen Sie doch mal herein: 05 11-53 52-401.

## Nachträge

### Neues aus dem Auenland

'Herr der Ringe', Heft 3/94, S. 24

Zum Artikel über die programmierbaren Analog-ICs erhielten wir zahlreiche Anfragen nach weitergehenden Informationen und Bezugsquellen. Beides gibt's direkt bei der Firma Hughes:

Hughes Microelectronics Europa  
Landsberger Str. 398  
81241 München  
☎ 0 89-5 80 81 01  
📠 0 89-5 80 82 61

## Widerspruch

'PALASM & Co', ELRAD 2/94, Seite 44

Im ersten Teil des Marktreports Palasm & Co zeigt das Bild 1 nicht wie angegeben die Oberfläche des Intel-, sondern die des Lattice-Programms. Außerdem tauchen auf den Seiten 52 und 53 zwei widersprüchliche Aussagen auf: am Beginn der Erläuterungen zum Paket PLDshell Plus steht, die Software unterstütze alle zur Zeit auf dem Markt befindlichen Intel-PLDs – was auch stimmt. Im folgenden ist hingegen zu lesen, daß die Programmversion 3.1 den Baustein iFX780 noch nicht unterstützt – was dann natürlich nicht stimmen kann. Der Fehler beruhte auf einer mißverständlichen Auskunft des Herstellers, wir bitten dies zu entschuldigen.

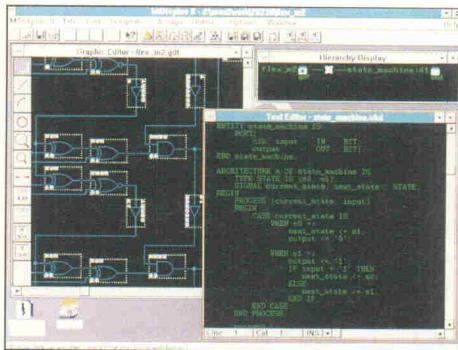
## Test: Industrie-PCs

Aus technischen Gründen mußte der angekündigte Test von Industrie-PCs auf Heft 5/94 verschoben werden.

## Programmierbare Logik

### MAX spricht VHDL

Die Entwicklungssoftware MAX+PLUS II von Altera erlaubt in ihrer neuesten Version 4.0 jetzt auch die Schaltungseingabe in der Hardwarebeschreibungssprache VHDL. Das VHDL-Modul verwendet architekturnspezifische Synthese-Algorithmen und setzt damit die Schaltungsteile je nach Bausteinfamilie um. So wird beispielsweise eine Addition für die SRAM-basierende FLEX-Serie in eine Carry-look-ahead-Addition gewandelt. Bei den auf EEPROMs basierenden MAX-7000-Bausteinen erfolgt die Implementierung hingegen unter Ausnutzung der Logik-Expander-Technik.



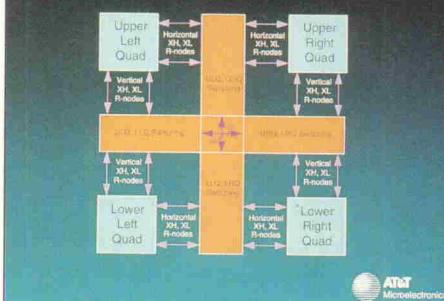
Auch ein bereits in VHDL-Konstrukturen vorliegendes Design lässt sich problemlos an MAX+PLUS II übergeben und in ein Altera-PLD implementieren. Eine gemischte Schaltungseingabe in den Formaten VHDL, Altera-HDL (AHD), einer schematischen Schaltplaneingabe und der Signalformbeschreibung ist ebenfalls möglich. Die MAX+PLUS II Version 4.0 und das VHDL-Synthese-Paket PLSM-VHDL gibt's für PCs und als Unix-Version für Sun, HP- und DEC-Workstations.

Altera GmbH  
Max-Planck-Str. 5  
85716 Unterschleißheim  
0 89-32 18 25-0  
0 89-32 18 25-79

### Vier in einem

Die Firma AT&T – bisher Second Source von Xilinx FPGAs – gibt auch eigene programmierbare Bausteine heraus: die neue Orca-Familie ATT2Cxx umfasst bislang vier ICs mit 12 000 bis 22 000 nutzbaren Gattern. Reduzierte Linienabstände in der verwendeten 0,5 µm-Technologie verringern den Platzbedarf auf dem Silizium und senken damit die Kosten. Jeder ATT2Cxx wird auf die Ecken eines Quadrate verteilt, was der Realisierung von vier FPGAs auf einem einzelnen Chip entspricht. Zudem hat AT&T einige zusätzliche Leitungen installiert, die das schnellere Übertragen von Signalen ermöglichen. Zu nennen sind hier Clock-Pfade, schnelle Carry-Leitungen und kurze Verbindung zwischen Eingangspads und Registern. Letztgenannte machen die ICs besonders für busorientierte und speicherintensive Designs interessant. AT&T

### ORCA ATT2CXX (Inter-Quad Routing) New Routing Resource

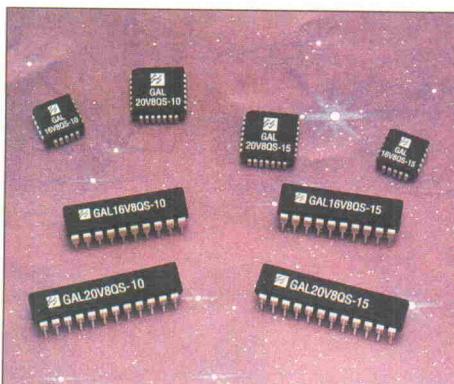


hält auch eine passende Entwicklungssoftware bereit. Das Orca-Development-System ODS 2.0 ist ab sofort verfügbar. Als erster Baustein der Serie ist der ATT2C15 mit 15 000 Gattern im Frühjahr erhältlich. Der ATT2C12 (12 000 Gatter) und der ATT2C22 (22 000 Gatter) sollen im zweiten Quartal folgen.

AT&T Microelectronics  
Bahnhofstr. 27 a  
85774 Unterföhring  
0 89-32 74 29 99  
0 89-32 74 12 21

### Flüsterleise

In schnellen Schaltungen kommt es häufig zum sogenannten Ground Bouncing. Ein Spannungstal auf der Ausgangsleitung führt zu einem Peak des Ausgangsstroms am Pulldown-Transistor. Begünstigt wird dies insbesondere durch schnelle Übergangszeiten – also steile Flanken – bei High/Low-Übergängen und eine hohe kapazitive Belastung am Ausgang. National Semiconductor bietet jetzt 'leise' GAL-Bausteine an, die Ground-Bounce-Störungen um 50 % reduzieren. Die GALs aus der Quiet-Serie weisen verringerte Ausgangsflankensteilheit sowie niedrigere Störgrößen auf. Mit ihnen

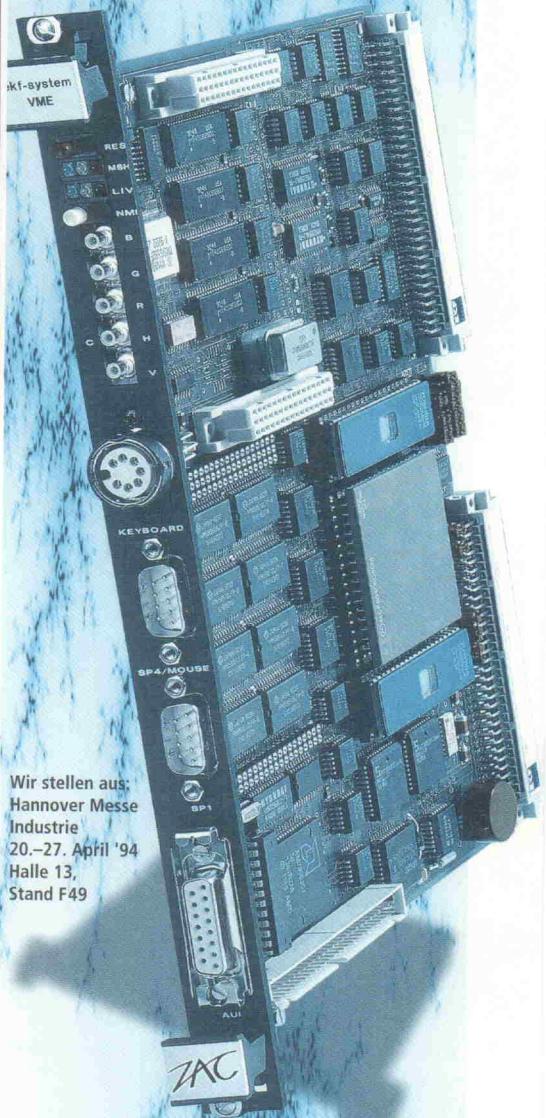


ist eine gute PAL-zu-GAL-Umsetzung ohne die damit verbundenen erhöhten Störpegel möglich. Die 20poligen Bausteine vom Typ GAL16V8QS und die 24-Pin-GAL20V8QS werden von gängigen PLD-Entwicklungssystemen unterstützt und sind ab sofort lieferbar.

National Semiconductor GmbH  
Industriestra. 10  
82256 Fürstenfeldbruck  
0 81 41 10 32 69  
0 81 41-10 35 15

**ZAC**  
Zero Accesstime Computer

### VMEbus Power Pack



Wir stellen aus:  
Hannover Messe  
Industrie  
20.-27. April '94  
Halle 13,  
Stand F49

**68040/80MHz CPU-Board**  
**32MB RAM · 0 Waitcycles**  
**True Colour Graphics**  
**Ethernet · SCSI-Port**  
**Expansion-Interface**

**EKF**  
SYSTEM

**EKF-Elektronik GmbH**  
Systemhaus für Microcomputer  
und Industrie-Elektronik  
Philipp-Reis-Straße 4  
D-59065 Hamm  
Telefon (02381) 68 90-0  
Fax (02381) 68 90-90

## Controller

### Maßanzug

Als maßgeschneiderte Mikrocontroller für Embedded-System-Anwendungen versteht die Firma VLSI die neue Produktlinie um den VY86C650. Dieser stellt einen auf der ARM6-CPU basierenden 32-Bit-Mikrocontroller dar, der sich besonders für Applikationen in schnellen Laserdruckern, Festplatten- (Array)-Controllern, digitalem TV und Video oder für PC-Peripherie eignen soll. Dank der auf FSB-Zellen (Functional System Block) basierenden Architektur muß für Varianten nicht jedesmal 'das

Rad neu erfunden' werden, wenn neue On-Chip-Peripherie oder auch ein neuer Prozessorkern wie der ARM7 verfügbar wird. Der VY86C650 bietet neben dem ARM6-Kern standardmäßig folgende Funktionen als FSB-Zellen: Memory-Controller, Bus Arbitration, Timer, DMA-Coprocessor, Interrupt- und Serial-Communications-Controller, Parallel Schnittstelle, Laser-Printer-Video-Interface (LPVI) und Serial-In-Circuit-Emulator (SICE). Testmuster sind verfügbar, die Serienfertigung startet im ersten Quartal 1994.

VLSI Technology GmbH  
Rosenkavalierplatz 10  
81925 München  
☎ 0 89/9 27 95-0  
📠 0 89/9 27 95-1 45

### Smarte Karten entwickeln

Im Vertrieb der Firma Jupiter befindet sich das neue Entwicklungssystem CT83C852 von Ashling. Es bedient die Philips-Smart-Card-Mikrocontroller 83C852 und 83C855. Diese enthalten einen 51er-Kern, EEPROM und einen Crypto-Prozessor, der einen 'RSA asymmetrischen Public-Key-Decryption-

Banking, Münz- und Mobiltelefone. Das in Zusammenarbeit mit Philips designete Entwicklungssystem liefert volle Echtzeit-In-Circuit-Emulation und Source-Level-Debugging. Die Card-Probes eignen sich für das Kartenformat ISO7816 oder kleinere 'Key Cards'. Verfügbare Optionen des Entwicklungssystems umfassen ein Code-Test-Managementsystem für nichtintrusive Messungen der Code-Test-Coverage und Erstellung von Reports. Die System-Execution-Analyzer-Option ermöglicht Echtzeitmessungen der Software-Performance und Timing-Sicherheitsgrenzen. Mit dem Identity-Board Typ C für 49 CPU-Derivate der 51-Familie, was die 83C852 und 'C855 einschließt, kostet das System DM 11 710 plus Mehrwertsteuer.

Jupiter Electronic Systems GmbH  
Eichenweg 24  
63486 Bruchköbel  
☎ 0 61 81/7 50 41  
📠 0 61 81/7 97 21

### Mehr RISC

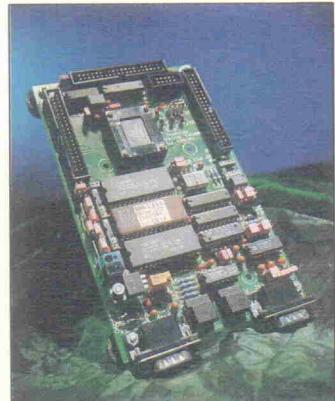
Um drei neue Mitglieder vergrößert AMD jetzt die RISC-Mikrocontroller/Prozessor-Familie 29K: Der 12-MHz-Controller Am29205 im 100poligen PQFP-Gehäuse stellt den Einstieg in die 29K-Reihe dar, er liefert nach Angaben des Herstellers bereits die vierfache Leistung eines mit 20 MHz getakteten 80C186. Zweiter Neuankommeling ist der Am29200 in 20 MHz und 186poliger PQFP-Verpackung. Der Dritte im Bunde ist der Am29030 mit 25-

MHz-Takt, den AMD für kostenintensive Hochleistungsanwendungen empfiehlt. Sein Cerquad-Gehäuse verspricht höhere Taktfrequenzen bei niedrigeren Kosten im Vergleich zu herkömmlichen PGA-Gehäusen. Nähere Informationen zu den neuen RISC-Controllern gibt:

Advanced Micro Devices GmbH  
Rosenheimer Str. 143b  
81671 München  
☎ 0 89/4 50 53-0  
📠 0 89/40 64 90

## Micro-ICE

Den Entwicklungsstart für die 16-Bit-Controller TMP 96C141, 96CM40F und 96PM40F (OTP-Version) von Toshiba erleichtert das Micro-ICE TLCS900 der Firma OSIP. Auf der Platine im Euroformat findet man neben der leicht austauschbaren CPU zwei RAM-Socket (max. 1 MB) und eine EPROM-Fassung (bis 512 KB), die auch umfangreichen Programmen Platz bieten. Sämtliche CPU-Signale sind auf Pfostenleisten herausgeführt, so daß man das Board nach der Softwareentwicklung auch direkt in die Applikation einsetzen kann. Zum Lieferumfang gehört neben dem makrofähigen PC-Crossassembler ein 32-K-E PROM, das einen komfortablen Debugger/Disassembler enthält. Der Kniff dabei: auch Single-Stepping und Call-Suppressed-Trace ist möglich. Der Debugger unterstützt beide Betriebsarten der CPU, so daß man einerseits kompakte Programme (im Minimum-Mode



bis 64 K) als auch große Lösungen (im Maximum-Mode bis 16 MB) ins Laufen bringen kann. Optional bietet OSIP Programmabibliotheken an, die Funktionen wie vordefinierte Initialisierung, Treiber für LCD-Module, schnelle PID-Regler oder I²C-Bus-Master bereitstellen. Weitere Informationen zum Micro-ICE TLCS900 gibt:

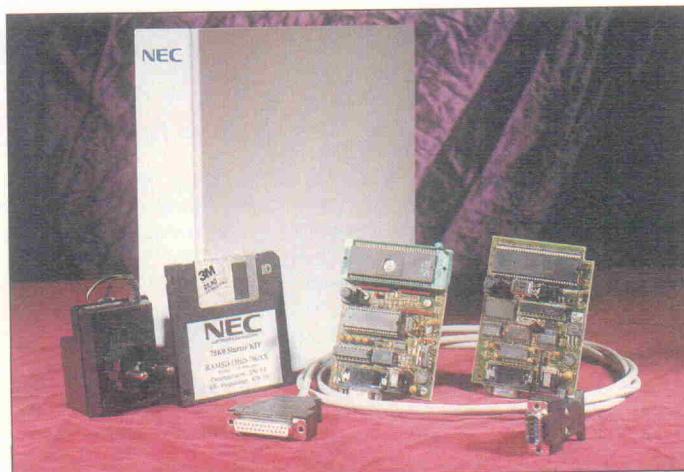
OSIP – Oliver Sellke  
Industrielektronik + Prozeßtechnik  
Hollermorgenstr. 8  
65199 Wiesbaden  
☎ + fax 06 11/42 28 18

### 78K0-Einstieg

Für die 8-Bit-Controller-Familie μCOM-78K0 von NEC bietet die Hamburger Firma Microscan jetzt ein Low-Cost-Entwicklungstool an. Das EB-78K0-Starter-Kit besteht aus OTP-Programmer-Platine, Evaluationboard, einem Assembler sowie Full-Screen-Debugger-Software für PCs. Die Programmierung und das Debugging erfolgen über die RS-232-Schnittstelle des PC, ein Kommunikationsprogramm und Kabel

gehören zum Lieferumfang. Eine EPROM-Version des Controllers findet man ebenso, damit kann man gleich die ersten Programme austesten. Das Einsteigerkit kostet DM 785 zuzüglich Mehrwertsteuer und ist erhältlich bei:

Microscan GmbH  
Überseeering 23  
22297 Hamburg  
☎ 0 40/6 32 32 14  
📠 0 40/6 32 37 10



## Operationsverstärker

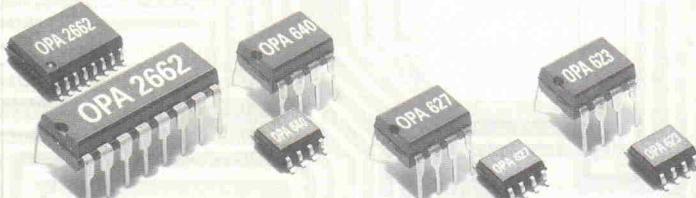
Topmodelle • Neuheiten • Preise



PRECISION  
OP-AMP-  
LINE

### Ultraschnelle OPA

<b>OPA 620/621</b>	250/500 V/µs Präzisions-OPA • 25 ns für 0,01 % • 100 µV • 8 µV/°C • 2,3 nV/√Hz • DIP/SO 8 • ab DM 17,40
<b>OPA 622</b>	250 MHz Großsignal-Voltage-FB OPA • 1700 V/µs • 2 ns Anstiegsrate • ±3,5 V/70 mA Ausgang • 5 mA Ruhestrom • DIP/SO 14 • ab DM 16,00
<b>OPA 623</b>	340 MHz Großsignal-Current-FB OPA • 2100 V/µs • 2 ns Anstiegsrate • 70 mA Ausgangsstrom • 4 mA Ruhestrom • DIP/SO 8 • ab DM 12,80
<b>OPA 628</b>	Extrem verzerrungssarmer Voltage-FB OPA • 160 MHz • 15 Bit Linearität • 90 dB SFDR • 500 µV • 6 µV/°C • 2,5 nV/√Hz • DIP/SO 8 • ab DM 15,90
<b>OPA 640/41</b>	Ultraschneller Voltage-FB OPA • 1,3 GHz/G=1 • 1,8 GHz/G=2 • 10 ns/0,01% • DIP/SO 8 • ab DM 15,20
<b>OPA 642/43</b>	Rausch-/Verzerrungssarmer Voltage-FB OPA • 95 dB Open Loop • 95 dBc Dynamik • DIP/SO 8 • ab DM 15,20
<b>OPA 644</b>	Phasentreuer Current-FB OPA • 2500 V/µs • 0,01 % / 0,01 % Diff. Gain/Phase • DIP/SO 8 • ab DM 12,90
<b>OPA 646</b>	Low Power Voltage-FB OPA • 55 mW • 650 MHz • 210 V/µs • 25 ns/0,01 % • DIP/SO 8 • ab DM 12,90
<b>OPA 660</b>	800 MHz Diamond Transistor • Spannungsgesteuerte Stromquelle mit Buffer • 3000 V/µs • 0,02 % Diff. Phase • 3-26 mA Ruhestrom • DIP/SO 8 • ab DM 12,30
<b>OPA 678</b>	200 MHz Switched-Input-OPA • 4 ns Umschaltzeit von Kanal A zu B • 9 ns Einschwingzeit • DIP/SO 16 • ab DM 14,20
<b>OPA 2662</b>	Dual-Spannungsgesteuerte Stromquelle • 200 MHz bei ±75 mA • 37,5 mA/ns • 2 ns • DIP/SO 16 • ab DM 19,60
<b>BUF 600/601</b>	820 MHz • Open-Loop Buffer • ±5 V • 0,7/1,5 µA Bias • 3/6 mA Ruhestrom • 3600 V/µs • DIP/SO 8 • ab DM 9,70



Alle Preise sind Festpreise in DM pro Stück, verzollt bei einer Abnahme von 100 Stück.  
Preisänderung – auch im Hinblick auf Importzölle und Wechselkurse – sowie Irrtum vorbehalten.

► Kopieren ► Ankreuzen ► Adressieren ► Faxen 0711/77 04-109 oder zuschicken

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

Wenn Sie Schnellzusendung von vollständigen  
Datenblättern wünschen – bitte per Fax anfordern  
Modell: \_\_\_\_\_



Allgemeine BURR-BROWN Produktübersicht  
über Kennziffer:

► Übrigens, technische Beratung und Verkauf (ab 1 Stück) bei allen BURR-BROWN-Büros:

**BURR-BROWN Int. GmbH, Kurze Str. 40, 70794 Filderstadt, Tel (0711) 77 04-0, Fax (0711) 77 04-109**

**BÜRO BREMEN**  
Telefon (0421) 25 39 31  
Telefax (0421) 25 57 86

**BÜRO DÜSSELDORF**  
Telefon (02154) 42 85 83  
Telefax (02154) 42 91 44

**BÜRO FRANKFURT**  
Telefon (06154) 8 20 81  
Telefax (06154) 8 20 85

**BÜRO STUTTGART**  
Telefon (0711) 77 04-0  
Telefax (0711) 77 04-109

**BÜRO ERLANGEN**  
Telefon (09131) 2 40 36  
Telefax (09131) 20 58 85

**BÜRO MÜNCHEN**  
Telefon (089) 61 77 37  
Telefax (089) 6 11 73 74

# Versionssprung: Neutrik A2/AS03 Version 2.0

aktuell

Mit dem A2 stellte der Liechtensteiner Hersteller Neutrik im Herbst letzten Jahres die neue Generation ihrer Audio-Universalmesssysteme vor (Bild 1). Ausgerüstet mit DSP und hochauflösenden D/A-Wandlern bietet es gegenüber seinen Vorgängern erhebliche Erweiterungen. Da die Realisierung vieler Gerätefeatures 'reine Software-Sache' ist, wundert es wenig, daß diese in mehr oder weniger regelmäßigen Abständen 'upgedatet' wird. Noch vor dem offiziellen Release der neuen Software konnte die Redaktion ausgiebige Tests durchführen.

Die Firmware für das in Heft 10/93 vorgestellte 2kanalige Audiotest- und Servicesystem A2 macht einen Sprung von 1.2 auf 2.0. Damit sind alle vorgesehenen Funktionen (und noch einige mehr) implementiert. Dies bedeutet natürlich auch eine veränderte PC-Software AS03 (ebenfalls 2.0), welche bisher nur für das A1 empfänglich war (Bild 2). Die Entwickler haben an allen Ecken und Enden gefeilt, die durchgeführten Änderungen kommen zu einem großen Teil auch der Arbeit mit dem A1 zugute.

Dies betrifft insbesondere die Dokumentationsfähigkeiten und die generelle Arbeitsweise. Nach dem Start kann per F3 sofort ein Meßdaten-File geladen und per F2 wieder gespeichert werden. Zu Beginn einer neuen Meßreihe definiert Strg-F ein temporäres Verzeichnis, welches sodann als Default beim Speichern und Laden gilt. Das erleichtert die Archivierung und hält das Chaos auf DOS-Ebene in Grenzen. Die neue Version der AS03 arbeitet fast nur noch mit sogenannten Environment-Dateien. Diese ASCII-Files enthalten neben den gemessenen Kurven auch alle Geräteeinstellungen. So ist jede Messung problemlos reproduzierbar.

## Mehr Druck

Eine wesentliche Verbesserung hat die Druckerausgabe erfahren. Sie läßt sich jetzt nach Herzens-



**Bild 1.** Trotz umfangreicher Ausstattung leicht zu bedienen: Das universelle Audio-meßsystem A2 von Neutrik.

lust konfigurieren und in individuellen .cfg-Dateien abspeichern. Für jede Messung steht dem Anwender eine Kommentarzeile zur Verfügung. Graphen lassen sich mit Namen versehen, die wiederum per Maus beliebig im Diagramm platziert werden können (Bild 3). Man kann die Grafik im Druckrahmen frei und in beliebiger Größe anordnen. Die jeweils geladene Druckerkonfiguration zeigt das Programm neben einigen anderen wichtigen Daten im File-Infofenster an.

Die bei der Nutzung des Coprozessors aufgetretenen Bugs der PC-Software sind nun beseitigt. Neutrik ging *nicht* den bequemen Weg, den 'Co' einfach abzuschalten. Statt dessen sorgt er bei der grafischen Bildschirmausgabe, den Manipulationen mittels 'Calc Panel' [1] sowie der Druckausgabe für ein berausreichendes Tempo. Leider kommt es im Zweikanal-Mode bei aktiviertem Meßfenster zu Behinderungen der Tastatureingabe. Diese Unzulänglichkeit läßt sich jedoch durch Abschalten des Fensters beseitigen.

Auch die vom Benutzer erstellbaren automatisierten Meßabläufe (AMSL) haben eine Überarbeitung erfahren. Die Erweiterungen erforderten sogar ein neues Command-Panel. Wie in

den Bildern zu sehen, stellt das Programm die Befehle nach Funktionen gegliedert nun in sechs Rollbalkenmenüs zur Verfügung. Ein Abruf des automatischen Meßablaufs geschieht per selbstdefinierbarem Hot-Key. Auch hier fällt die Fehlbedienungssicherheit – verglichen mit früheren Versionen – positiv auf.

Im Zusammenspiel mit der neuen A2-Software kann der Anwender im Gerät gespeicherte Messungen zwecks Nachbearbeitung oder Archivierung innerhalb weniger Sekunden in die AS03 einlesen. Umgekehrt ist ein per ASCII erstellter Sweep dauerhaft ins A2 portierbar. Neu im Menü Settling: 'A2 settled measurement'. Damit entscheidet das A2, welche Meßwerte gültig sind. Ergebnis: Sweeps per PC sind im gleichen Tempo wie mit dem A2 allein durchführbar. Die zeitraubende Einstellung der Settling-Parameter kann im allgemeinen unterbleiben. Leider wird es laut Neutrik dieses Feature *nicht* für das A1 geben.

Der Generator-Readback des A2 stellt nun neben dem Ausgangspegel auch eine direkte Impedanzmessung zur Verfügung, per AS03 lassen sich zusätzlich Impedanz-Sweeps realisieren.

## Zum Nulltarif

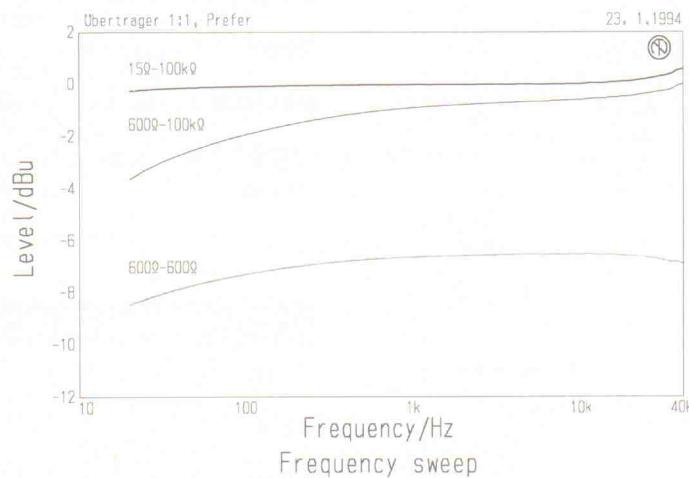
Alles in allem scheint die PC-Software endlich den Kinderschuhen entwachsen. Bei der Nacharbeit oder dem Ausdruck von Messungen werden A1 und A2 nicht benötigt, da ein Demo-Mode (wahlweise A1/A2) implementiert ist. Diese Einstellung ermöglicht es interessierten Anwendern, sich auch ohne Hardware ein Bild von dem Paket zu machen. Die Software steht komplett in der ELRAD-Mailbox zur Verfügung. Dort ist auch die neuste Firmware des A1 und A2 zu finden. Das Update samt Handbuch und EPROM ist für alle A2-Besitzer kostenlos, A1-Besitzer erhalten beides gegen einen geringen Unkostenbeitrag beim deutschen Distributor.

pen

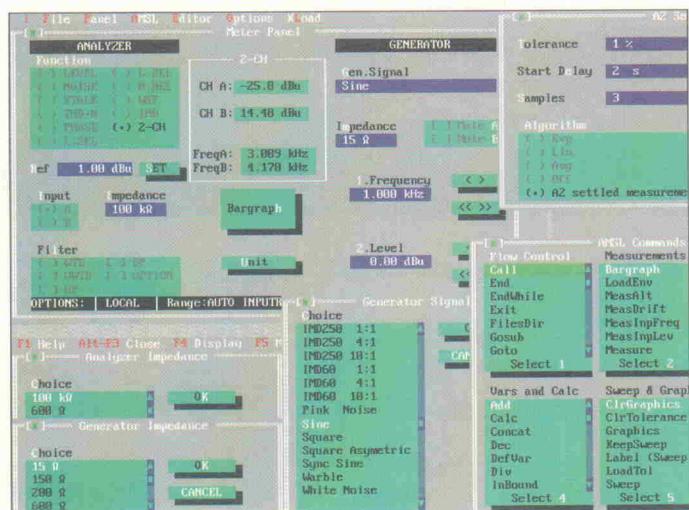
NCV Neutrik Cortex  
Erzb.-Buchberger Allee 14  
93057 Regensburg  
09 41/9 80 41  
09 41/99 97 72

## Literatur

[1] Matthias Carstens, 'Der große Bruder, zweikanaliges Audiotest- und Servicesystem', ELRAD 10/93, S. 24 ff.



**Bild 3.** Grafiken und Meßkurven lassen sich mit der neuen Software-Version individuell beschriften und kommentieren.



**Bild 2.** Einige neue Auswahlmenüs der AS03-Software zusammengesetzt als Collage.



# DER SCHNELLSTE SEINER KLASSE JETZT MIT 2400 »RS« MEHR!

2400 Produkte neu! Jetzt insgesamt 27000 Qualitätsprodukte im neuen RS Katalog!

Bedarfs-Deckung à la Formel 1. Was bis 18.00 Uhr bestellt wird, ist im Normalfall am nächsten Arbeitstag bei Ihnen. Das gibt es nur bei RS!

Kurzfristig war unser bestes Stück, der Katalog, vergriffen. Nun ist er wieder da. Mit neuem Design, in neuer Farbe und mit mehr „RS“ zwischen den Deckeln. Aber schnell wie immer. Bei der Versandart „Expreß“ wird die Zustellung am nächsten Tag garantiert. Lieferfristen kennen wir nicht, wir haben alle 27000 Produkte von führenden Herstellern im Haus. Modernste Lager- und Logistiksysteme sorgen für reibungslose, verzögerungsfreie Auftragsabwicklung und Versendung. Wir sind für Bestellungen rund um die Uhr – auch sonn- und feiertags – für Sie erreichbar. Sie bekommen bei RS beliebig kleine Mengen. Also wirklich nur das, was Sie augenblicklich benötigen. Ohne jeden Zuschlag.

Sie wissen immer genau, was Sie zu zahlen haben. Unsere Katalogpreise sind Festpreise für die Laufzeit des Kataloges. Auch unsere kostenlose Technische Anwendungsberatung mit 6 Ingenieuren hat keine lange Leitung. (Unsere Anwendungsberatung können Sie Montag bis Freitag von 8.00 bis 18.00 Uhr direkt anwählen. Tel. 06105/401-222.) Kein Wunder, daß immer mehr Ingenieure und Techniker auf uns „abfahren“...

**Ein Anruf/Telefax genügt. Ihr persönlicher Katalog oder Ihre Bestellung geht sofort raus!**  
Tel. 06105/401-234  
Fax 06105/401-100



**RS Components ist  
ISO 9002 zertifiziert**



RS Components GmbH  
Postfach 13 65  
64528 Mörfelden-Walldorf

**DIE PFLICHTLEKTÜRE  
NACH DEM  
PFLICHTENHEFT.**

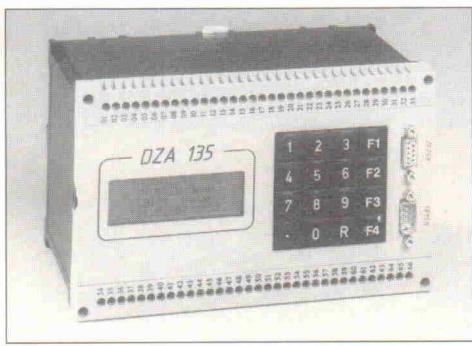
## Automatisierung

### Sprachkünstler

Vielsprachig gibt sich die Kompaktsteuerung DZA135S des Ingenieurbüros Stubben. Im Inneren verrichtet ein 80C535 die Arbeit, den man in Prozeß-BASIC, Pascal, C, Assembler oder Anweisungsliste (AWL) programmieren kann. Die 1980 DM kostende Standardversion weist digital 24 optoentkoppelte Eingänge und 8 Relais-Ausgänge sowie auf der analogen Seite acht Eingänge und vier Ausgänge mit 12 Bit Auflösung (0...5/10 V, 0/4...20 mA) auf. Weiterhin enthält die Steuerung je eine

RS-232- und RS-485-Schnittstelle, die man zur Programmierung und Vernetzung von bis zu 255 Geräten heranzieht. Die Bedienung vor Ort geschieht über den 16er-Tastenblock und das 4x20 Zeichen große LC-Display. Die Klein-SPS steht in zwei Varianten mit abgespecktem I/O als DZA135F für Filtersteuerung (DM 1735) und DZA135D mit integrierter Software für Durchflußmessung (DM 1980) zur Verfügung. Die genannten Preise verstehen sich zuzüglich Mehrwertsteuer.

aktuell

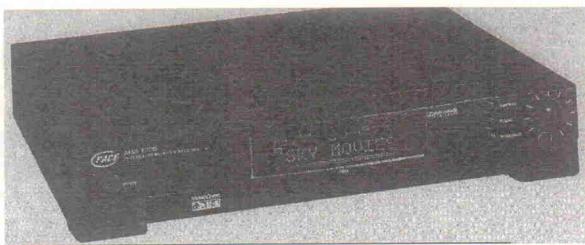


Ingenieurbüro Stubben  
Im roten Busch 5  
59174 Kamen  
02 23 07/35 30  
02 23 07/3 85 30

## M W C Bonn INFO 04-94

### DOLBY PROLOGIC SURROUND SOUND

Holen Sie Sich die realistische Sound-Kulisse ins Wohnzimmer. Mit dem MSS1000, ein Receiver der Spitzensklasse mit 250 Kanälen, Positionierer und revolutionärer Dolby Prologic Surround Sound Decodierung, optionalen Kartenlesern (4), Bildschirmdialog, 8 Timern und der von Pace gewohnten high tech Fertigung.



Klar sehen können Sie jetzt wieder:

10 Videocrypt und 8 Eurocrypt Programme; die meisten davon auf ASTRA. Wie? Mit unseren Decodern und Decoder-Receivern plus den geeigneten Smart Cards brauchen Sie nicht mehr im verschwommenen zu sehen. Von Sky xyz bis Filmnet+, von Canal+ bis CINEMA, von Country Music TV bis DICOVERY reichen die entschlüsselten Angebote, rufen Sie an, wir schicken Ihnen die Einzelheiten.

**MicroW ave C omponents GmbH**  
Brunnenstr.33  
53347 ALFTER - Bonn



0228 98725-  
· 0 Zentrale  
· 11 Verkauf  
· 12 Technik  
· 13 Versand  
· 16 Anrufbeantworter

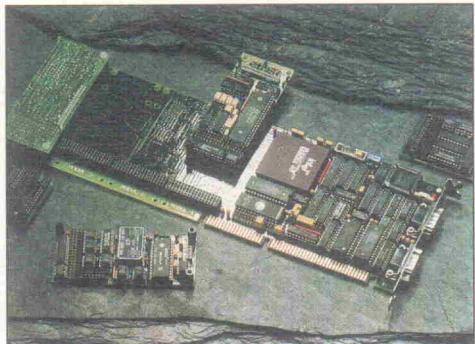
FAX (0228) 645063

Bitte fordern Sie  
Liste 04-94  
und den aktuellen  
Sat-Direkt News Letter

kostenlos an!

## Prüfstände automatisieren ...

... ist die Domäne des Argus-Systems von Sorcus. Die PC-Einsteckkarte mit 486DX2-66-Prozessor erledigt die Signalvorverarbeitung wie beispielsweise Differenzieren, Integrieren, Min/Max-Ermittlung und Mittelwertbildung auch bei hohen Meßraten bis maximal 200 kHz. Eine typische Anwendung der Karte stellt zum Beispiel ein Bauteileprüfstand für dynamische Belastung dar. Auf die PC-Karte kann man bis zu neun Module aufstecken. Die Modultypen umfassen analoge Ein- und Ausgänge mit bis zu 64 Kanälen, digitale I/Os mit 16, 40 oder (mit externem Multiplexer) 1024 Signalen, dreikata-



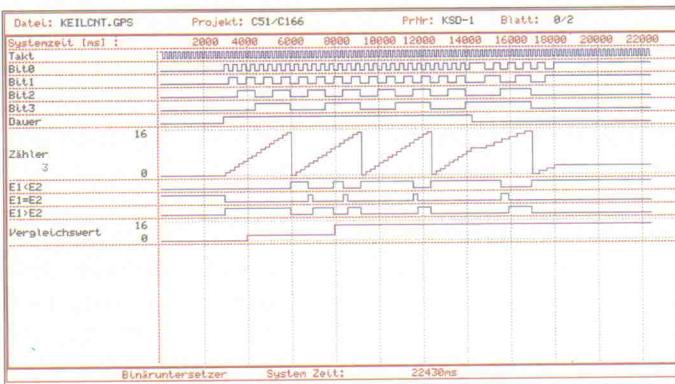
Sorcus Systemtechnik GmbH  
Corneliusstraße 95  
40215 Düsseldorf  
02 11/31 41 31  
02 11/34 20 98

## IPC und µC grafisch programmieren

Den Weg vom Funktionsplan zum fertigen Programm abzukürzen, das hat sich die Firma kirchnerSOFT auf die Fahnen geschrieben. Ihr auf PCs unter MSDOS oder OS/2 laufendes Produkt logiCAD CPDK erlaubt, Programme für SPS, Industrie-PC oder Mikrocontroller ähnlich einem Funktionsplan (FUP) auf einer grafischen Oberfläche zu definieren. Als Resultat liefert der logiCAD-Postprozessor Quelltexte beispielsweise in ANSI-C für 8051- oder 80166-Mikrocontroller. Den C-Code übergibt man dann einem nachgeschalteten marktüblichen C-Compiler (zum Beispiel Keil-C). Diesen Compiler kann man dabei aus logiCAD heraus aufrufen. Fehler oder Hinweise des Compilers blendet logiCAD ein, so daß man gleichzeitig eine komfortable Bedienoberfläche

erhält. Besonderheiten des Zielsystems können durch Eingabe von C-Funktionen direkt in den logiCAD-FUP berücksichtigt werden. Diese C-Funktionen werden über spezielle FUP-Bausteine direkt mit variablen Daten versorgt, die Bestandteil des SPS-Programms sind. Hier nimmt man auch spezielle Baugruppenanpassungen vor. Bindet man eine Kommunikationsfunktion in das Programm ein, dann kann logiCAD auch Online-Beobachtungen wie Logikanalyse, Oszilloskopfunktion und Variablenliste über die serielle Schnittstelle des PC durchführen. Weitere Informationen erteilt:

kirchner SOFT Deutschland GmbH  
Postfach 1306  
40738 Langenfeld  
02 17 92 96 38  
02 17 92 97 38

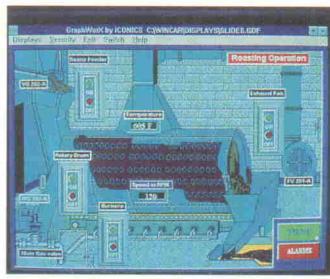


## Im 'Fenster' Prozesse leiten

Die neue Version 2.0 der Prozeßleitsoftware WinWorX stellt ICONICS als geeignetes Werkzeug zur Prozeßvisualisierung, Datenarchivierung, Trend- und Alarmbearbeitung sowie der Datenerfassung und -ausgabe unter Windows 3.1 vor. WinWorX 2.0 verwendet erstmals eine 'I/O-Server'-Technologie, die direkt unter Windows die Echtzeitkommunikation mit der Anlagenhardware (z. B. SPS oder Regler

von A wie ABB bis Y wie Yokogawa) gestattet. Eine weitere Neuerung ist HistWorX, eine WinWorX-Applikation, die umfangreiche Datenarchiv- und Replay-Funktionen bereitstellt. Der Anwender kann dabei mehrere Dateien von den I/O-Serven gleichzeitig geöffnet halten.

Weiterhin kann man sich aus den für WinWorX verfügbaren Modulen für Trending, Alarm-



verarbeitung, Rezeptverarbeitung und Archivierung ein maßgeschneidertes System zusammenstellen; man kauft nur die Module, die tatsächlich be-

nötigt werden. WinWorX verfügt zum Datenaustausch mit anderen Windows-Applikationen über die typischen Schnittstellen wie DDE, OLE und ODBC. Eine spezielle 'Script'-Sprache kennt WinWorX nicht, dafür verfügt es über eine 'Echtzeitverbindung' zu Visual-BASIC. Nähere Auskünfte gibt:

Mestec GmbH  
Altostraße 30  
81245 München  
0 89/8 63 40 19  
0 89/8 63 23 20

## FG Qualitäts-Transformatoren direkt ab Werk - Sonderausführungen

- 30 Jahre Erfahrung im Trafobau
- Schnittbandkerntrafos TR 5 - 300 VA
- Flach-Ringkerntrafos RKZ 50 - 400 VA
- Ringbandkerntrafos RK 24 - 1000 VA
- 100 V Anpassungstrafos 6 - 1000 VA
- Flachtrafos, vergossen 10 - 30 VA
- Kleintrafos, vergossen 1,2 - 2,8 VA
- Trenntransformatoren
- für Sonderausführungen in Schnitt- und Ringkerntechnik erbitten wir Ihre gezielte Anfrage, auch Einzelstücke
- Konstanthaltertrafos auf Anfrage

### Auszug aus dem Standardprogramm Schnitt- und Ringkerntechnik RKZ:

#### Schnittbandkerntrafos

##### 5 VA DM 22,43

	TR 4235	TR 4245	TR 4246	TR 4210	TR 4215	TR 4217	TR 4220
2x3,5 V	0,72 A	0,50 A	0,42 A	0,25 A	0,17 A	0,15 A	0,125 A
2x5 V							
2x6 V							
2x10 V							
2x15 V							
2x17 V							
2x20 V							

##### 18 VA DM 30,25

	TR 553	TR 555	TR 5575	TR 559	TR 5512	TR 5515	TR 5520	TR 5524
2x3 V	3,0 A	2,0 A	1,5 A	1,2 A	0,8 A	0,6 A	0,5 A	0,42 A
2x5 V								
2x7,5 V								
2x9 V								
2x12 V								
2x15 V								
2x20 V								
2x25 V								
2x35 V								

##### 50 VA DM 41,40

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

##### 100 VA DM 55,66

	TR 746	TR 7468	TR 7475
2x6 V	8,0 A	7,3 A	6,5 A
2x6,8 V			
2x7,5 V			

##### 160 VA DM 69,58

	TR 8512	TR 8515	TR 8515	TR 8521	TR 8525	TR 8530	TR 8535
2x12 V	6,5 A	5,5 A	5,5 A	4,0 A	3,2 A	2,7 A	2,3 A
2x15 V							
2x20 V							
2x25 V							
2x35 V							

##### 200VA DM 86,71

	TR 102a12	TR 102a15	TR 102a20	TR 102a25	TR 102a30	TR 102a35
2x12 V	7,5 A	6,0 A	4,5 A	3,6 A	3,0 A	2,6 A
2x15 V						
2x20 V						
2x25 V						
2x35 V						

##### 300 VA DM 97,87

	TR 102b15	TR 102b25	TR 102b27	TR 102b30	TR 102b35
2x15 V	10,0 A	6,0 A	5,5 A	5,0 A	4,2 A
2x25 V					
2x35 V					

##### 500 VA DM 47,84

##### 50 VA DM 47,84

##### 100 VA DM 67,85

	RKZ 10012	RKZ 10015	RKZ 10020	RKZ 10025	RKZ 10030
2x12 V	4,0 A	3,3 A	2,5 A	2,0 A	1,7 A
2x15 V					
2x20 V					
2x25 V					
2x30 V					

##### 200 VA DM 88,55

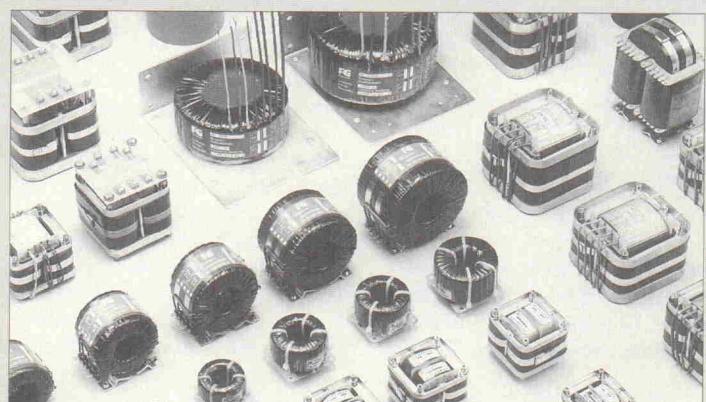
	RKZ 20012	RKZ 20018	RKZ 20025	RKZ 20030	RKZ 20035
2x12 V	8,3 A	5,5 A	4,0 A	3,3 A	2,8 A
2x15 V					
2x20 V					
2x25 V					
2x30 V					

##### 300 VA DM 99,59

	RKZ 30012	RKZ 30020	RKZ 30025	RKZ 30030	RKZ 30035
2x12 V	12,5 A	7,5 A	6,0 A	5,0 A	4,25 A
2x15 V					
2x20 V					
2x25 V					
2x30 V					

##### 400 VA DM 115,58

	RKZ 40015	RKZ 40020	RKZ 40025
2x15 V	13,3 A	10,0 A	8,0 A
2x20 V			
2x25 V			



RKZ 40030 2x30 V 6,6 A  
RKZ 40040 2x40 V 5,0 A  
RKZ 40050 2x50 V 4,0 A

Abmessungen:  
RKZ 50 Ø 72 x 47 mm  
RKZ 100 Ø 83 x 54 mm  
RKZ 200 Ø 112 x 49 mm  
RKZ 300 Ø 124 x 58 mm  
RKZ 400 Ø 124 x 69 mm

#### Ringbandkerntrafos nach VDE 0550

	500 VA DM 143,98
RK 50020	2x20 V 12,5 A
RK 50025	2x25 V 10,0 A
RK 50030	2x30 V 8,3 A
RK 50040	2x40 V 6,25 A
RK 50050	2x50 V 5,0 A
RK 50060	2x60 V 4,15 A
RK 500110	2x115 V 2,25 A

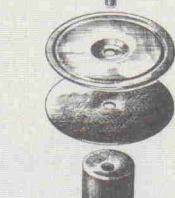
#### 750 VA DM 200,33

	RK 75030	RK 75040	RK 75050	RK 75055	RK 75060	RK 750110
2x30 V	12,5 A	9,35 A	7,5 A	6,8 A	6,25 A	3,4 A
2x40 V						
2x50 V						
2x60 V						
2x115 V						

#### 1000 VA DM 231,50

	RK 100040	RK 100050	RK 100060	RK 100070	RK 100080	RK 1000110
2x40 V	12,5 A	10,0 A	8,3 A	7,1 A	6,25 A	4,5 A
2x50 V						
2x60 V						
2x115 V						

Type RK 24-50 mit freien Enden



Aufbau Serie RKZ

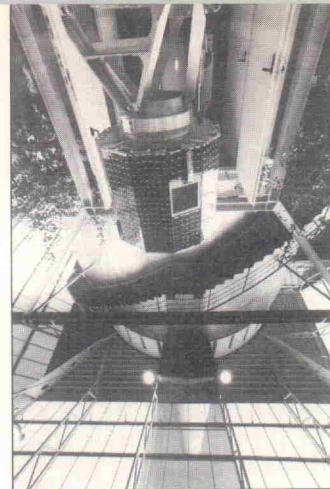
### Lange Flugzeit

Die Discovery ging diesmal mit fünf US-Astronauten und einem russischen Kosmonauten an den Start. Aber das ist noch nicht alles: Die Universität Bremen stellte der Raumfahrt zum Start am 3. Februar um 14.49 Uhr in Cape Canaveral einen Minisatelliten an die Seite beziehungsweise in die Ladebucht. Der BREM-SAT ist in einer Zusammenarbeit des Bremer Uni-Instituts ZARM (Zentrum für Angewandte Raumfahrttechnologie und Mikrogravitation) – bekannt durch den Bremer Fallturm – mit den mittelständischen Unternehmen OHB-System aus Bremen und FPM Freiberg aus Sachsen entstanden. Entwicklungs- und Baukosten von BREM-SAT lagen bei 10 Millionen D-Mark, wobei das BMFT 95 % der Aufwendungen trug.

Der nur 63 kg leichte Satellit fliegt sechs Tage lang im Shuttle mit und vermisst währenddessen die Wärmeleiteigenschaften einer Kühlfüssigkeit, die auf der Erde den Ozonkiller FCKW

in Kühlschränken ersetzen soll. Ein hochempfindlicher Sensor wird zudem Störungen der Schwerelosigkeit (bei Beschleunigungen) durch die Bewegungen in bemannten Raumschiffen erfassen. Diese Informationen sollen in Form einer Datenbasis Auskunft darüber geben, welche wissenschaftlichen Arbeiten im Weltraum zukünftig Sinn machen.

Aus der Discovery herausgeschossen, erfaßt der BREM-SAT erst mal den Dreck auf seiner Bahn. Die Dichte aller Staubpartikel steigt mit jedem Flugkörper im All – bis jetzt insgesamt immerhin zirka 2500 Satelliten, wovon allerdings nur noch 400 aktiv sind. Mit ihnen steigt aber auch die Gefahr für die unbemannte und die bemannte Raumfahrt: Die Staubteilchen mit einer Geschwindigkeit bis über 100 000 km/h können ganze Außenwände aus Stahl durchschlagen. Welche Auswirkungen sie auf einen frei im Weltraum wandernden Astronauten haben,



wird schnell klar, vergleicht man eine massive Stahlwand mit einem Astronautenanzug.

Die Außenflächen von Raumflugkörpern werden in der Erdumlaufbahn zudem durch freie Sauerstoffatome angegriffen – was auch zum Verglühen des BREM-SAT am Ende seines Flugs führen wird. Die Konzentration dieser Atome wird durch ein Experiment der ESA (europäische Raumfahrtagentur) während des Satellitenkreisens um die Erde in Höhen zwischen 350–200 km ermittelt. Die be-

reits in der ersten Flugphase durchgeführten Messungen zur Wärmeleiteigenschaft werden im freien Flug erneut vorgenommen. Da in Europa weiter an Flugversuchen zur Rückkehr von Raumfahrzeugen auf die Erde gearbeitet werden soll, erforscht die Firma HTG (Hyperschall Technologie Göttingen) in zwei ersten Experimenten die Wirkungen auf den Satelliten bei seinem Wiedereintritt in die Atmosphäre. Sämtliche Meßdaten sendet der Bremer Satellit fünfmal pro Tag bei seinem Überflug zu der Bodenstation im ZARM. Seine Mission wird BREM-SAT voraussichtlich im Januar nächsten Jahres, acht Monate später als ursprünglich geplant, beenden – worüber die Forscher der Uni Bremen aber keineswegs unglücklich sind.

ZARM Universität Bremen  
Am Fallturm  
28359 Bremen  
04 21/2 18-2752  
04 21/2 18-2521

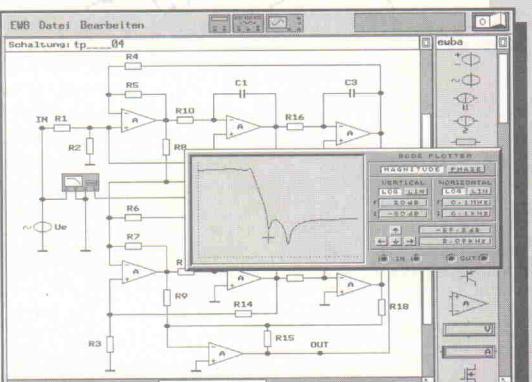
### Neuroprognose

Ein Blick in die Leitwarte eines großen EVU führt schnell zu der Frage, ob sich tatsächlich jemand in dem Wirrwarr an Schaltern, Meßgeräten, Kontrollleuchten und Bildschirmen zurechtfindet. Daß es Leute gibt, die den Überblick haben, zeigt die Praxis – nur sind auch diese manchmal überfordert, wenn es darum geht, schnelle Entscheidungen zu treffen. Die Mitglieder des Verbundprojektes NEUPRO (Neuronale Systeme zur Analyse und Bedienhilfe von komplexen technischen Echtzeitprozessoren) haben genau dieses Problem erkannt und wollen ihm künftig auf dem Wege der Neuroinformatik begegnen.

Künstliche Neuronale Netze, aufgebaut nach dem Vorbild natürlicher Gehirne, verfügen über die Fähigkeit des Lernens sowie der parallelen Speicherung und Verarbeitung von Informationen. Die Forscher gehen davon aus, daß Neuronale Netze in der Lage sind, ihren Wissensvorrat selbstständig zu erweitern. Tritt beispielsweise in der Turbine des Kraftwerks eine Störung auf, wird sie durch eine Maßnahme des Schaltwarteningenieurs beseitigt. Wenn das neuronale System diesen Korrekturvorgang lernt, erwirbt

**Electronics Workbench®**  
Das Elektroniklabor im Computer

CAE-Software zur Simulation von analogen und digitalen Schaltkreisen unter MS-DOS.



Interactive Image Technologies Ltd.

**Electronics Workbench Professional 3.0**  
1.035,00 DM  
IBM AT und PS/2 oder 100% kompatibel mit mindestens 640 kB RAM, EMS/XMS-Unterstützung, Co-Prozessor optional, MS/PC-DOS 3.3 oder höher, Microsoft-Mouse oder kompatibel, EGA/VGA Grafikkarte, Festplatte, 5 1/4" oder 3 1/2" Diskettenlaufwerk.

**Electronics Workbench Education 3.0**  
660,00 DM  
Die Version entspricht der Professionalversion und kann ausschließlich von Dozenten, Lehrern, Studenten und Berufsschülern der Fachbereiche Elektrotechnik/Elektronik/Physik und Informatik gegen Vorlage eines gültigen Nachweises (Immatrikulationsbescheinigung, original Schulnachweis) erworben werden. Die Lieferung und Rechnungstellung erfolgen ausschließlich an die private Adresse.

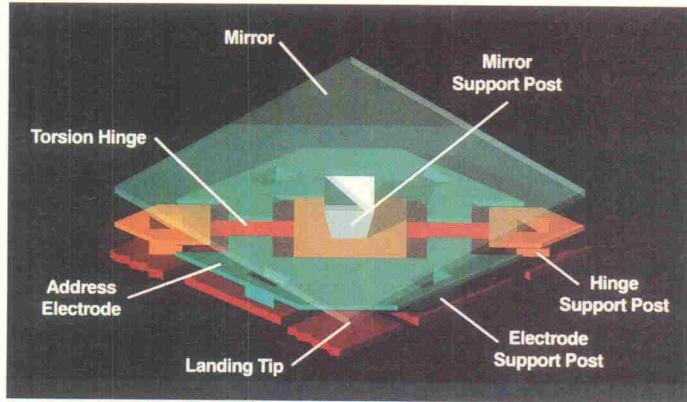
**Electronics Workbench Demoversion**  
(Selbstablaufende Demoversion - Gegen vorherige Einsendung von 5,00 DM in Briefmarken)

**EWB Standard-Bibliothek mit 5.000 Bauelementen**  
Preis 50,00 DM

**EWB Professional-Bibliothek mit 10.000 Bauelementen**  
Preis 150,00 DM

**Exklusiv bei: Com Pro Hard & Software Beratung**  
Vogelsangstr. 12 D-70176 Stuttgart Tel. 0711 - 628275 Fax. 620323  
(auch für Österreich, Schweiz, und Luxemburg)

Alle Preise zuzüglich Versandkosten, Lieferung per Nachnahme oder Vorauskasse (Verrechnungsscheck, Bar). Lieferung an Großfirmen, Schulen, Universitäten gegen Rechnung. Mehrplatzlizenzen (Einzelplätze und Netzwerk) für Bildungseinrichtungen und Firmen auf Anfrage.



## Kinderspiele

TV demnächst in Kinoqualität – das verspricht Texas Instruments mit der verbesserten Version ihres DMD-Chips. DMD steht dabei für Digital Micro-mirror Device, eine Konstruktion aus sehr kleinen beweglichen Spiegeln, die Licht von einer Quelle auf einen Bildschirm reflektieren. Mikrospiegel projizieren das Fernsehbild, im Gegensatz zu einer herkömmlichen Bildröhre, die die Lichtpunkte direkt auf den Schirm schreibt.

Der Chip arbeitet als Raumlichtmodulator, bestehend aus einem Array beweglich angeordneter, digital ansteuerbarer Aluminiumspiegel. Die Ansteuerung erfolgt mit einer unter dem Spiegelfeld liegenden Adressierschaltung aus SRAM-Zellen. Eine SRAM-Zelle ist aus sechs Transistoren in 0,8 µm-CMOS-Technologie zusammengesetzt und dirigiert zwei Elektroden, die wiederum je einen Spiegel durch die elektrostatische Anziehungskraft lenken. Die Spie-

gelfläche beträgt  $16 \mu\text{m}^2$  und ist um bis zu  $10^\circ$  bewegbar. Auf dem Chip geht es zu wie auf einem großen Spielplatz: Jeder Spiegel ruht auf zwei elastischen Stegen und kann wie eine Wippe hin- und herkippen. Beim Anlegen einer logischen Null kippt der Reflektor auf die eine Seite, bei Eins auf die andere und wechselt so innerhalb von Sekundenbruchteilen zwischen hell und dunkel.

Die gegenüber der ursprünglichen Version des DMP-Chips vergrößerte Spiegelfläche führt zu einem besseren Kontrastverhältnis von 100 : 1 und höherem optischen Wirkungsgrad. Die Lichtbeugung konnte durch rechtwinklige Spiegelecken verringert werden. Das DMP-IC unterstützt das in Amerika verbreitete NTSC-Format von  $640 \times 480$  Bildpunkten. TI hat aber auch an die Europäer gedacht und ermöglicht eine Projektion im hier üblichen PAL-Format.

Texas Instruments Deutschland GmbH  
Haggertystr. 1  
85356 Freising  
0 81 61/80-0

## Nano-Baukasten

Experimente im Weltraum gewinnen immer mehr an Bedeutung, und darauf stellen sich auch die Hersteller ein. So die Firma Queensgate mit ihrem System 2000, einer Palette von kapazitiven Wegaufnehmern mit einem Auflösungsvermögen kleiner 0,1 nm und dazu passenden Piezostellern.

Zur Messung von mikrometergroßen Verstellwegen mit Nanometerauflösung werden Techniken wie Interferometrie, Dehnungsmeßstreifen, Wirbelstromverfahren oder induktive und kapazitive Sensoren herangezogen. Im Falle des europäischen Projekts SILEX zur Entwicklung eines Satellit-Satellit-Kommunikationssystems benutzt man kapazitive Wegaufnehmertechniken, die sich durch eine hohe Dynamik und Linearität sowie aufgrund ihres geringen Gewichts, Stromverbrauchs und großer Temperaturunempfindlichkeit – alles wichtige Kriterien in der Raumfahrt – auszeichnen. Die Anordnung aus zwei beweglichen Spiegeln übersteht einen Winkelbereich von  $\pm 6$  mrad mit einer Punktierungsstabilität von minimal 4 µrad und einer 24-Stunden-

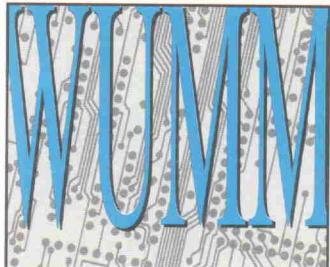


Langzeitstabilität von mehr als  $\pm 0,5$  µrad. Die Ablenkeinheit wiegt nur 350 g und dient zur Richtungsstabilisierung des Kommunikationslaserstrahls zwischen den beteiligten Satelliten.

Auch im WINDII-Projekt steuern Piezoaktuatoren und kapazitive Wegaufnehmer die Neigungswinkel eines beweglichen Spiegels. In diesem Experiment soll die Windgeschwindigkeit in der oberen Atmosphäre anhand der Dopplerverschiebung mit einem Michelson-Interferometer gemessen werden. Das System hat einen Abstimmungsbereich von 800 nm bei einer Auflösung von weniger als 0,2 nm. Die störenden Eigenschaften der Piezokeramik wie Nichtlinearitäten, Kriechen, Kompressibilität und Hystereseverhalten

werden übrigens bei allen Systemen über die Regelung weitgehend kompensiert. Piezoaktuatoren setzen man auch für die Steuerung kardanisch aufgehängter Faltspiegel zur Erforschung der Intensitätsschwankung von Sonnenstrahlung ein. Eine Überwachung von Materialbelastung und -verformung erfolgt mit kapazitiven Sensoren am Flansch einer Raumfahrtplattform. Mit diesem Stellglied soll die exakte Steuerung ihrer Bewegungen gesichert werden. Vergleichbar einem Baukastenprinzip für Wasch- und Putzmittel sind alle Systeme in einer Einschubbaukastentechnik nach Bedarf erhältlich.

L.O.T.-Oriel GmbH  
Im Tiefen See 58  
64293 Dortmund  
0 61 51/88 06-0  
0 61 51/78 41 73



**Neu DOSPack**  
= Schaltungsentwurf  
+ Leiterplatten-Layout  
+ Autorouter  
**für nur DM 1.495,-**  
bringt die **EAGLE 2.6**  
Konkurrenz **Dateikompatibel**  
ins Schwitzen!

Jetzt gibt es den ultimativen PowerPack für Elektronik Designer unter DOS: Protel Schematic und Protel Autotrax im DOSPack Komplett Paket! 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 Profi-Leistungsmerkmale der

kein Kopierschutz  
kein Dongle  
Protel Schematic und  
Protel Autotrax!

Mit einer höchst ergonomischen Roll-Down-Menüoberfläche arbeitet der DOSPack selbst auf PCs mit 80286'er CPU extrem schnell bei CAD/CAM-Auflösungen bis zu  $1.024 \times 768$  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-Demopaket...18 DM**  
**Protel DOSPack-Lizenz ....1.495 DM**  
(Schematic, Autotrax & Autorouter Komplett-Paket)

(Alle Preise verstehen sich bei Vorausschau (zur Verrechnung) frei Haus oder per Post/UPS-Nachnahme, zzgl. 7 DM Versandkosten. 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**

# Radio und TV

# Programmtips

Auswahl Naturwissenschaft und Technik  
für die Zeit vom 17. März bis 21. April

## März

### Donnerstag, 17.03.

**W N3** **17.00 Uhr**  
Liveberichte von der CeBIT.

### Freitag, 18.03.

**W N3** **13.30 Uhr**  
Industrieroboter: Hand in Hand... wie man sie integriert.

**W N3** **17.00 Uhr**  
Liveberichte von der CeBIT.

### Samstag, 19.03.

**W ARD** **13.30 Uhr**  
Schaufenster der Welt. Berichte von der CeBIT.

**W Bayer. Fernsehen** **15.00 Uhr**  
Telekolleg: Vektoren in der Geometrie. Mathematik 2.

### Sonntag, 20.03.

**W Deutsche Welle** **4.30 Uhr**  
Im Dienst der Zukunft I. Max-Planck-Gesellschaft.

**W Bayer. Fernsehen** **8.15 Uhr**  
Telekolleg: Technische Systeme.

**W Bayer. Fernsehen** **8.45 Uhr**  
Telekolleg: Selbstinduktion.

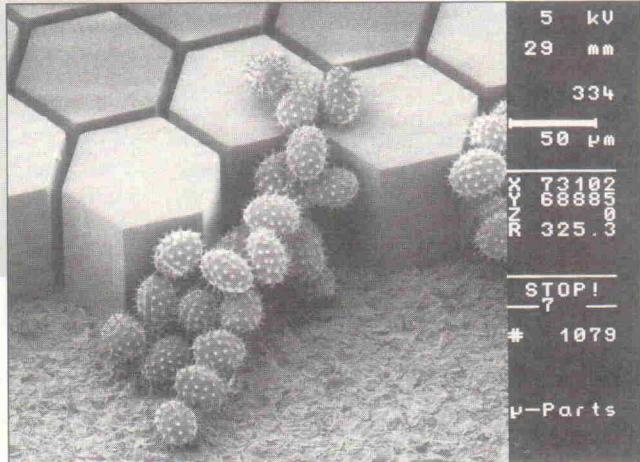
**W N3** **17.15 Uhr**  
Liveberichte von der CeBIT.

### Montag, 21.03.

**W N3** **17.00 Uhr**  
Liveberichte von der CeBIT.

**W 3sat** **19.30 Uhr**  
3sat-Wissenschaft.

**W Deutsche Welle** **22.30 Uhr**  
Im Dienst der Zukunft II. Modernste Computertechniken.



Mikrosystemtechnik: Was wie ein Wüstenkaktus aussieht, entpuppt sich als Margeriten-Pollen – angelehnt an 80  $\mu\text{m}$  kleine LIGA-Prismen.

### Dienstag, 22.03.

**W Deutsche Welle** **4.30 Uhr**  
Im Dienst der Zukunft III. Wege aus dem Verkehrschaos?

**W N3** **16.45 Uhr**  
Meilensteine der Naturwissenschaft und Technik. Wernher von Braun und die Rakete.

**W N3** **17.00 Uhr**  
Liveberichte von der CeBIT.

**R Deutsche Welle** **19.32 Uhr**  
Der elektronische Schnuller. Flucht in die Computerspiele.

**W N3** **22.15 Uhr**  
Prisma: Der Krieg der Buchstaben. Chiffriertechnik.

### Mittwoch, 23.03.

**W Deutsche Welle** **4.30 Uhr**  
Im Dienst der Zukunft IV. Fraunhofer Gesellschaft.

**W N3** **17.00 Uhr**  
Liveberichte von der CeBIT.

### Donnerstag, 24.03.

**W Deutsche Welle** **4.30 Uhr**  
Im Dienst der Zukunft V. Mit Schiffl gegen die Klimakatastrophe.

**W Bayer. Fernsehen** **9.00 Uhr**  
+ **16.00 Uhr**  
Telekolleg: Wechselstromkreis.

### Freitag, 25.03.

**W Deutsche Welle** **4.30 Uhr**

Im Dienst der Zukunft VI. Mikrosystemforschung in der Bundesrepublik. Schon arbeiten Wissenschaftler an künstlichen 'Sinnesorganen' für Mikrochips. Die bahnbrechende mikromechanische Fertigungsmethode, das so genannte LIGA-Verfahren, wurde in Deutschland entwickelt.

### Dienstag, 12.04.

**W Bayer. Fernsehen** **9.00 Uhr**  
+ **16.00 Uhr**

Telekolleg: Matrizen in der Geometrie. Mathematik 6.

**W N3** **16.45 Uhr**

Meilensteine der Naturwissenschaft und Technik. Ruska und das Elektronenmikroskop.

**W 3sat** **22.15 Uhr**

Prisma: Gefahr aus dem Osten – Kernkraft in Rußland (2).  
HITEC – Ein Magazin das Wissen schafft.

### Donnerstag, 14.04.

**W Bayer. Fernsehen** **9.00 Uhr**  
+ **16.00 Uhr**

Telekolleg: Der Elektrische Schwingkreis.

**W ZDF** **21.00 Uhr**

Abenteuer Forschung.

### Samstag, 16.04.

**W Bayer. Fernsehen** **15.00 Uhr**

Telekolleg: Matrizen in der Geometrie. Mathematik 7.

### Sonntag, 17.04.

**W Bayer. Fernsehen** **8.45 Uhr**

Telekolleg: Der Elektrische Schwingkreis.

**W ARD** **17.00 Uhr**

ARD Ratgeber: Technik.

### Montag, 18.04.

**W 3sat** **19.30 Uhr**

3sat-Wissenschaft.

### Dienstag, 19.04.

**W Bayer. Fernsehen** **9.00 Uhr**  
+ **16.00 Uhr**

Telekolleg: Die inverse Matrix. Mathematik 8.

**W N3** **16.45 Uhr**

Meilensteine der Naturwissenschaft und Technik: Der Transistor von Bardeen und Brattain.

### Mittwoch, 20.04.

**W Bayer. Fernsehen** **9.00 Uhr**  
+ **16.30 Uhr**

Telekolleg: Energieumwandlung

### Donnerstag, 21.04.

**W Bayer. Fernsehen** **9.00 Uhr**  
+ **16.00 Uhr**

Telekolleg: Ungedämpfte elektrische Schwingungen.

### W N3

**17.00 Uhr**

NDR Messe-Fernsehen/Hannover Messe Industrie.



# **DSP APPLIKATIONS- Seminar Tour**

## Themen

- **Vorstellung neuer TI Digital-Signal-Prozessoren**  
(Fixed Point TMS320C1X bis C5X)
- **Parallele Signalverarbeitung mit DSP's**  
(Floating Point TMS320C3X, C4X und Vorstellung des Betriebssystems „SPOX“)
- **Vorstellung der DSP Entwicklungswerkzeuge**  
(Demo der H/W und S/W Tools von TI)
- **DSP Applikationen**  
(Anwendungsbeispiele aus der Praxis, Know-How)

## Seminarsprache

## Deutsch

## Englisch 1)

## Gebühr

**D** DM 145,00 (incl. MwSt)  
**A** ÖS 980,00  
**CH** SFr 180,00  
**NL** Hfl 165,00  
**B** BFr 2.995,00

A N M E L D U N G

Hiermit melden wir zum **DSP Applikationsseminar**

- 18.4.1994 München
- 19.4.1994 Stuttgart
- 20.4.1994 Frankfurt
- 21.4.1994 Nürnberg
- 26.4.1994 Göttingen
- 27.4.1994 Hamburg
- 28.4.1994 Leipzig
- 03.5.1994 Utrecht <sup>1)</sup>

- 04.5.1994 Brüssel <sup>1)</sup>
- 05.5.1994 Aachen
- 06.5.1994 Dortmund
- 09.5.1994 Freiburg
- 10.5.1994 Yverdon <sup>1)</sup>
- 11.5.1994 Zürich
- 17.5.1994 Wien
- 18.5.1994 Berlin

folgende Teilnehmer an:

—

—

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

---

**Ort/Datum**

---

Rechtsverbindliche Unterschrift/Stempel

Anmeldung SPOERLE ELECTRONIC (Herr Wolfgang Haardt)

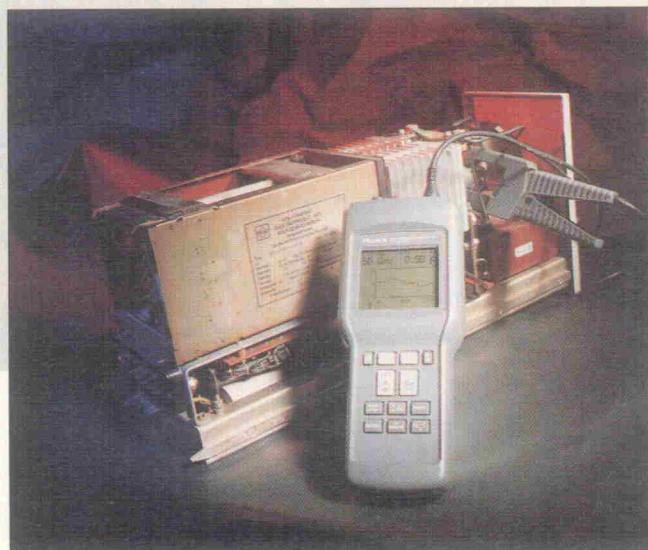
Tel.: 0 61 03/ 30 43 71 · Fax: 0 61 03/ 30 44 64  
Max-Planck-Straße 1-3 · D-63303 Dreieich/Ffm



# **SPOERLE ELECTRONIC**

# Leistungskneifer

## Oberschwingungsmeter Fluke 40 und Oberschwingungsanalysator Fluke 41



Eckart Steffens

**Messungen an der elektrischen Energieversorgung? Schon der Gedanke macht vorsichtig: Ein falscher Griff, und das ohnehin viel zu kurze Leben könnte vorzeitig beendet sein. Oberste Prämisse sind daher absolut sichere und einfach zu handhabende Meßwerkzeuge.**

Mit den beiden Modellen Power Meter 40 und 41 stellt sich Fluke dieser Herausforderung. Es galt, ein Meßwerkzeug zu entwickeln, mit dem sich nicht nur die grundlegenden Größen Spannung, Strom und Leistung ermitteln lassen, sondern mit dem auch die Qualität der Stromversorgung aussagefähig beurteilt werden kann. Leistung, Leistungsfaktor, Phasenwinkel, Klirrfaktor und spektrale Verteilung der Oberwellen sind nur einige der zusätzlichen Meßgrößen, die dazu einen Beitrag liefern. Dabei sind es nicht unbedingt die Energieversorger, die uns mit unsauberer Leistung aus der Steckdose versorgen: nichtlineare Verbraucher wie Kopierer und Computer, Dimmer und Stromversorgungen belasten das Netz durch erhebliche Oberwellenanteile. Selbst ein HiFi-Verstärker ist eine erhebliche nichtlineare Last. Kleine, allein nur wenig schädliche Stromkonsumenten wie etwa PCs, addieren sich durch ihr mittlerweile geballtes Auftreten und können erhebliche Probleme verursachen. Um mögliche Störer aufzuspüren und erkennen zu können, ist das Fluke 40 ein geeignetes Werkzeug.

Das Power Meter besteht aus dem Grundgerät und einem Satz Standardmeßleitungen zur Span-

nungsmessung sowie einer 500-A-Stromzange. Die Meßleitungen werden über vollisolierte Bananenstecker angeschlossen, die Stromzange über einen ISO-BNC-Anschluß, wodurch sie sich übrigens auch für die Verwendung an einem Oszilloskop eignet. Da die Wechselstromzange für Messungen an Versorgungsnetzen ausgelegt ist, enthält sie ein 100-kHz-Tiefpaßfilter, das HF-Anteile unterdrückt. Und natürlich kann sie auch keine DC-Anteile erfassen.

### Einhandbetrieb

Kabel anstecken, anklemmen und das Gerät einschalten – durch die automatische Be-

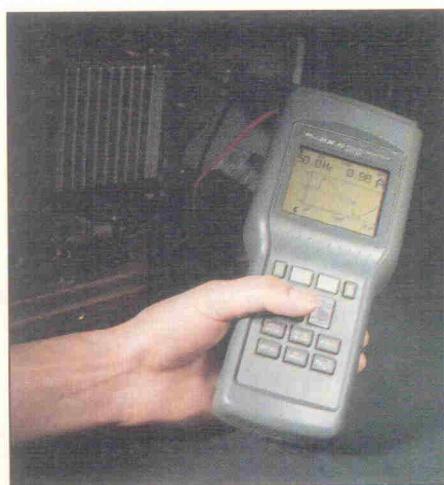
reichswahl aller Meßbereiche sind prinzipiell keine weiteren Handgriffe nötig. Über ein Drucktastenfeld, das ergonomisch günstig im Griffbereich liegt und leicht mit dem Daumen bedient werden kann, wird die Meßfunktion (Strom, Spannung, Leistung) und die gewünschte Art der Darstellung (Kurve, Spektralanalyse oder Meßwert-Textbildschirm) gewählt. Durch eine HOLD-Taste läßt sich der augenblickliche Meßwert einfrieren. Zudem werden Minimum-, Maximum- und Mittelwert ständig aktualisiert. Mit dem erweiterten Modell 41 stehen zusätzlich acht Meßwertspeicher zur Verfügung, die mit Spannungs- und Stromwerten (je 2048 Meßpunkte pro Ablage, also ein kompletter Kurvenzug!) gefüllt werden können. Dieses Gerät verfügt auch über eine Optoschnittstelle, über die Daten an einen externen Computer übertragen werden können.

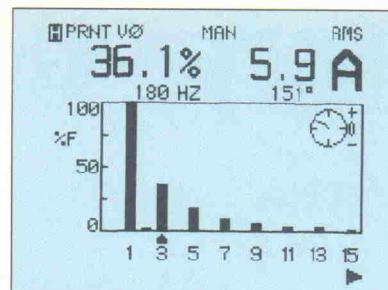
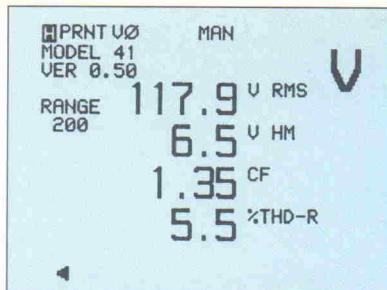
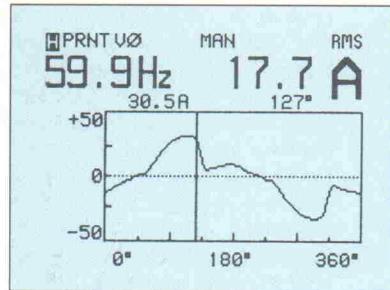
Durch die Möglichkeit, das Instrument einhändig halten und auch vollständig bedienen zu können, ist ein schnelles und sicheres Arbeiten überhaupt erst möglich – die zweite Hand bleibt zur Wahl der Meßpunkte, Kontaktierung der Klemmen und für Notizen frei.

### Drei in Eins

Neben der Bereichsautomatik entfällt auch die Sorge, sich um die Wahl der richtigen Meßgröße kümmern zu müssen. Strom und Spannung werden – anders als beim einfachen Handmultimeter – gleichzeitig gemessen. Auch die Berücksichtigung gemeinsamer Meßpunkte kann entfallen, denn dank der Stromzange ist der Stromeingang potentialfrei. Mit einer dreistelligen numeri-

**Das Fluke 40 Power Meter bietet DMM-Funktionen, Scope-Betrieb und ist als Spektralanalysator für Messungen an Netzversorgungen einsetzbar.**





Die Anzeigemodi des Power Meter: Oszilloskopbildschirm (a), Textbildschirm ausgeworfen (b), Spektralanalyse-Bildschirm (c).

schen Meßwertdarstellung erhält man in der DMM-Funktion Meßwerte für Spannung, Strom und Leistung (Schein-, Blind- und Wirkleistung), Power-Faktor, Klirrfaktor, Frequenz und Phasenwinkel. In der Oszilloskopdarstellung ist jede der unmittelbaren und abgeleiteten Meßgrößen Strom, Spannung und Leistung auch als Kurve darstellbar, wobei das Display 1...2 Perioden abbildet. Als dritte Funktion steht die Frequenzanalyse zur Verfügung. Dabei werden neben der Grundwelle 30 Oberwellen erfaßt und auf zwei Bildschirmen in Bargraph-Darstellung abgebildet.

In allen Meßarten mit grafischer Darstellung sind Cursormessungen möglich. Man fährt den Zeiger tastengesteuert über den Bildschirm und kann die zugehörigen Augenblickswerte der jeweiligen Meßgröße einem eingebblendeten 'Readout' entnehmen. Bei der Spektralanalyse läßt sich so der Anteil jeder einzelnen Oberwelle vermessen, wobei als Bezug die Grundwelle (THD-F) oder der Effektivwert des Gesamtsignals (THD-R) verfügbar sind.

Die Echt-Effektivwertmessung wurde bisher nicht besonders herausgestellt – auch soll hier keine vollzählige Auflistung aller Möglichkeiten des Fluke 40 erfolgen, davon gibt es in den verschiedenen Kombinationen einfach zu viele. Spaß macht neben der absolut simplen Bedienung einfach die Menge an Kleinigkeiten, die vielerlei Informationen 'so nebenbei' liefert: die Phasenuhr etwa, die den Phasenwinkel auch grafisch darstellt. So läßt sich am Durchlau-

fen dieser Uhr fehlende Netzsynchroneität sehr einfach ermitteln. Generell aber ist der schnelle Bildaufbau, die gute Lesbarkeit des beleuchtbaren LC-Schirms und die genügend hohe Refreshrate bei Messungen zu loben.

### Leicht und schwer

Mit 1 kg Gesamtgewicht und handlichen Abmessungen ist das Modell 40 ein unaufdringlicher Begleiter im Servicekoffer. Die relativ hohe Standzeit der Batterieversorgung, die über vier Baby-Zellen oder alternativ über vier NiCd-C-Akkus erfolgt, ist mit 24 Stunden für durchgehenden Betrieb angegeben. Auch nach Abschluß aller Tests ließ der eingesetzte Batteriesatz noch keine Müdigkeit erkennen. Damit kommt Flukes Power Meter schon in die Reichweite, die man von einem Handmultimeter erwartet.

Mit der Auslieferung der Geräte – vorgesehen für April – soll auch das erweiterte Modell 41 zur Verfügung stehen. Die zusätzlichen Eigenschaften dieses 'Power Analysators' erstrecken sich auf acht verfügbare Signalspeicher, die je komplette Signalzüge zu jeweils 2048 Samples aufnehmen können. Eine digitale Schnittstelle mit zugehöriger PC-Software 'FlukeView' ermöglicht einen Meßwert-Download in den angeschlossenen PC und erlaubt direkte Hardcopies an einen Drucker. Darüber hinaus berechnet das Fluke 41 direkt den in den USA bereits eingeführten K-Faktor, der den Oberwellengehalt und deren Verteilung im Meßsignal beschreibt.

### Technische Daten Power Meter

<b>Spannungsmessung</b>	Auto, 5 V...600 V rms (AC + DC)
Genauigkeit	rms $\pm(0,3\% + 2 \text{ Digits})$
Eingangsimpedanz	pk $\pm(2\% + 3 \text{ Digits})$
<b>Strommessung (1 mV/A)</b>	1 M $\Omega$
Genauigkeit	Auto, 0 V...1 V rms (AC + DC) rms
Eingangsimpedanz	0 V...2 V pk
<b>Leistungsmessung</b>	rms $\pm(0,3\% + 3 \text{ Digits})$ + Stromzange
Genauigkeit	pk $\pm(2\% + 4 \text{ Digits})$ + Stromzange
<b>Frequenzmessung (5...500 Hz)</b>	1 M $\Omega$
Genauigkeit 5 Hz...100 Hz	0 W...600 kW rms
Genauigkeit 100 Hz...500 Hz	0 W...2000 kW pk
<b>sonstige Messungen</b>	rms $\pm(1\% + 4 \text{ Digits})$ + Stromzange
Crest Faktor CF	pk $\pm(4\% + 5 \text{ Digits})$ + Stromzange
Power Faktor PF	1,0...5,0
Displacement Power Faktor DPF	0,0...1,0
Phasenwinkel	0,0...1,0
K-Faktor KF	-179°...+180°
Speicher	1,00...30,0 (nur Modell 41)
Schnittstelle	8 Signale zu je 2048 Samples (nur Modell 41)
Display	RS-232C optisch entkoppelt, 1,2...19,2 kBaud (nur Modell 41)
Batterien	beleuchtbares LCD 160 x 128 dots
Betriebszeit	4x Babyzelle 1,5 V (Type C)
Gewicht	24 h mit Alkali-Batterien
Abmessungen	1 kg (ohne Batterien)
Tastköpfe	234 x 100 x 64 mm
Preise	Spannung: Standard DMM Tastköpfe, Eingänge für Bananenstecker
	Strom: Stromzange über BNC-Eingang
	Fluke 40 DM 2950,- zzgl. MwSt.
	Fluke 41 DM 4200,- zzgl. MwSt.

alle Angaben laut Hersteller

### Fazit

Die an Versorgungsnetzen betriebenen Lasten haben sich im Verlauf der letzten Jahre erheblich verändert. Der Ausbildung von Oberschwingungen durch nichtlineare Verbraucher muß eine verstärkte Aufmerksamkeit gewidmet werden. Spezielle Netzanalysatoren erfüllen diesen Zweck, sind aber relativ teuer und unbeweglich. Mit den Modellen 40 und 41 hat Fluke zwei preisgünstige und einfach

zu handhabende Instrumente geschaffen, die zur schnellen Problemidentifikation hervorragend geeignet sind und das ohnehin erforderliche Handmultimeter gleich mit ersetzen. Ergonomisch gut gelungen, bieten sie kaum Ansatzpunkte für Kritik. Die einzige, die ich hätte, wäre, daß ich mein Testmodell, das der Vorserie entstammt, wieder abgeben muß – hoffentlich wird die Wartezeit bis zur Serienauslieferung nicht so lang.



Halle 21, Stand C47

## Der interessanteste Stand für Elektronik-Entwickler

EDA unter Windows: ► Schaltungsentwurf ► Simulation ► Logikdesign ► Layout ► Autorouting

**HOSCHAR**  
Systemelektronik GmbH

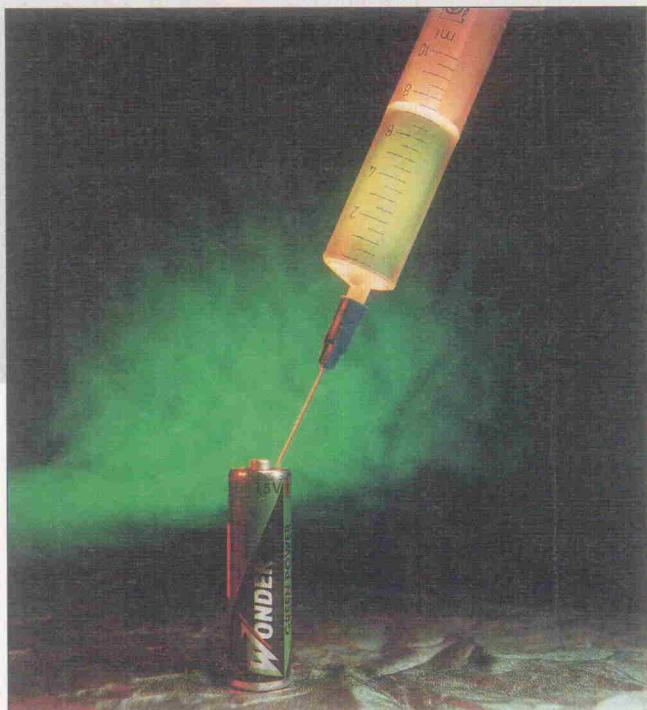
Jetzt anrufen und anmelden oder ausführliche Informationen anfordern!

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

07 21/37 70 44

# Batterie-Doping

## Ladegerät MBO MK1 für Primärbatterien



**Wolfram Tege**

**Herkömmliche Batterien wandern nach Verbrauch auf den Müll. Wiederbeladungsversuche an toten Zellen führen im Normalfall zur Explosion, in minder schweren Fällen zum Auslaufen. Ob mit Konstantstrom oder -Spannung belegt, ob auf der heißen Herdplatte gebraten: Die Primärzellen verhielten sich stets gemäß ihrer Aufschrift 'Nicht wiederaufladbar'.**

**M**BO vertreibt nun in der Bundesrepublik ein von der britischen Firma Innovations entwickeltes Ladegerät, das ein Wiederverwenden verbrauchter Batterien ermöglichen soll. Der Batterie-Manager MK1 (empfohlener Verkaufspreis 99,- DM) ist laut Bedienungsanleitung 'ein technologisch konzipiertes Gerät für das Nachladen und Wiederverwenden der meisten Normal- und Nickel-Cadmium-Batterien aller führenden Hersteller'. In seine vier Ladeschächte passen Mignon- oder Mikrozellen. Eine zweite Version namens MK2 ist für Baby- oder Monozellen konstruiert. Der Batterie-Manager eignet sich laut Hersteller für Zink-Kohle-, Alkali-Mangan- und aufladbare Nickel-Cadmium-Batterien sowie für die neuen wiederaufladbaren Alkali-Mangan-Zellen. Besonders empfohlen wird die Verwendung des Ladegerätes in Fällen, wo Batterien in Geräten mit hohem Stromverbrauch zum Einsatz kommen. Für Geräte mit geringem Stromverbrauch wie zum Beispiel Fernbedienungen, Wecker oder Taschenrechner eignet sich das Ladegerät weniger, weil die geladenen Zellen eine höhere Selbstentladung aufweisen.

Der Batterie-Manager soll im Schnitt 10 bis 12 Stunden für das Aufladen von Batterien und 8 bis 10 Stunden für NiCd-Akkus benötigen. Über zwei Schalter wird der Ladevorgang dem Zelltyp angepaßt: Der eine wählt zwischen Alkali-Mangan/Zink-Kohle-Batterien und NiCd-Akkus; der andere zwischen Normal- und Schnellladung. Jeder der vier Ladeschächte verfügt über eine eigene Überwachungselektronik mit je einer LED.

Obwohl die Bedienungsanleitung verspricht: 'Der Batterie-Manager ist ein extrem sicheres Produkt...' wurde das Gerät im ELRAD-Meßlabor mit großer Vorsicht behandelt. Zu nachhaltig waren die Erinnerungen an explodierende Zellen bei eigenen Ladeversuchen. Das Vertrauen in das neue Produkt wuchs aber zusehends, nachdem einige Ladezyklen ohne Komplikationen abließen.

Liegt die Zellenspannung in Schalterstellung 'A' (alle Alkali-Mangan und Zink-Kohle-Batte-

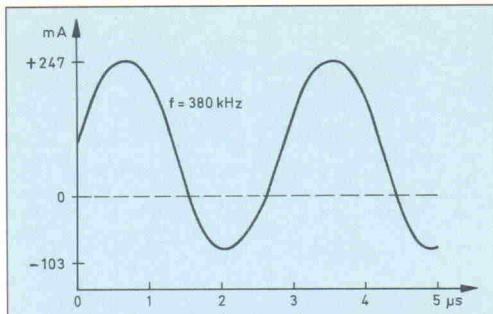
rien) unter 1 V, signalisiert eine rote LED eine unbrauchbare Zelle. Ist die Zellenspannung größer 1,57 V zeigt die LED mit grün den Zustand 'Fertig geladen' an. Zwischen 1 und 1,5 V leuchtet die LED orange, und die Zelle wird geladen. In der Schalterstellung 'B' – für alle NiCd-Batterien – reicht der Ladespannungsbereich von 0 bis 1,47 V. Je nach Lebensdauer und Innenwiderstand der Zelle kann daher sowohl Überladung als auch Unterladung auftreten (Kommentar Bedienungsanleitung: 'Dies liegt ... am unvorhersehbaren Verhalten von NiCd-Batterien').

Geladen wird in beiden Schalterstellungen mit einer Gleichspannung, der eine Wechselspannung mit 380 kHz bei einer Amplitude von 100 mV<sub>SS</sub> überlagert ist. Messungen mit einer Alkaline-Batterie und einem tragen Zeigerinstrument zeigten einen Ladestrom von etwa 45 mA. Genauere Betrachtungen ergaben einen Ladestrom, der mit 380 kHz zwischen -103 mA<sub>S</sub> und +247 mA<sub>S</sub> wechselte. Die Zelle wird also ständig ge- und entladen. Die erste Inbetriebnahme bestätigte eine Aussage des Handbuchs, daß nämlich alte Zellen und 'richtig' leere nicht zum Auffrischen taugen: Sie wurden entweder vom Gerät gar nicht erst angenommen oder der Energiegehalt der Zelle änderte sich trotz mehrstündiger Ladung nicht.

Zur Kapazitätsmessung der wiederbelebten Testbatterien stand uns ein AkkuLAB II der Firma Bettschen (Feuerthalen, Schweiz) mit acht Lademodulen zur Verfügung. Das System ermöglicht Messungen nach frei erstellbaren Prüfprogrammen an bis zu 32 Zellen gleichzeitig. Die autonomen Lademodule führen die programmierbaren Lade- und Entladezyklen durch. Ein PC nimmt dann im Multitasking die Meßwerte über die serielle Schnittstelle entgegen. Erste Kapazitätsprüfungen führten wir



**Bild 1. Sieht nur aus wie ein übliches Ladegerät ...**



**Bild 2.** Der Ladestrom des Batterie-Managers ist eher ein Lade-/Entladestrom.

mit einer frischen Alkaline-Zelle von Kodak durch. Vier Zyklen Ladung mit dem Batterie-Manager und Entladung mit dem AkkuLAB (200 mA Entladestrom, Entladeschlußspannung 1 V) zeigten die abflachende Kapazität von 71 %, 64 %, 47 % und 46 % der ursprünglichen Neukapazität von 933 mAh.

Der zweite Testdurchlauf mit einem Entladestrom von 100 mA bei gleicher Entladeschlußspannung wurde beim dritten Durchlauf abgebrochen, da sich die beiden Alkaline-Zellen mit einem hohen Innenwiderstand der Regeneration widersetzten. Die Ergebnisse mit Zink-Kohle-Zellen waren ebenfalls unbefriedigend. Ein dritter Versuch wurde mit deutlich höherem Entladestrom von 500 mA unternommen. Dabei zeigten sich sowohl mit Alkaline- als auch mit Zink-Kohle-Zellen die besten Ergebnisse. Nach dem 5. Aufladen hatte die Zink-Kohle-Zelle immerhin noch 35 % der Neukapazität, die Alkaline sogar noch 54 % Kapazität.

Bei hohen Ladestromen wird der Zelle weniger Gesamtleistung entnommen, da aufgrund des Innenwiderstandes die Entladeschlußspannung früher erreicht wird (Entnommene Kapazität bei einer neuen Varta Alkaline-Zelle: 100 mA = 1757 mAh; 500 mA = 388 mAh). Das Regenerieren der Zellen funktioniert bei nur teilentladeten Zellen deutlich besser. Tiefentladene Zellen lassen sich dagegen nur schlecht oder überhaupt nicht regenerieren.

Im ELRAD-Labor wurde der Ladestrom des Batterie-Man-

gers zu Testzwecken simuliert und mit einer Konstantstromquelle/Elektronischer Last (Hameg HM8142, 45 mA) und einem HF-Generator nachgeblendet. Die Generatorfrequenz betrug dabei 350 kHz, das Verhältnis von Lade- zu Entladestrom konnte mit der Generatoramplitude auf etwa 3 zu 1 eingestellt werden (circa 3 V<sub>SS</sub>). Mit dieser Simulation wurden mehrere verbrauchte Batterien, unter anderem auch eine teure 6-V-Lithium-Fotobatterie, mit einem Durchschnittstrom von 1/10 der Nennkapazität einige Stunden geladen. Alle Zellen zeigten sich nach dieser Behandlung wieder deutlich leistungsfähig. Zu Selbstentladung oder Auslaufsicherheit der Zellen lässt sich an dieser Stelle noch keine Aussage treffen. Vorsicht für Nachahmer ist jedoch angebracht: Im ELRAD-Labor ließen zwar alle Zellen die Ladeprozessur ohne Schaden über sich ergehen, es besteht aber potentiell die Gefahr, dass sich die Zellen durch zu hohen Strom oder zu lange Ladezeit erwärmen. Ein Auslaufen oder gar ein Explodieren der Zellen ist dann nicht ausgeschlossen, außerdem ist das Ladeverfahren von zwei konkurrierenden Anbietern weltweit zum Patent angemeldet, darf also nicht kommerziell genutzt werden.

Alle Tests zeigten, dass ein Auffrischen verbrauchter Batterien durchaus möglich ist. Sinnvoll erscheint die Nutzung von Batterien anstatt der sowieso aufladbaren NiCd-Zellen allerdings nur bei Geräten, die die volle Zellenspannung von 1,5 Volt benötigen. NiCd-Akkus lassen sich bis zu 1000mal laden, während die sinnvolle Anzahl der Ladezyklen bei Batterien

## Aufladbare Alkali-Mangan-Zelle

Im Laufe des Tests stießen wir auf ein neuartiges Akku-System. Die aufladbare Alkali-Mangan-Zelle 'AccuCell' von Müller reklamiert eine Menge Vorteile für sich: Mit einer Nennspannung von 1,5 V ist endlich ein Akkumulator für die Geräte verfügbar, die bisher auf die volle Spannung einer Wegwerfbatterie angewiesen waren. Ihre Kapazität liegt mit nominal 1000 mAh (Mignon) weit über dem NiCd-Akku. Die Zelle hat keinen Memory-Effekt und die geringe Selbstentladung ermöglicht eine lange Lagerung. Der Verzicht auf Schwermetalle macht dieses System umweltfreundlich gegenüber herkömmlichen Akkus. Nachteilig ist der Kapazitätsverlust nach Tiefentladung. Für Hochstrom-Anwendungen – wie zum Beispiel im Modellbau – ist die AccuCell aufgrund des hohen Innenwiderstands nicht geeignet.

Erste Vortests der AccuCell im ELRAD-Labor bestätigten die angekündigten Eigenschaften: Die Mignon-Zellen gaben durchschnittlich 1176 mAh her. Ein ausführli-



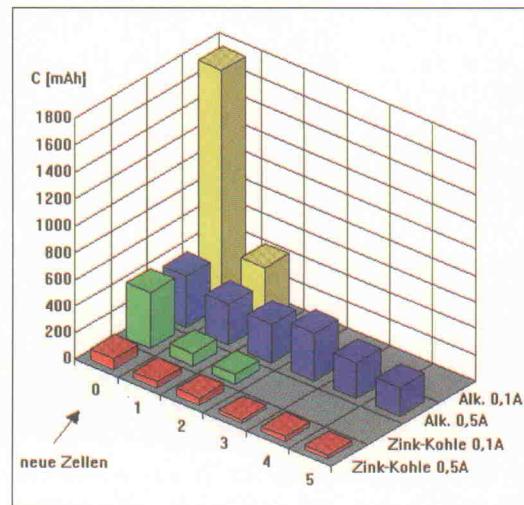
cher Test folgt in einer der nächsten Ausgaben. Die AccuCell ist als Mignon-, Baby- und Monozelle im Elektrofachhandel für 8,-, 18,50 und 27,50 DM erhältlich. Passende Ladegeräte kosten 22,50 sowie 32,50 DM.

Der Batterie-Manager eignet sich entgegen der Bedienungsanleitung jedoch nicht zur Ladung dieses Akku-Systems. Die AccuCell lässt sich ganz einfach mit einer Konstantspannung von 1,75 V laden. Leider beendet der Batterie Manager die Ladung bei 1,57 V und bringt so nur 60 % der Kapazität wieder in die Zelle.

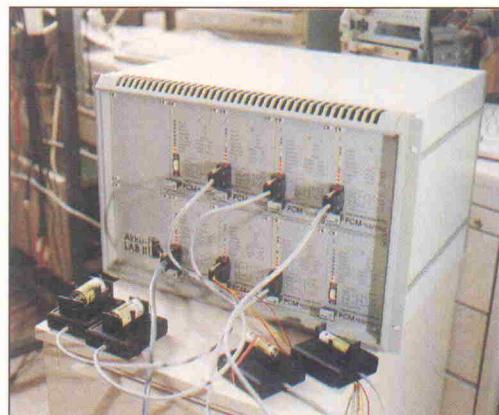
Müller für Energie und Licht  
Hölzlestraße 9  
73625 Remshalden  
Telefon: 0 71 51/7 21 15  
Fax: 0 71 51/7 44 74

unter 20 liegt. Die Selbstentladung soll laut Herstellerangaben im Bereich von Akkus liegen, also verliert die Batterie nach dem 'Doping' auch den Vorteil der geringeren Selbstentladung. Eins aber kann der Batterie-Manager allemal: Er beruhigt das umweltgeplagte Gewissen, weil verbrauchte Batterien nicht mehr sofort entsorgt werden müssen.

cf/roe



**Bild 3.** Die Kapazität der Testzellen über mehrere Zyklen bei verschiedenen Entladestromen. Die Alkaline-Zellen geben bis zu dreimal soviel Strom wie Zink-Kohle-Typen.



**Bild 4.** Das modulare Prüfsystem AkkuLAB II von Bettschen führt frei programmierbare Lade- und Entladezyklen durch.

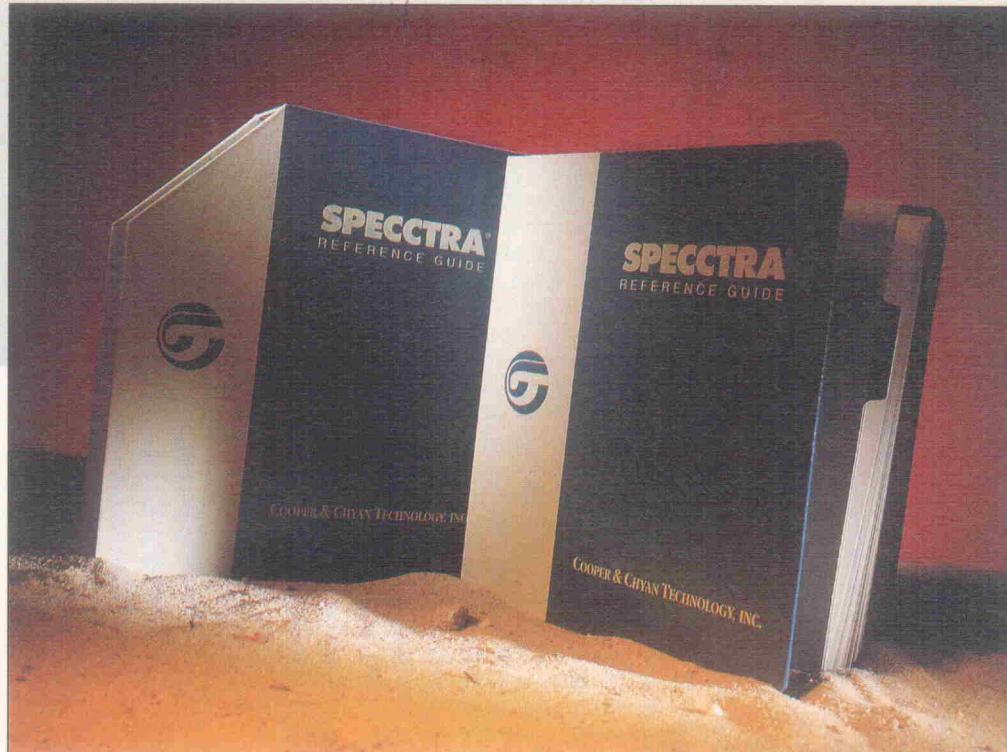
# CALifornia Dream

## ECAD: Konturenbasierter Autorouter Specctra SP2 Version 1.1

Preview

Matthias Carstens

Unzulänglichkeiten bei Standardautoroutern sind kein Muß: Für den Preis eines schmucken Mittelklassewagens erhält man in der Workstation-Welt Routingwerkzeuge, von denen der DOS-PC-Bereich bislang nur träumt – bis jetzt, denn aus diesen 'höheren Sphären' gesellt sich nun ein Programm ins Reich der Ripup-and-Retry-Gefilde: Specctra ist angetreten, Bartels und Co. den Rang abzulaufen.



Die 1989 nach ihren Gründern benannte Firma Cooper & Chyan zählt zu den weltweit führenden Anbietern spezieller ECAD-Software. Mit dem SP2 für DOS stellen die Entwickler eine stark abgespeckte Versionen der leistungsfähigen Specctra-SP50-Familie vor. Natürlich sind dabei, abgesehen vom Dongle, eine ganze Reihe Features entfallen. Trotzdem ist dieses Programm üblichen PC-Routern in vielen Punkten überlegen. Der Grund: Erstens arbeitet SP2 rasterlos, sprich konturenbasiert, und zweitens verwendet der Router eine vollkommen andere Technik (Adaptive Autorouting Technology) zur Entflechtung der Leiterbahnen.

Doch zunächst zu den Hardware-Voraussetzungen. Als CPU-Mindestanforderung schreiben Cooper & Chyan einen 386er mit Coprozessor und 8 MByte RAM vor, allerdings findet sich im Handbuch gleich zu Anfang der einzige wahre Hinweis: 'More powerful hardware improves performance'.

ce. You should use the highest-performance computer you can!' Schließlich ist es bei einem Programm dieser Leistungsklasse wenig sinnvoll, am Motherboard zu sparen. Mit seinen Grafiktreibern unterstützt das Programm alle Standard-Chips, wie Trident und Tseng

bis zu einer Auflösung von  $1024 \times 768$ ; leider existiert kein VESA-Treiber. Die Testversion des Specctra war in das Elektronikentwicklungssystem top-CAD von Spea eingebunden [1]. Es bietet aber auch eine Reihe anderer PC-Layoutsysteme wie zum Beispiel ULTI-

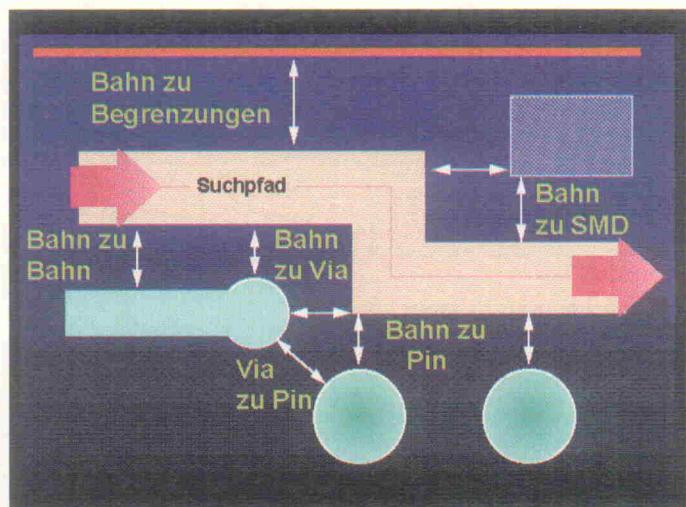
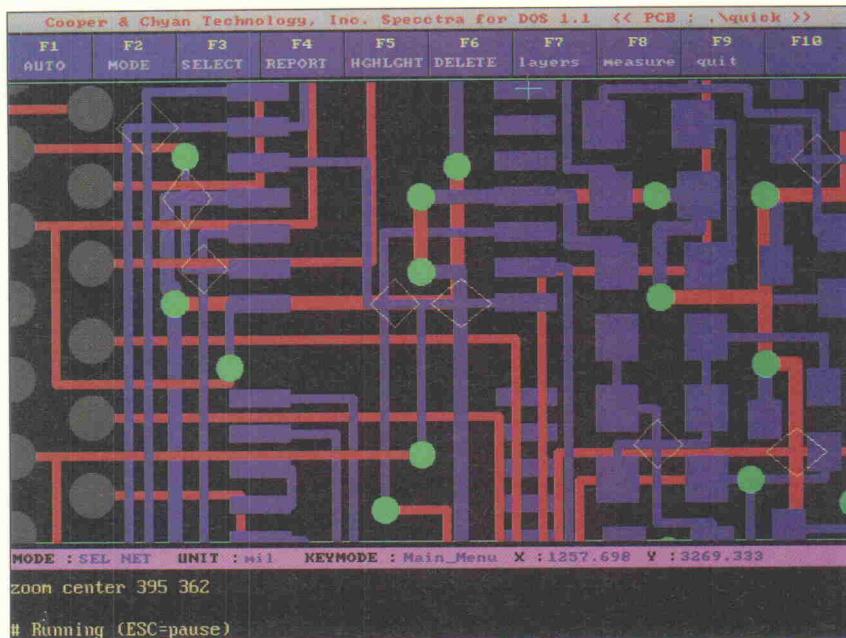


Bild 1. Ein konturbasierter Router kennt keine Off-Grid-Pads und ermöglicht umfangreiche Design-Regeln.



**Bild 2.**  
**Specctras**  
**Oberfläche:**  
**Menu Bar,**  
**Work Area,**  
**Mode Bar,**  
**Message Area**  
**und Command**  
**Entry Line.**  
**Die Rauten**  
**auf den**  
**Leiterbahnen**  
**indizieren**  
**(Noch-)**  
**Kurzschlüsse.**

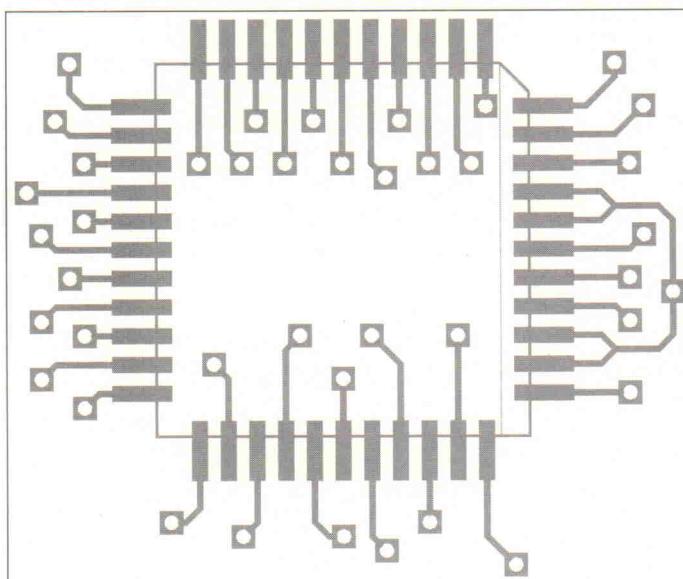
Pads hindurchgeführte Leiterbahnen sind meist nur möglich, wenn das Raster nicht nur halbiert, sondern gleich geviertelt wird. Eine Halbierung des Rasters zieht jedoch bereits den vierfachen Bedarf an Speicherplatz mit sich.

Die Zukunft gehört daher anderen Technologien, wie beispielsweise den konturenbasierten (shape based) Routern. Statt die gesamte Platine in eine speicherintensive Rastermatrix aufzulösen, kommen objektorientierte Design-Regeln zum Einsatz. Bild 1 verdeutlicht, wie Specctra mit Geometrien und Abständen umgeht. Die einzuhaltenen Mindestabstände sind dabei frei konfigurierbar. In der Praxis benötigt ein konturenbasierter Router nur einen Bruchteil der Speichermenge eines ähnlich hoch auflösenden Raster-Routers; es lassen sich jedoch keine festen Vergleichswerte angeben.

## Kurzschluß

Der geringere Speicherbedarf ist nicht das einzige Argument für den Cooper-&-Chyan-Router. Das schlechte Ansehen, das Autorouter gemeinhin genießen, liegt oft in den teilweise unsinnigen Leiterbahnverläufen begründet, die nach der stolzen 100%-Meldung verbleiben. Mit einem Blick finden sich Bahnen, die, geringfügig anders verlegt, plötzlich einseitig verlaufen und damit ohne Via auskommen. Die Beseitigung dergestaltiger 'Schönheitsfehler' bedarf einer nicht unerheblichen manuellen Nacharbeit.

Specctra setzt beim Entflechten auf eine grundlegend andere Strategie. Statt wie üblich die Leiterbahnen der Reihe nach zu verlegen, bis es kein Durchkommen mehr gibt, erzeugt der Router alle Verbindungen auf einen Schlag, ohne Rücksicht auf bereits verlegte Leiterbahnen und Überkreuzungen (Bild 2). Die hierbei entstehenden Kurzschlüsse (Crossover- und/oder Clearance-Verletzungen), durch Rauten gekennzeichnet, beseitigt Specctra durch Neuverlegung der beteiligten Bahnen im nächsten Schritt. Erstaunlich ist die Geschwindigkeit, die das Programm dabei vorlegt. Nur vereinzelt lassen sich unnötige Leiterbahnen entdecken, und die erreichbare Bauteildichte ist sehr hoch.



**Bild 3.** Fanout: Dieser Befehl erzeugt Vias in der Nähe definierbarer Anschlußpins, um die Routingfläche freizuhalten.

```

Cooper & Chyan Technology, Inc. Spectra for DOS 1.1 << PCB : \quick >>
F1 F2 F3 F4 F5 F6 F7 F8 F9 F10
AUTO MODE SELECT REPORT HIGHLIGHT DELETE layers measure quit
# Layer 1 Vert Wire Grid= 1.0417, Width=11.4583, Clearance=11.4583
# Wiring Statistics -->quick
# Nets 71 Connections 86 Unroutes 0
# Signal Layers 2 Power Layers 0
# Wire Junctions 21, at vias 7 Total Vias 51
# Percent Connected 100.00
# Manhattan Length 42415.1942 Horizontal 17340.6250 Vertical 25074.4792
# Routed Length 56652.9743 Horizontal 27186.9792 Vertical 29481.2500
# Ratio Actual / Manhattan 1.3357
# Unconnected Length 0.0000 Horizontal 0.0000 Vertical 0.0000
# Conflicts: 0 Crossovers: 0, Clearances: 0
# Cpu Time = 0: 0: 7 Elapsed Time = 0: 0: 7
# Wiring Statistics -->quick
# Nets 71 Connections 86 Unroutes 0
# Signal Layers 2 Power Layers 0
# Wire Junctions 21, at vias 7 Total Vias 51
# Percent Connected 100.00
# Manhattan Length 42415.1942 Horizontal 17340.6250 Vertical 25074.4792
# Routed Length 56884.2243 Horizontal 27418.2292 Vertical 29481.2500
# Ratio Actual / Manhattan 1.3411
# Unconnected Length 0.0000 Horizontal 0.0000 Vertical 0.0000
recorner
# Diagonal wire corners are preferred.
# Current time = Mon Feb 14 16:55:48 1994

# Convert orthogonal pin exit to diagonal...
# Convert wire segment to diagonal...
# Convert orthogonal corner to diagonal...
# Corners changed 111
# Diagonal wire corners are preferred.
# Conflicts: 0 Crossovers: 0, Clearances: 0
# Cpu Time = 0: 0: 4 Elapsed Time = 0: 0: 4
# Wiring Statistics -->quick
# Nets 71 Connections 86 Unroutes 0

<Home>:HEAD OF FILE <End>:END OF FILE <↑/↓/←/→/PgUp/PgDn>: MOVE TEXT
report file $tmp\specctra.log window
# (ESC = exit window)

```

**Bild 4.**  
**Ausschnitt**  
**einer**  
**Protokolldatei.**  
**Unten ist die**  
**Kommando-**  
**zeile zur**  
**Befehlsein-**  
**gabe sichtbar,**  
**oben die**  
**Funktionswahl**  
**per F-Taste.**

Die Konfiguration des Routers geschieht im Vorfeld über eine ASCII-Datei (\*.do) oder mittels einer DOS-ähnlichen Kommandozeile innerhalb des Programms. Zahlreiche Optionen gestatten eine optimale Anpassung an die Anforderungen des Layout(er)s. So ist es möglich, umfangreiche Design-Regeln festzulegen (netz-, klassen- und streckenspezifisch). Eine sogenannte 'Daisy Chain'-Funktion erlaubt die Bestimmung von Start- und Endpunkt sowie die Verdrahtungsreihenfolge bestimmter Pins. Abstandsregeln für Netze und Netzklassen lassen sich ebenso vordefinieren wie die Verwendung mehrerer Potentiale auf einer Versorgungslage. Bedient wird aber nicht nur per Tastatur. Mit der Maus lassen sich Netze oder Bereiche selektieren, zoomen und panieren.

## Bis ins letzte Detail

Als Spezialist für Layouts in SMT bietet Spectra einen besonderen Leckerbissen: Mittels 'Fanout' lassen sich SMD-Anschlüsse mit Vias versehen und in ihrer Richtung steuern (innen/außen/beides). Wichtig wird dies bei mehrlagigen, dicht bestückten Platinen, damit ein schneller Übergang der Power-Pins zur Versorgungslage erfolgt (Bild 3). Gleichzeitig wird die Routingfläche um das IC herum von Verbindungen freigehalten. Die Funktion 'Pin-share' erlaubt mehreren Pins, ein einziges Via zu benutzen.

Der Spectra-Router enthält bereits einen leistungsstarken 'Recorner'-Befehl. Das heißt, Abschrägungen an Pins und Ecken erfolgen automatisch. Dabei

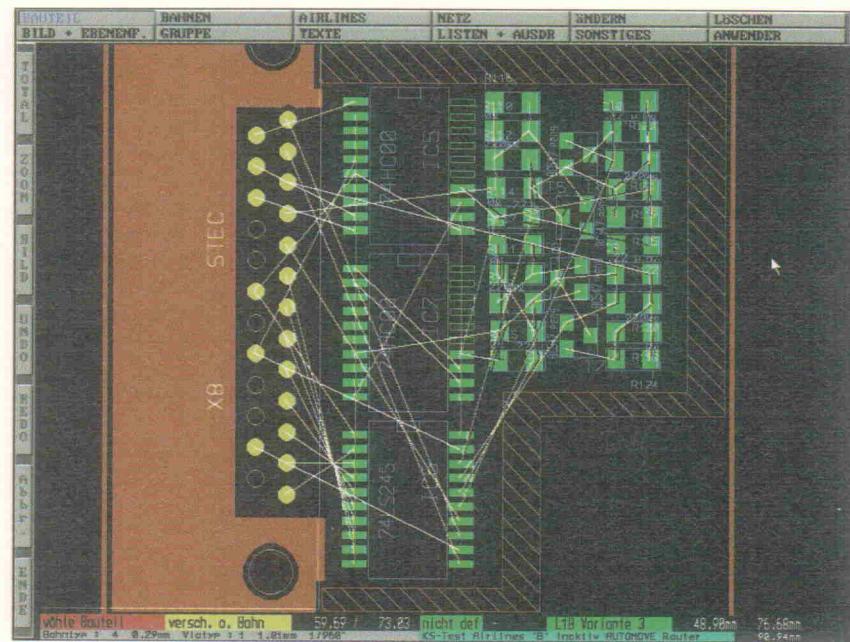


Bild 5. Ein mit top-CAD erzeugtes, dicht bestücktes SMT-Board.

kann die maximale und minimale Länge der Diagonale frei definiert werden. Letzteres ist typisch für die gesamte Programmstruktur: Definitionen sind nicht zwingend notwendig, der Anwender hat aber enorme Möglichkeiten, das Verhalten des Routers von global bis hin zum einzelnen Pin zu steuern.

Die Befehlssyntax ist im ausführlichen, wenn auch englischsprachigen Handbuch genau und mit vielen Beispielen beschrieben. So lautet die Syntax zum Aufbrechen längerer diagonalen Verbindungen in kürzere vertikale und horizontale einfach: unit inch seedvia. 'Center' zentriert zwischen Pins hindurch laufende Leiterbahnen. Obwohl in der Ausführung nur eine Sekundensache, erhöht dies die fertigungstechnische Qualität eines Layouts enorm und stellt einen rasterlosen Rou-

ter natürlich auch vor keinerlei Probleme.

## Mitgeschrieben

Alle Aktionen des Routers protokolliert das Programm in einer speziellen Datei (Bild 4). Die Befehlszeilen sind als einzige nicht mit einem vorangestellten '#' gekennzeichnet. Dadurch kann eine \*.log-Datei später durch einfache Umbenennung in \*.do als Grundkonfiguration für weitere Jobs dienen. Die Protokolldatei gibt zudem Auskunft über jede verlegte Bahn, Länge, benötigte Zeit, alle angefallenen Arbeitsschritte und die aktuelle Manhattan-Distanz. Darunter ist die Länge von Pin-zu-Pin-Leiterbahnen im Vergleich zu einer orthogonalen Verbindung zu verstehen. Dieser Wert lässt sich durch Abschrägen der Bahnen verringern.

Bei Unterbrechungen des Jobs legt die Software weitere Daten mit aktuellen Informationen an. Außerdem kann eine Statusdatei mit der 'Routing History' erzeugt werden. Das Handbuch erläutert, wie sich hiermit Zeit und Effizienz durch Analyse des Routerverhaltens verbessern lassen.

## Standard und Optionen

Während der Spectra-SP2-Router (6500 D-Mark zzgl. MwSt.) lediglich zwei Versorgungs- und zwei Signallagen bearbeiten kann, bringt es der größere DOS-Bruder SP10 (20 500 D-Mark zzgl. MwSt.) auf je 255 Lagen. Beide Programme enthalten eine Vielzahl von Features und Konfigurationsmöglichkeiten, und können mit Zusatzmodulen (jeweils

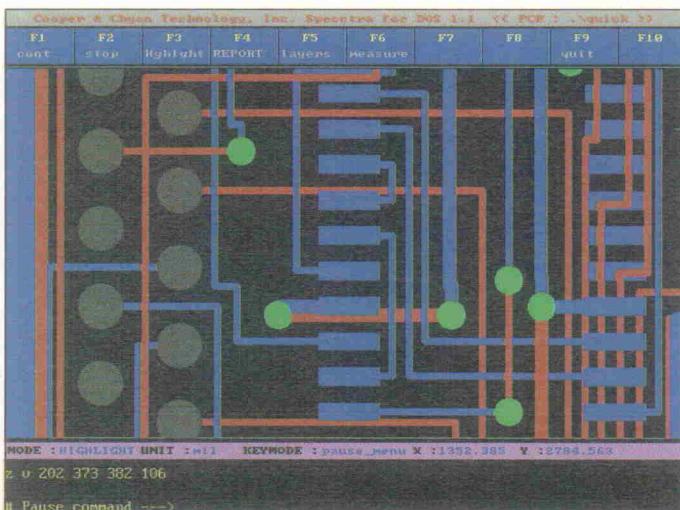
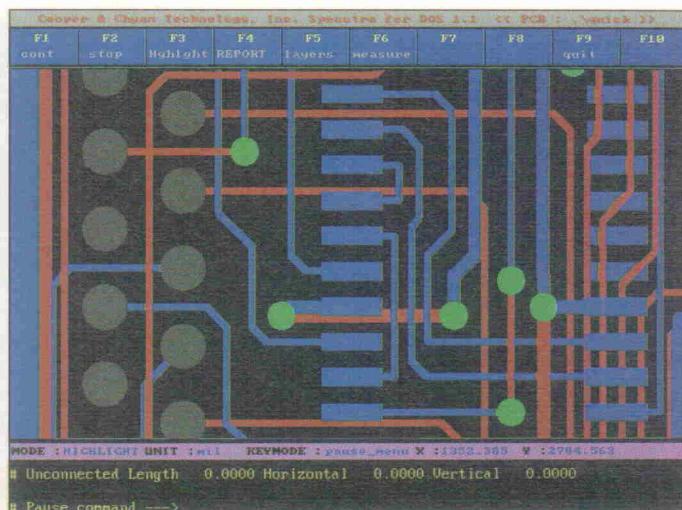


Bild 6. Das SMT-Board vor der Nachbearbeitung ...



... und nach dem Einsatz von Recorner, Miter und Spread.

7300 D-Mark zzgl. MwSt.) in ihren Funktionen erweitert werden. Die Option ADV ergänzt das Basisprogramm um 'advanced rules'. Allgemeine Design-Regeln können dann layer-spezifisch vergeben werden. Zusätzlich sind Regeln für Vias netzabhängig und Regeln für Netze layer-abhängig möglich. Eine Layer-Vorgabe für bestimmte Netze runden diese Möglichkeiten ab. Mittels 'Noise Control' kann schließlich der Störeinfluß einer Leiterbahn auf benachbarte abgeschätzt werden.

Das DFM-Modul bietet die so genannte Miter-Funktion (längendefinierbare Aufsplittung von T-Stücken) und Spread (siehe unten), wie auch die automatische Generierung von Testvias. top-Cad gestattet jedoch ein Setzen von Testpunkten bereits im Schaltplan. Für die Fertigung von Platten mit Hybridmodulen bietet das HYB-Modul Blind- und Sacklochvias, Vias unter SMD-Pads sowie automatische Bonddaten-Generierung.

### Test, eins, zwei

Natürlich mußte Specctra seine Fähigkeiten in der Praxis an selbst erstellten Boards beweisen. Eines davon, Bild 5, war eine kleine Platine mit Steckkontakt, dicht bestückt mit SMD-Bauteilen. Mit top-CAD wurden jedoch nicht nur die Boards erstellt. Vielmehr konnte der SPEA-Profilrouter, basierend auf dem Kern eines Barrels-Routers, als unmittelbarer Vergleich dienen.

Dank direkter Einbindung läßt sich von top-CAD aus ohne Umstände der Specctra-Router aufrufen, alle Board-Daten werden automatisch übergeben. Bild 6 zeigt die daraufhin erscheinende Oberfläche mit dem zu bearbeitenden Layout. Die Rückkehr zu top-CAD ist ebenfalls problemlos: ein Specctra-Job wird dem Benutzer automatisch gemeldet und kann dann eingelesen werden. Dies gilt natürlich auch für Unterbrechungen zwecks manueller Eingriffe.

Eine 'Specctra-Platine' besitzt, verursacht durch den Recorner-Befehl, ein recht typisches Design. Wie in Bild 7 zu sehen, werden alle 90°-Stellen – so weit möglich – abgeschrägt, wie zum Beispiel T-Stücke oder Bahnverläufe. Der bereits oben erwähnte Spread-Befehl sorgt

schließlich für eine gleichmäßige Verteilung der Leiterbahnen (Bild 6 und 7), wobei zur Vermeidung von Säurefallen die Pad-Anschlüsse auf einem möglichst langen Stück linear verlegt werden. Das SMT-Board (Bild 5) wurde in 22 Minuten entflochten und bereinigt. Der Profirouter mit 1/80"-Raster ließ dagegen nach kurzer Zeit bereits erkennen, daß er dieses Layout nicht vollständig entflechten konnte (ca. 70 %).

Weitere Tests mit größeren Platten ohne SMT bestätigten die ersten Eindrücke. Specctra ist bedeutend schneller als übliche

Router, erreicht öfter eine vollständige Entflechtung und braucht dafür bei dichtbestückten Boards weit weniger Vias. Die Ausnutzung aller Möglichkeiten ergibt zudem phantastisch aussehende Layouts, die nur ein Minimum an manueller Nacharbeit erfordern.

ob es zu einer Verlängerung des Einführungsangebotes für den SP10 – 12 500 D-Mark zzgl. MwSt. bis 31. März – kommen wird. Für Interessierte steht in der ELRAD-Mailbox eine selbstlaufende Specctra-Demo zum Download bereit. pen

### Literatur

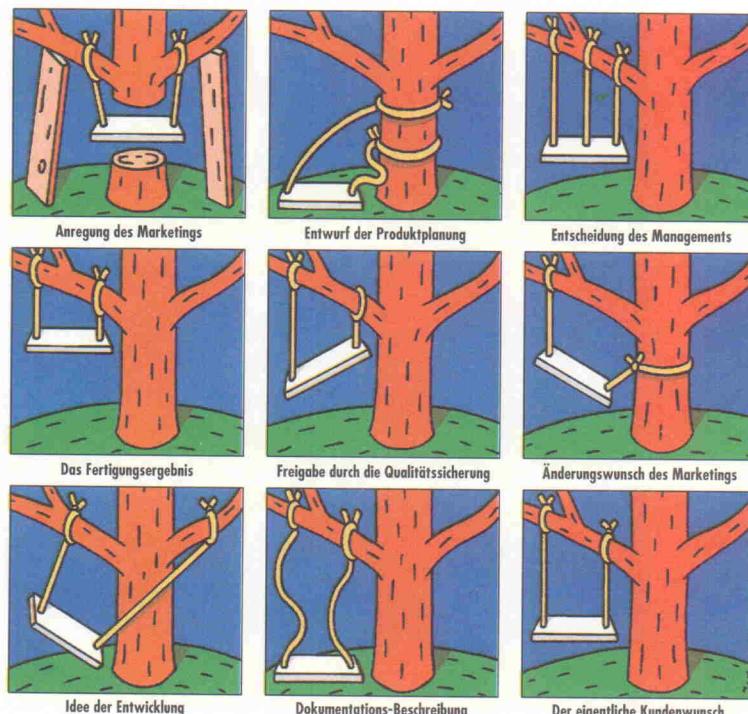
[1] M. Carstens, *Tip top, Elektronik-Entwicklungssystem top-CAD Version 7.0, ELRAD 3/94, S. 20ff.*

Mensch und Maschine GmbH 40699 Düsseldorf-Erkrath

CAD Connections GmbH 80331 München

## Xilinx FPGAs und EPLDs.

### Die perfekten ICs für eine nicht perfekte Welt.



Wir haben so viele Optionen, wie Sie benötigen: Mehr als 350. Vom neuen 13.000 Gatter FPGA XC4013 bis zum platzsparenden TQFP.

Wenn man schon mit Mißverständnissen, Irrtümern, unklaren Zielsetzungen und mit permanenten Änderungswünschen rechnen muß, sollte man sich wenigstens für die flexibelsten Logikbausteine entscheiden.

Und nichts ist flexibler als die FPGAs und EPLDs von Xilinx. Warum? Weil Sie FPGAs von Xilinx so oft ändern können wie Sie wollen.

Einfach, schnell und ohne zusätzliche Kosten. Auch im System lassen sich Änderungen durchführen, da Xilinx-ICs unendlich oft reprogrammierbar sind.

Tatsächlich werden unsere FPGAs niemals geändert – lediglich neu programmiert. Sie belasten dadurch nicht den Etat mit vielen Lagerpositionen.

Was kostet diese Flexibilität – oder besser – was kostet es, sie nicht zu haben?

**XILINX®**  
The Programmable Logic Company.

**Xilinx GmbH**, Dorfstr. 1, D-85609 Aschheim, Tel: (089) 9 04 50 24, Fax (089) 9 04 47 48  
Distributoren D: AVNETE2000 (089) 45 110 01, Metronik (089) 611 080 CH: Fenner (01) 619 75 05 54 A: Elbalex (01) 81 60 20

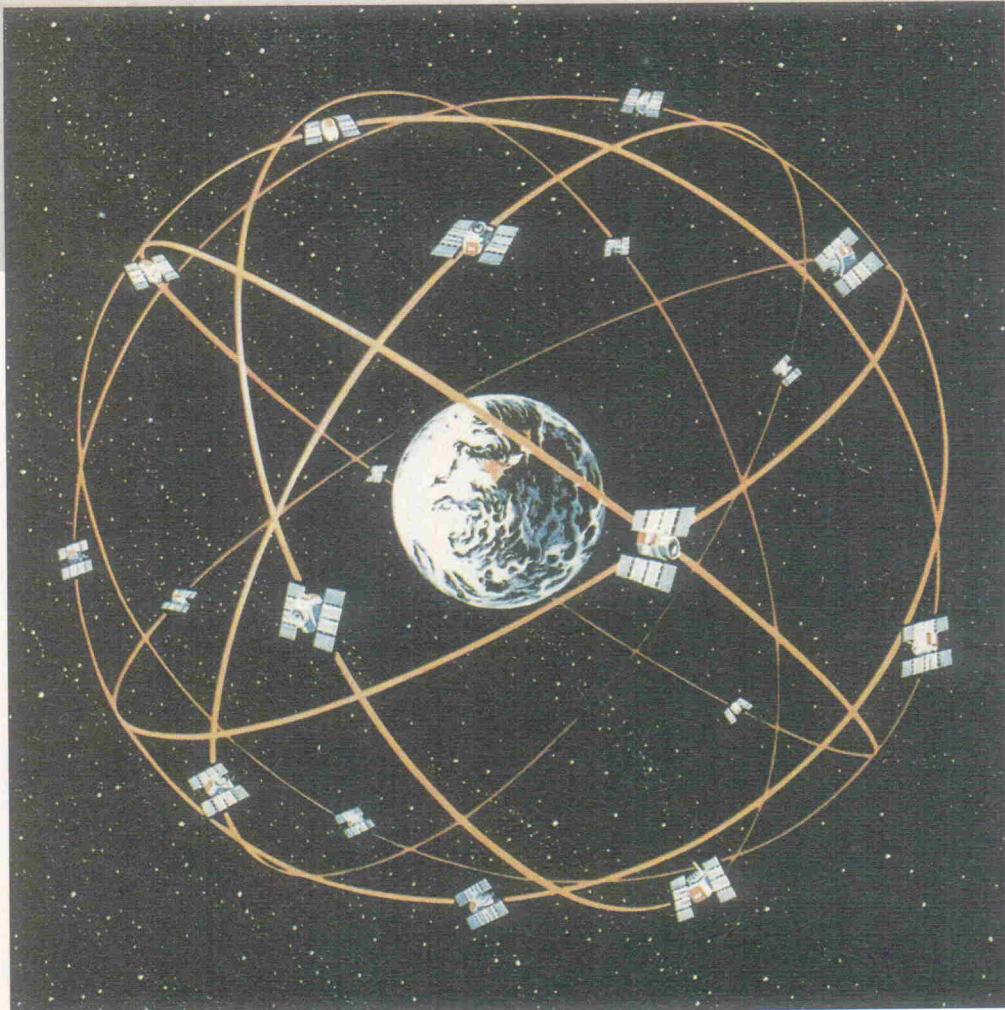
# Vierundzwanzig fixe Sterne

## Das Global Positioning System

Prof. Dr.-Ing.  
Gunther Schänzer

Von alters her benutzte man in der Navigation einen Sextanten und die Position einiger feststehender – also fixer – Sterne. Im Zeitalter von Raumfahrt und Nachrichtensatelliten ist das einfacher geworden: Mit vierundzwanzig speziellen Satelliten – dem 'Global Positioning System' (GPS) –, einem Empfänger und 'ein wenig' Software besteht eine Positionsbestimmung lediglich aus dem Ablesen des Displays. Das Know-how 'dahinter' ist Gegenstand dieser Artikel-Reihe.

Professor Schänzer leitet das Institut für Flugführung an der TU Braunschweig, ist Dekan im Fachbereich Maschinenbau und war maßgeblich an der Entwicklung des Differential-GPS beteiligt. Ferner ist er Vorstandsmitglied der Deutschen Gesellschaft für Ortung und Navigation und Mitglied im Senat der Deutschen Forschungsanstalt für Luft- und Raumfahrt (DLR). Anlässlich der Verleihung des Philip-Morris-Forschungspreises 1993 hielt er einen Vortrag, aus dem wesentliche Teile für diesen Artikel übernommen wurden.

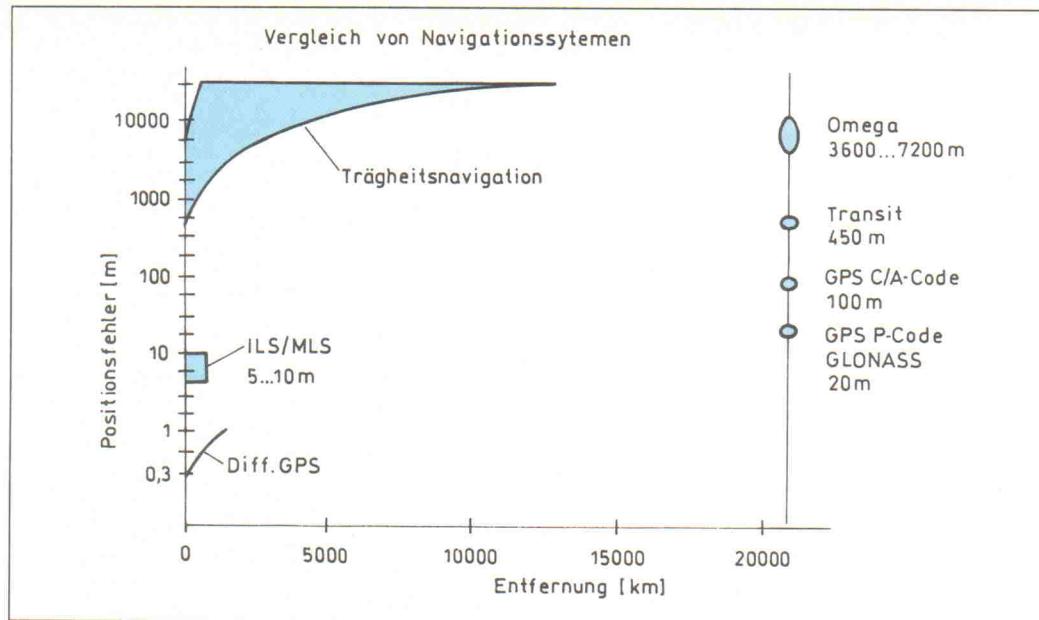


Die Aufgabe, ein Fahrzeug sicher zum Ziel zu führen, ist ein altes Problem, an dessen Lösung Generationen gearbeitet haben. Der Magnet-Kompaß als ältestes Navigationsinstrument der Seefahrt ist seit mehr als 1000 Jahren in Gebrauch und wird es wohl (für Notfälle) auch weiterhin bleiben. Später kam der Sextant dazu und anschließend der Kreiselkompaß. Dessen Funktion beruht auf der Trägheit einer rotierenden Metallmasse gegen 'Verdrehen' um eine Achse. Mit weiteren Kreiseln und ein wenig Elektronik wird daraus eine Trägheits-Navigations-Plattform, wie sie in modernen Flugzeugen üblich ist.

Aufgrund der hohen Sicherheitsanforderungen in der Luftfahrt sind jedoch Funknavigationssysteme wie Loran, Decca, VOR oder DME entwickelt worden und haben eine herausragende Bedeutung gewonnen. Die erreichten Genauigkeiten liegen im Bereich von etwa 200 m bis 1000 m (Bild 1). Trägheitsnavigationssysteme (INS) erreichen in der Regel nicht die Genauigkeit von Radionavigationssystemen, können aber autonom arbeiten, beispielsweise bei Langstreckenflügen über dem

Meer. Typisch für INS sind zeitabhängige Fehler von circa 2 km pro Stunde. Es ist naheliegend, daß eine hohe Genauigkeit sowohl der Sicherheit in Luft- und Seefahrt zugute kommt, aber auch für militärische Anwendungen von hohem Interesse ist.

Die höchsten Anforderungen an Genauigkeit und Zuverlässigkeit stellen zur Zeit Schlechtwetteranflüge im zivilen Luftverkehr dar. Abweichungen von weniger als 60 cm an der Landebahnschwelle müssen für sogenannte 'Blindlandungen' (Wetterbedingungen entsprechend CAT III) nachgewiesen



**Bild 1.** Die Genauigkeit der verschiedenen Navigationssysteme.

werden. Sie werden, wenn auch mit hohem Aufwand, beim Instrumentenlandesystem (ILS) erreicht (Bild 2). Ein moderner Nachfolger des ILS soll auf Beschuß der Internationalen Zivilen Luftfahrtorganisation (ICAO) das Mikrowellenlandesystem (MLS) werden, dessen Einführung sich aus technischen und kommerziellen Gründen immer weiter verzögert. Die Präzisionsanflugsysteme ILS und MLS haben eine be-

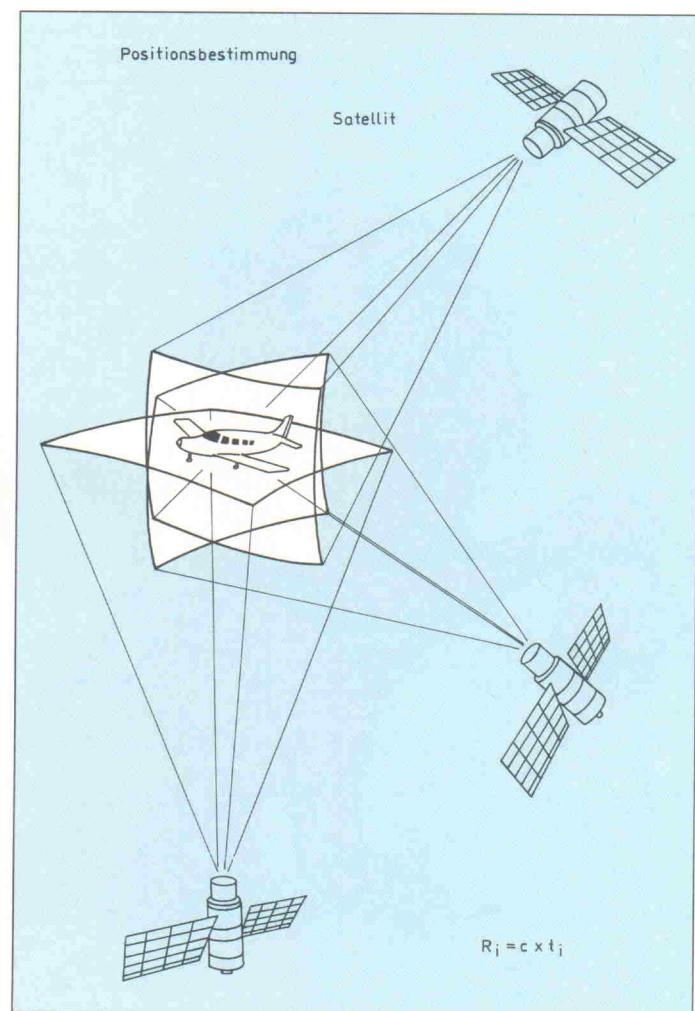
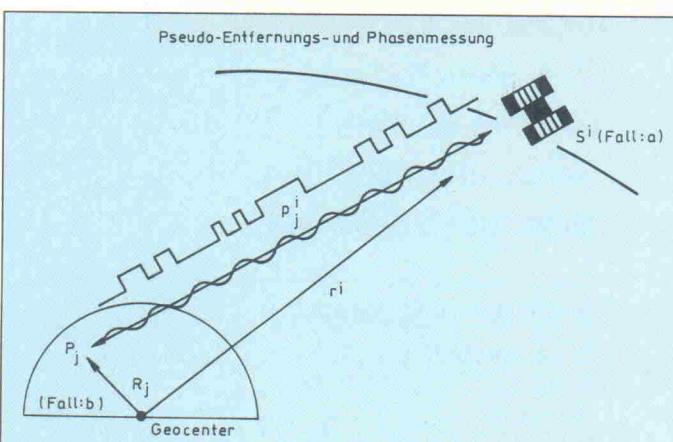
grenzte Reichweite für den Flughafennahbereich. Für jede Landebahn sowie für jede Richtung ist ein eigenes aufwendiges System erforderlich. Für andere Einsätze, wie beispielsweise im Straßenverkehr, sind ILS und MLS nicht geeignet.

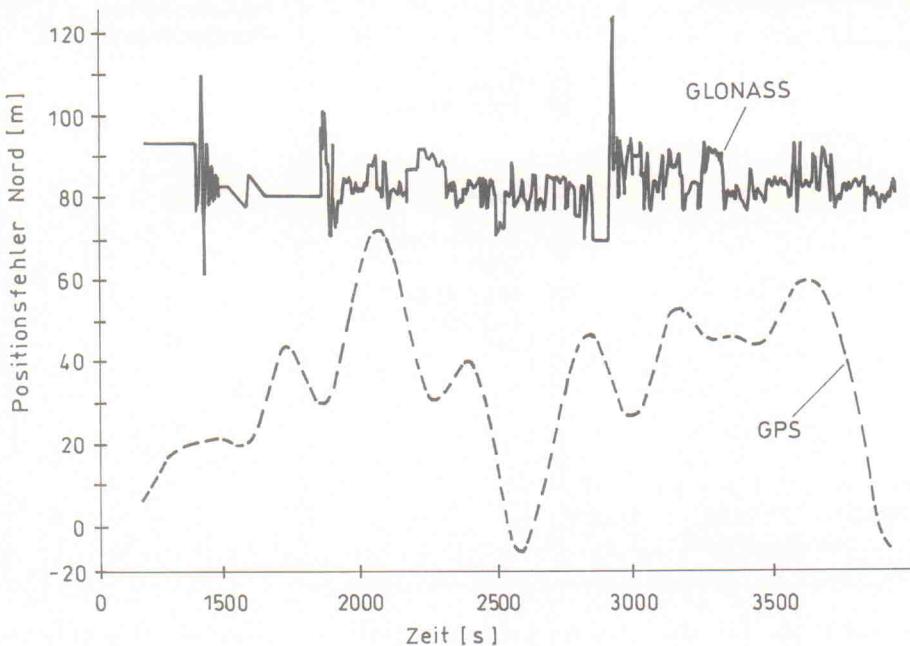
### Navigation per Satellit

Für militärische Zwecke sind sowohl von den USA als auch

von der Sowjetunion Satelliten-navigationssysteme entwickelt worden, deren Prinzip eigentlich recht einfach ist. Satelliten mit einer Umlaufzeit von etwa 12 Stunden (Abstand der Satelliten von der Erdoberfläche

etwa 20 000 km) senden in kurzen Abständen ein Hochfrequenzsignal aus, dem die Sendezzeit, die Position des Satelliten und das Satellitenkennzeichen aufgeprägt sind (Bild 3). Dieses Signal kann mit einem





**Bild 5. Die Positions-  
genauigkeiten von GPS  
(gestrichelt) und GLONASS.**

Empfänger aufgenommen und dekodiert werden. Ein Vergleich mit der im Empfänger installierten Uhr ergibt die Laufzeit des elektromagnetischen Signals und damit bei bekannter Lichtgeschwindigkeit die Ent-

fernung zwischen Empfängerantenne und der Sendeantenne des Satelliten.

Mit zwei Entfernungsmessungen kann bereits eine Position in einer bekannten Ebene (z. B.

Horizontalebene der Erde) und mit drei Messungen eine Position dreidimensional ermittelt werden (Bild 4). Wegen der Fehler der vergleichsweise preiswerten Empfängeruhren ist eine weitere vierte Messung

sinnvoll, um den Uhrenfehler zu ermitteln und anschließend herauszurechnen.

Es werden weltweit mindestens 24 Satelliten benötigt, um überall mindestens vier Satelliten gleichzeitig empfangen zu können. Die beiden globalen Satellitennavigationssysteme GPS (USA) und GLONASS (GUS) sind, von einigen nicht uninteressanten technischen Unterschieden abgesehen, im Prinzip sehr ähnlich und seit 1993 (GPS) vollständig in Betrieb beziehungsweise nehmen ab 1995 (GLONASS) den lückenlosen Betrieb auf.

Die ursprünglich spezifizierte Genauigkeit von circa 20 m wurde erreicht (Bild 5). Bereits Ende der siebziger Jahre haben vor allem Geodäten von einem auf der Erde feststehenden Empfänger die einzelnen Satelliten auf ihrer Umlaufbahn



## 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:

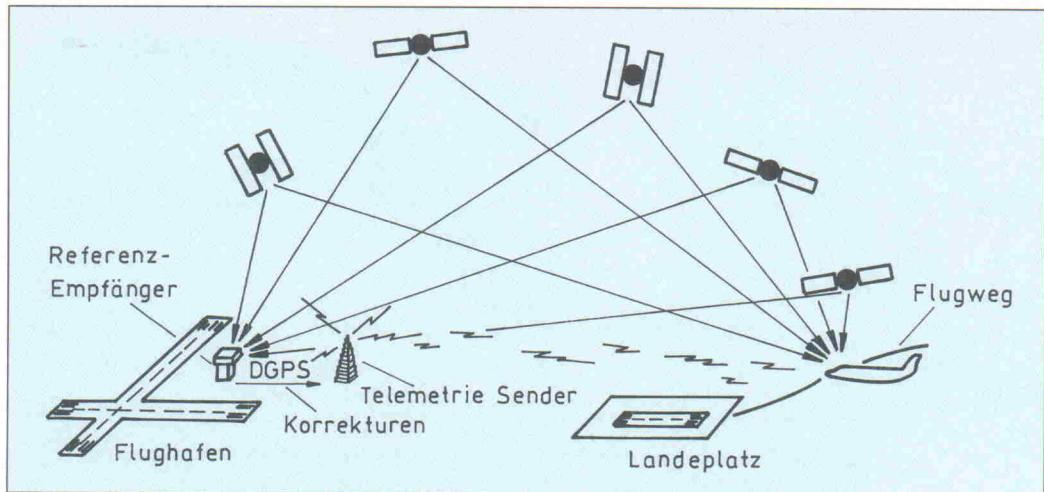
Name, Vorname .....

Firma..... Tel. ....

Straße, PF.....

PLZ/Ort.....

Coupon einfach ausfüllen und durchfaxen.



**Bild 6. Die prinzipielle Funktionsweise vom Differential-GPS.**

mehrfach nacheinander vermesssen. Mit der zusätzlichen, beim GPS nicht vorgesehenen Auswertung der Phase des Satellitensignals erreichte man eine sehr hohe Genauigkeit im Bereich von wenigen Dezimetern. Neben der extrem guten Posi-

tionsmessung, die eine Revolution in Lehre und Forschung in der Geodäsie auslöste, konnten auch interessante Probleme meßtechnisch angegangen werden, beispielsweise die Erfassung der Kontinentaldrift oder die Fließgeschwindigkeiten von Gletschern.

Dieses von den Erfindern von GPS nicht geplante Genauigkeitspotential, das vergleichsweise einfach nutzbar gemacht werden kann, hat das DoD (De-

partment of Defense = Amerikanisches Verteidigungsministerium) künstlich verschlechtern lassen, um vor allem die Nutzung von Präzisionsnavigation bei der Führung von Drohnen und ferngelenkten Waffen für Nicht-Nato-Staaten zu erschweren. Für privilegierte Nutzer steht ein spezielles geheimes Entschlüsselungsverfahren zur Verfügung, das eine Genauigkeit von zwanzig Metern zuläßt; für andere stehen immerhin noch 100–200 m Ge-

nauigkeit zur Verfügung. Bei GLONASS ist keine künstliche Verschlechterung der Genauigkeit vorgesehen.

Gegenüber sonstigen Funknavigationssystemen und Radar ist ein deutlicher Gewinn an Genauigkeit und Verfügbarkeit erreicht worden, vor allem unter dem Gesichtspunkt, daß einige Empfänger bereits für weniger als DM 1000,- am Markt erhältlich sind. Bei der möglichen Mikrominiaturisierung sind extrem geringe Volumina bei Kosten unter DM 100,- denkbar.

Management von Lastwagenflotten und die Schifffsnavigation, insbesondere von Segelschiffen, sind heute bereits mit GPS möglich und zum Teil schon übliche Praxis. Dieses Potential ist jedoch bei weitem noch nicht ausgeschöpft.

## Präzisionsnavigation

Schnelle Fahrzeuge haben nicht die Möglichkeit der zeitlich sequentiellen Messungen, da sie sich zwischen den Messungen fortbewegen. Ziel der Forschungsarbeit am Institut für Flugführung an der TU Brau-



GOSSEN-METRAWATT GMBH

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

### VERTRIEBSPARTNER

PK-elektronik 030/8831058

Berlin

Schuricht 0421/3654-54

Bremen

Spoerle 06103/304-0

Dreieich/Ffm

Schuricht 0711/95755-93 Stuttgart-Fellbach

Hamburg

Kluxen 040/23701-0

Köln

Schuricht 02233/92102-0

Leipzig

Chr. Tandl 0341/4786758

München

Findler 089/551801-0

Rostock

Dietterich 0381/76988-90

St. Wendel

Conatex 06851/2071

VERTRIEBSPARTNER

PK-elektronik 030/8831058

Berlin

Schuricht 0421/3654-54

Bremen

Spoerle 06103/304-0

Dreieich/Ffm

Schuricht 0711/95755-93 Stuttgart-Fellbach

Hamburg

Kluxen 040/23701-0

Köln

Schuricht 02233/92102-0

Leipzig

Chr. Tandl 0341/4786758

München

Findler 089/551801-0

Rostock

Dietterich 0381/76988-90

St. Wendel

Hannover Messe  
Halle 12 EG, Stand C 76

Intelligente Geräte zu Ihrem Nutzen

GOSSEN  
METRAWATT  
CAMILLE BAUER

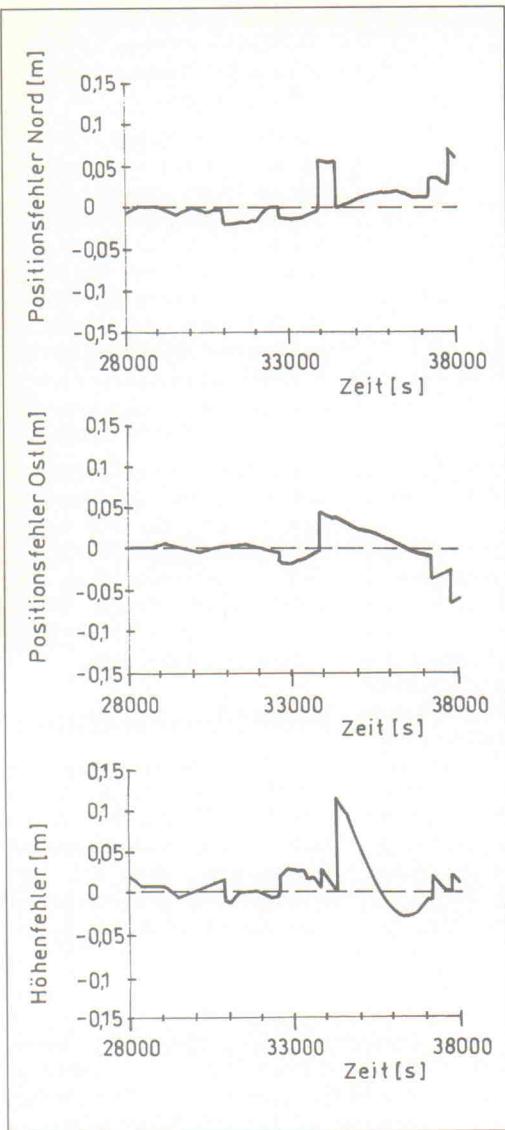


Bild 7. Die Meßfehler beim DGPS-Verfahren.

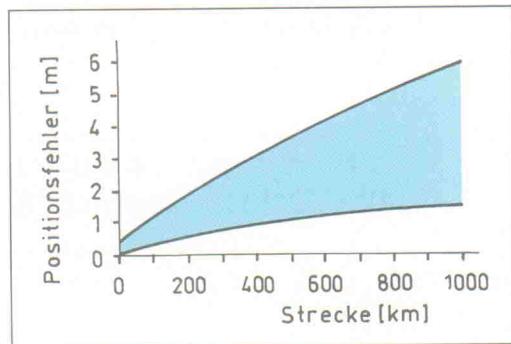


Bild 8. Einfluß der Übertragungsentfernung auf die Genauigkeit der Fehlerkorrektur.

schweig war es, die hohe von den Geodäten erreichte stationäre Genauigkeit auch für bewegte Fahrzeuge zugänglich zu machen. Dieses Ziel ist erreicht: Genauigkeiten von mehr als 10 cm wurden im Flugzeug nachgewiesen, wobei ein ausreichend genaues Referenzsystem das Hauptproblem darstellte.

Die eingesetzte Theorie und Methodik zum Erreichen dieser hohen Navigationsgenauigkeiten ist im Prinzip sehr einfach: Ein am Boden stehender GPS-Empfänger, dessen Position mit den vorher geschilderten Verfahren äußerst genau ermittelt wird, ist das Referenzsystem (Bild 6). Jede vom Empfänger angezeig-

te Positionsveränderung ist jetzt als 'Fehler' zu betrachten, denn die wahre Entfernung ändert sich ja nicht. Diese Fehler (oder auch Differenzen) werden über einen separaten Funkweg an das sich bewegende Fahrzeug übertragen, dort mit der lokal ermittelten Position verrechnet und angezeigt. Das Verfahren wird

'Differential Global Positioning System' oder DGPS genannt.

Bei geringen Übertragungsentfernungen von weniger als 200 km für das Differenzsignal liegt die erreichte Genauigkeit im Submeter-Bereich (Bild 7). Bei Entfernungen von 1000 km zwischen Referenzbodenstation

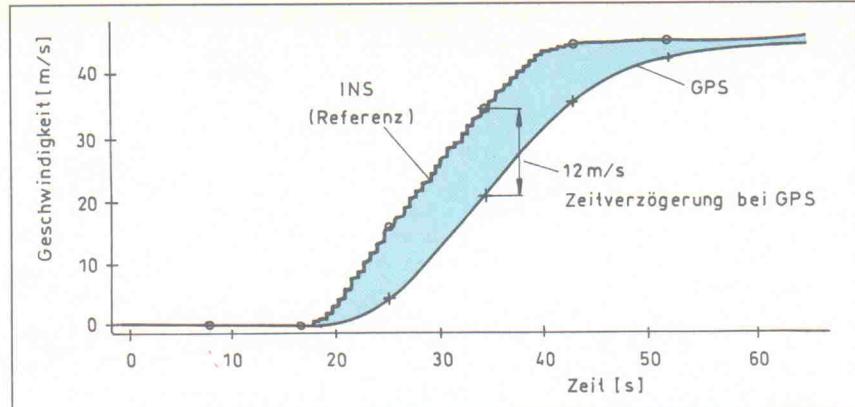


Bild 9. Der dynamische Fehler von GPS bei der Startbeschleunigung eines Flugzeugs: die Anzeige läuft dem wahren Wert hinterher.

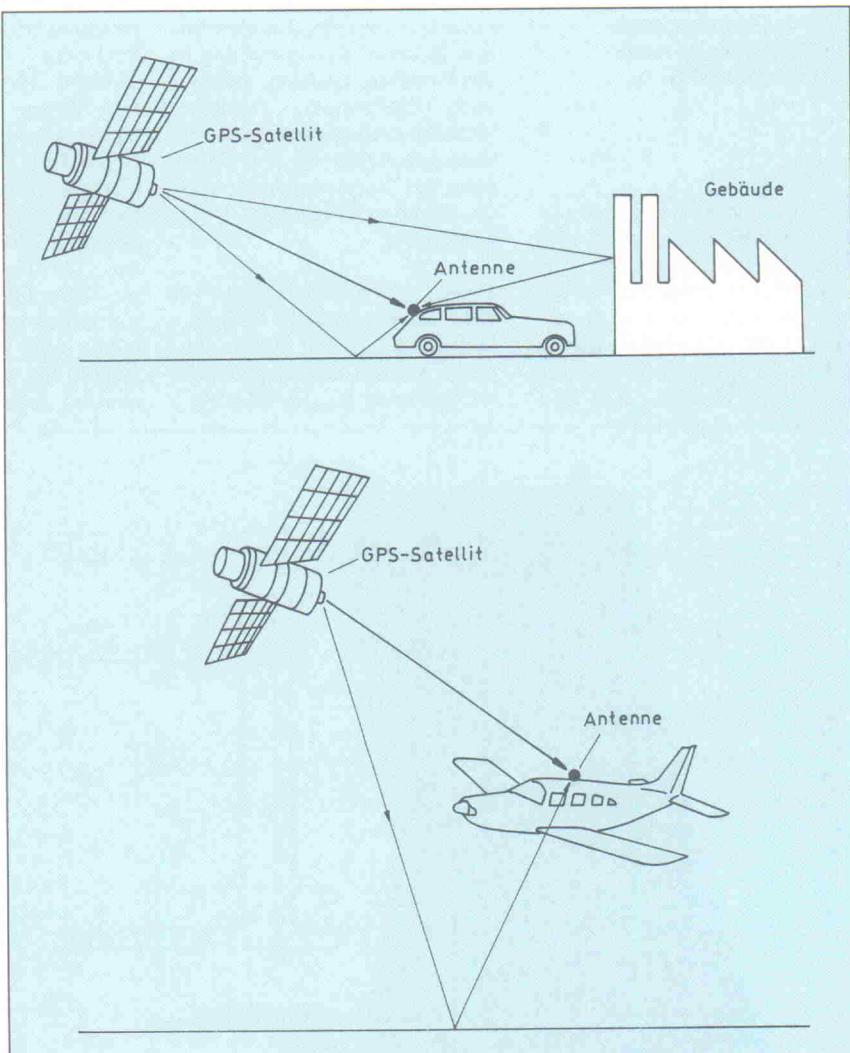


Bild 10. Auch der Mehrwege-Empfang hat Meßfehler zur Folge.

und Bordempfänger werden immerhin noch Genauigkeiten von besser als 5 m erreicht (Bild 8). Damit ist in Zentraleuropa nur eine Referenzbodenstation für Präzisionsflüge nach CAT I (ca. 400 m Sicht) für alle Regionalflughäfen erforderlich. Aus Gründen der Redundanz wird angestrebt, jeden Verkehrsflughafen mit einer Referenzstation auszurüsten und die umliegenden Regionalflughäfen mitzubedienen. Verglichen mit der heutigen Funknavigationssituation wäre so eine beträchtliche Reduzierung der Flugsicherungsgebühren möglich, die heute schon in der Größenordnung der Treibstoffkosten liegen.

Wesentlich für die hohe Genauigkeit von DGPS ist jedoch, daß als Differenzsignal auf dem terrestrischen Funkweg nicht der Positionsfehler übermittelt wird, sondern der direkte Entfernungfehler zwischen Satelliten und Referenzstation. Die Übertragung des Positionsfehlers ist um Größenordnungen ungünstiger, denn der Positionsfehler steht am Ende eines langen Rechenvorgangs und ist damit selbst fehlerbehaftet – der Entfernungfehler steht dagegen am Anfang. Um dieses Verfahren zu realisieren, mußten die eingesetzten Satellitennavigationsempfänger, die üblicherweise die Position liefern, entsprechend modifiziert werden.

Trotz dieser sehr zufriedenstellenden genauen Ergebnisse traten in beschleunigten Flügen (z. B. beim Kurvenflug) zunächst dynamische Fehler von mehreren hundert Metern auf (Bild 9). Die Ursachen liegen im Einfluß der Beschleunigung auf die Empfängerquarzuhren und in der begrenzten Signalverarbeitungsgeschwindigkeit. Bei einer Geschwindigkeit von 100 m/s bewegt sich ein Flugzeug mehr als 120 m zwischen zwei Messungen weiter. Mehrwegeausbreitung (Bild 10) sowie Abschattungseffekte der Antenne durch Flugzeugteile wie Flügel und Rumpf beeinträchtigen die Signalverarbeitung (Bild 11): Eine quasioptische Sichtverbindung muß gegeben sein. Hier

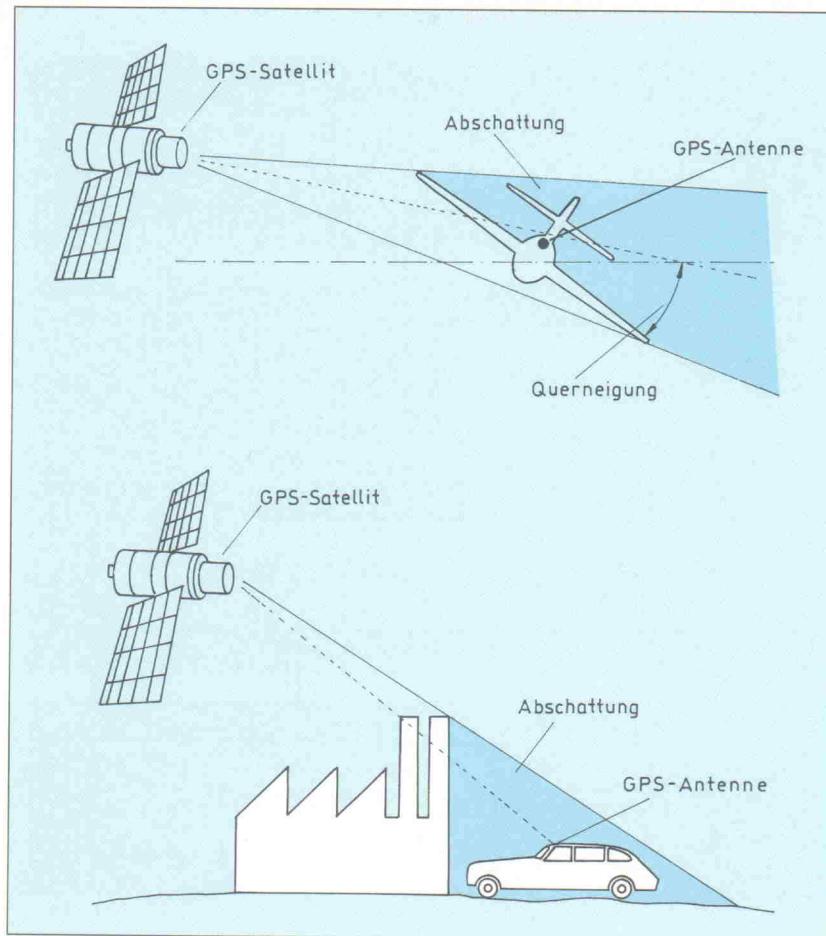


Bild 11. Eine Abschattung des Satellitensignals kann schon beim normalen Kurvenflug auftreten.

hat es sich als unschätzbarer Vorteil herausgestellt, daß das Institut für Flugführung zwei geeignete Forschungsflugzeuge betreibt und somit die Theorie in der Praxis umgehend überprüfen kann.

Satellitennavigation mit DGPS ist statisch extrem genau, weist

aber dynamisch erhebliche Mängel auf. Diese dynamischen Mängel beeinflussen die Zuverlässigkeit (Integrity), so daß auch das genaue Differential-GPS nicht für eine echte Präzisionsnavigation zulassungsfähig ist (Bild 12). Ein komplementäres Verhalten weist die Trägheitsnavigation auf.

Eine Kopplung beider Systeme ist bezüglich des statischen und dynamischen Verhaltens ideal. Selbst Ausfälle der Entfernungsmessung (z. B. durch Abschattung) von mehreren Minuten werden innerhalb enger Toleranzen kompensiert. Die Grundidee bei der Kopplung beider Systeme besteht darin, das Trägheits-

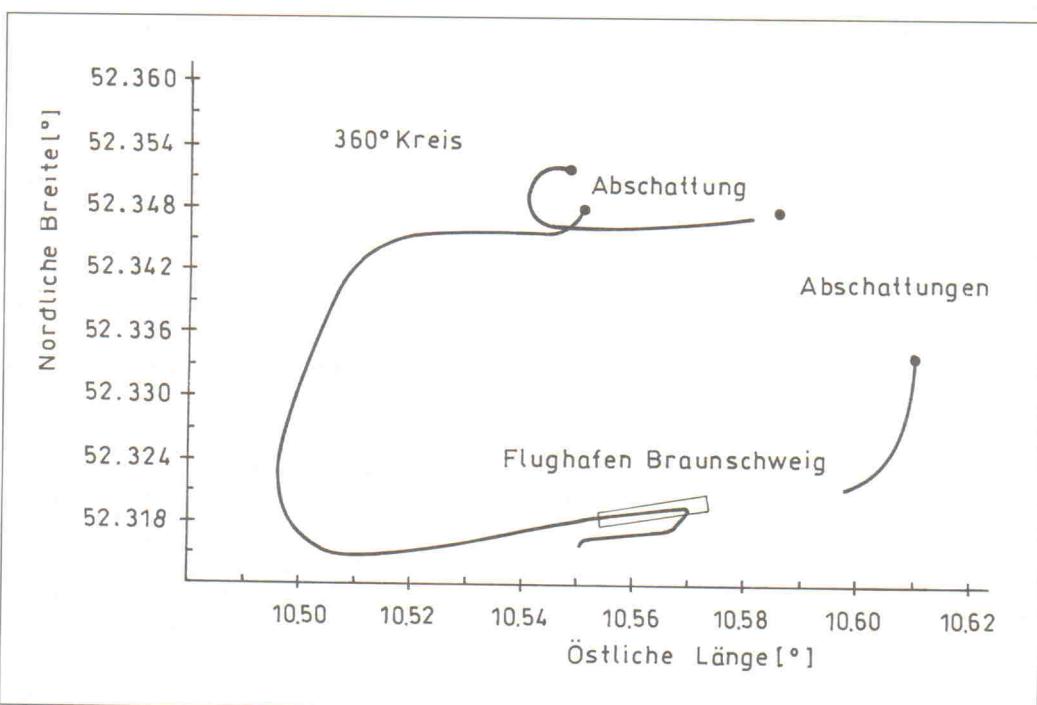
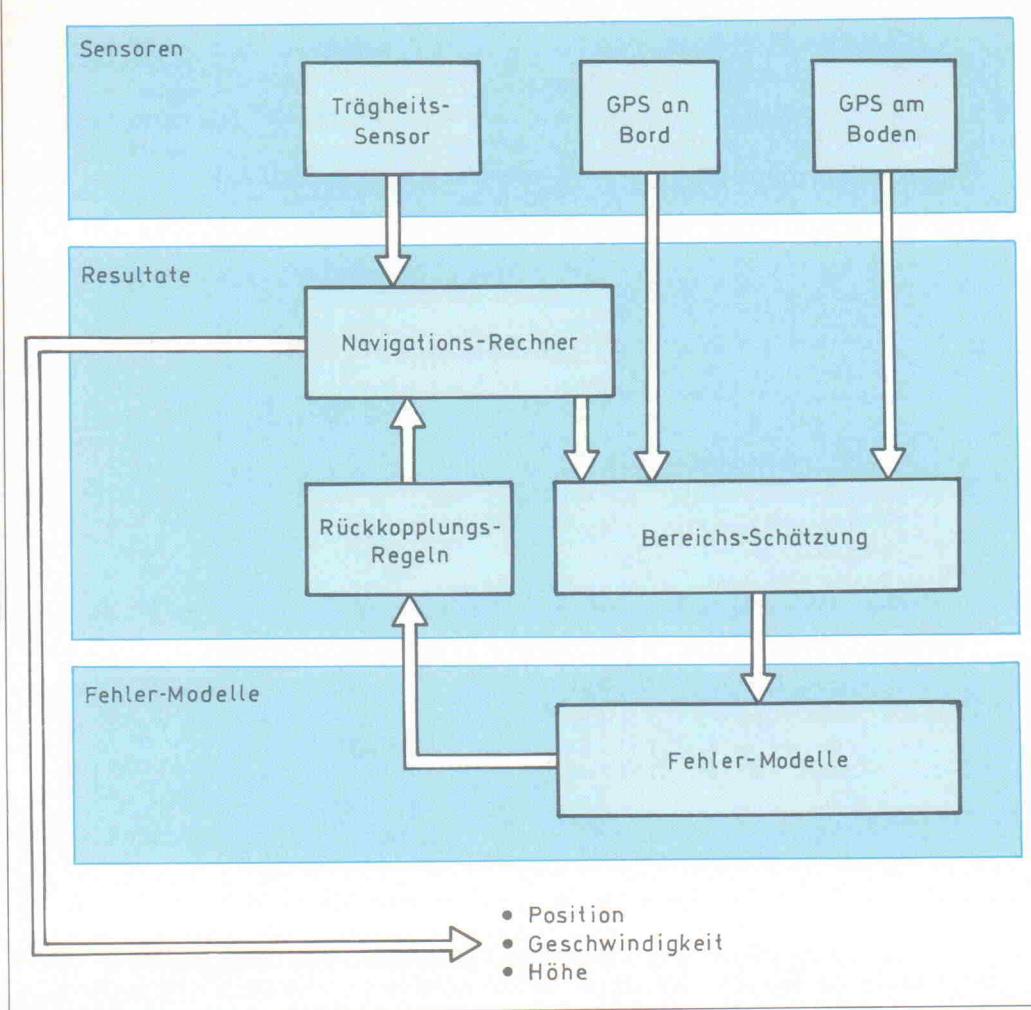


Bild 12. Dieser Plot einer Platzrunde zeigt die häufigen Ausfälle des GPS-Signals.



navigationssystem quasi zu kalibrieren (Bild 13), wann immer GPS zur Verfügung steht.

## Ergebnisse und Anwendungsmöglichkeiten

Beim Nachweis der aus dem Rahmen fallenden Eigenschaften des Präzisions-Navigationssystems (DGPS plus Trägheitsnavigation) machte sich zunächst der Mangel geeigneter Referenz-

systeme bemerkbar. Hochgenaue Lasertracker erreichen auch nur die Genauigkeiten im Submeter-Bereich und haben zudem eine vergleichsweise geringe Reichweite. Eine sehr interessante Anwendung ergab sich im Bereich der luftgestützten Geodäsie (Bild 14). Unter der Annahme, daß die Position und räumliche Lage eines Flugzeuges mit Hilfe der Präzisionsnavigation ausreichend genau bekannt ist, kann durch zusätzliche Messung des Abstandes zwischen Flugzeug

und Erdoberfläche mit Hilfe eines Laserhöhenmessers die Kontur der Erdoberfläche meßtechnisch bestimmt werden.

In gemeinsamen Versuchen mit Professor Ackermann vom Institut für Photogrammetrie an der Universität Stuttgart konnte im Vergleich mit einer hochpräzisen Luftbildkamera bei etwa 17 000 ausgewerteten Punkten eine mittlere Differenz von circa 1 cm und eine Standardabweichung von 25 cm ermittelt

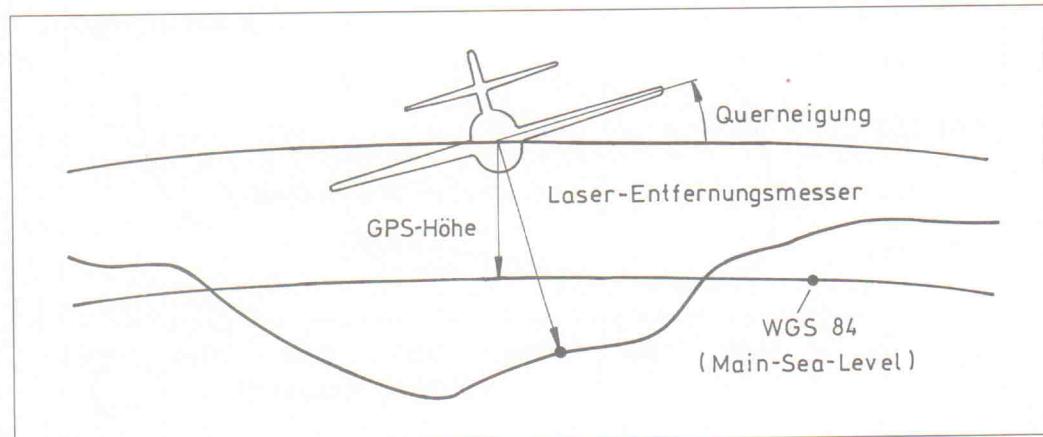
**Bild 13.** Die Koppelung von GPS-Empfänger mit Trägheitsnavigation ermöglicht sichere und preiswerte Navigationssysteme für die Luftfahrt.

werden. Neuere Messungen mit verbesserter Triangulation in der Luftbildphotogrammetrie ergaben Differenzen in der Standardabweichung von weniger als 10 cm zwischen den beiden sehr unterschiedlichen Verfahren (Bild 15).

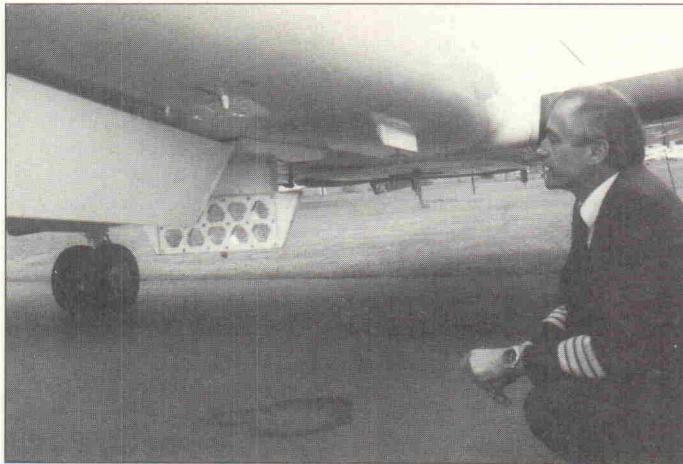
## Laserprofilierung

Im Auftrag von verschiedenen Vermessungsämtern wurden Geländeprofile erstellt. Vor allem im hügeligen bewaldeten Gelände konnten durch Auswertung des letzten reflektierten Laserradarsignals genaue Profile des Bodens erstellt werden. Eine wiederholte Befliegung zu unterschiedlichen Jahreszeiten ließ den Belaubungszustand meßtechnisch erfassen. Interessant ist die Möglichkeit der Lokalisierung von Waldschäden (ab 1990).

Im Auftrage des holländischen Küstenschutzes wurde das Höhenprofil von Wanderdünen wiederholt vermessen, was Rückschlüsse auf die Wandereigenschaften der Düne zuließ. Weiterhin konnten sehr flache Sandbänke im Wattmeer meßtechnisch auch dort erfaßt werden, wo Luftbilder infolge zu geringen Kontrastes keine Auswertung zulassen.



**Bild 14.** Vermessung der Erdkontur mit Hilfe eines Laser-Entfernungsmessers.



**Bild 19.** Mit diesem 'Kalibrier-Flugzeug' können ILS-Systeme eingemessen werden. Zu sehen sind die Laser-Reflexionsspiegel, auf denen das Flugzeug sozusagen zu Boden 'geleitet' wird.

Im Braunkohlentagebau in der Nähe von Jülich gelang der Nachweis, daß die Massenbewegungen von Kohle und Abraum mit Laserprofilierung mindestens so genau erfaßt werden, wie bei der bisher üblichen Luftbildphotogrammetrie. Neben den niedrigeren Kosten kann die Laserprofilierung auch noch bei Sichtweiten von 2 km erfolgreich durchgeführt werden. Luftbilder benötigen dagegen einen Kontrast, wie er nur bei Sichtweiten von 10 km und mehr auftritt.

### Luftfahrtsspezifische Anwendungen

Der Nachweis des Genauigkeitspotentials der oben beschriebenen Präzisionsnavigation wurde im Juli 1989 in Verbindung mit einem Symposium der Deutschen Gesellschaft für Ortung und Navigation in Braunschweig mit automatischen Landungen weltweit zum ersten Mal öffentlich erbracht und demonstriert. Die Skepsis der Nichtteilnehmer war groß, vor allem in den USA. Eine weitere öffentliche Vorführung auf dem 1. Internationalen D-GPS-Symposium im Herbst 1991 in Braunschweig brachte den Durchbruch in der Anerkennung.

Auf Wunsch der Bundesanstalt für Flugsicherung wurden dann Vergleichsflüge zum Instrumentenlandesystem (ILS) in Hannover durchgeführt. Wegen seiner hervorragenden Genauigkeit ist dieses ILS als Referenz in relevanten ICAO-Dokumenten aufgeführt. Die Differenzen zwischen ILS und DGPS plus Trägheitsnavigation waren geringer als die zulässigen Toleranzen für CAT-III-Bedingungen. Diese Flüge lieferten den Nachweis, daß man das ILS mit dem Präzisionsnavigationssystem vermessen und kalibrieren kann. Solche Kalibrierungsflüge für ein ILS müssen regelmäßig alle drei Monate durchgeführt werden, um dessen Zuverlässigkeit zu überprüfen. Bisher werden die Messungen auf optischer Basis durchgeführt, was bei längeren Schlechtwetterperioden zur Stillegung von Landeeinrichtungen und Bahnen führen kann, weil die Zulassungstermine abgelaufen sind. Die Auswirkungen einer solchen Situation an einem hochfrequentierten Flughafen wie Frankfurt sind natürlich fatal. Inzwischen hat ein gewerbliches Unternehmen das neue Verfahren so weit entwickelt, daß Flugvermessungen (flight inspection) national und international durchgeführt werden können.

### Landverkehr

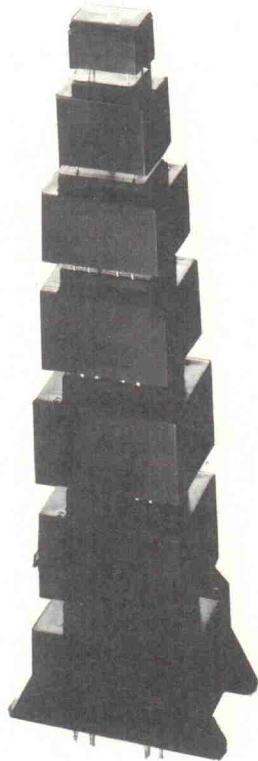
Die Anforderungen an Genauigkeit und Zuverlässigkeit für Landfahrzeuge sind im kommerziellen KFZ-Bereich vergleichbar mit denen in der Luftfahrt; hier wird allerdings üblicherweise das DGPS nicht mit Trägheitsnavigation gekoppelt, sondern mit Dreh- oder anderen Sensoren an den Rädern. Im privaten PKW-Bereich dagegen scheint ein sozusagen 'nacktes' GPS ausreichend.

**HELmut GERT**  
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



# Wahnsinn!

Mit dem neuartigen Schaltplan- und Platinen-CAD-Programm

## TARGET 2.1

brauchen Sie nie wieder eine Netz- oder Stückliste zu übertragen. Platine und Schaltplan wissen selbst, "was Masse ist".

Mit dem neuen TARGET 2.1 sind Sie bei der Erstellung Ihrer Platinen gleich eine ganze Reihe von Problemen auf einmal los! Durch die feste Verbindung von Platine und Schaltplan können Sie viele Designfehler von vornherein ausschließen und sind dennoch sehr flexibel bei nachträglichen Änderungen von Schaltplan oder Layout (forward- / back-annotation). Das geniale an TARGET 2.1 ist seine einfache Bedienung in deutscher Sprache und der umfassende Service, den wir Ihnen bieten!

**Neu! Neu! Neu! Neu!**

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 Serienplatine. Garantiert! Fordern Sie gleich kostenlos ein Angebot oder Infomaterial an!

**Wir lassen Sie nicht im Stich!**

Info gratis! TARGET 2.1 komplett DM 910,-  
TARGET 2.1 light (Euro-Karte) DM 298,-  
TARGET 2.1 Demo DM 25,-  
Info gratis! RULE 1.2dM Platinen-Editor ab DM 129,-

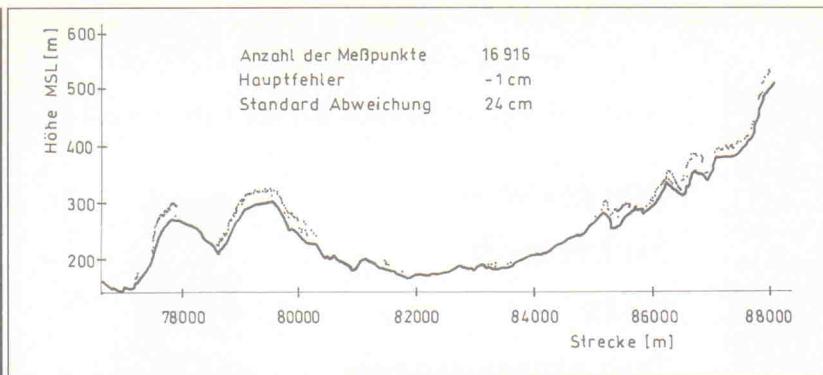
DL. Preise inkl. 15% MwSt. zzgl. Versandkosten: Vorkasse=DM 5,- Nachnahme=DM 10,-, Demo nur schriftl. o. Fax.

**Ing. Büro FRIEDRICH**

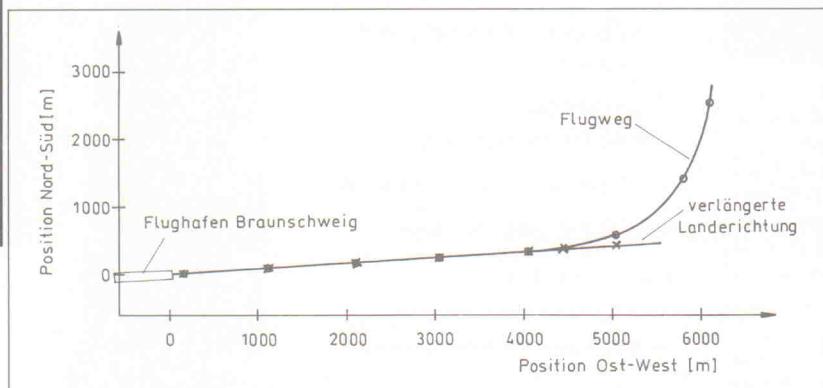
Harald Friedrich Dipl. Wirtsch. Ing. (TH)  
Fuldaer Straße 20, D-36124 Eichenzell  
Tel.: (0 66 59) 22 49, Fax.: (0 66 59) 21 58

In der Schweiz: **Hess HF-Technik Bern**  
Allmendstr. 5, CH-3014 Bern  
Tel.: (0 31) 331 02 41 Fax.: (0 31) 331 68 36

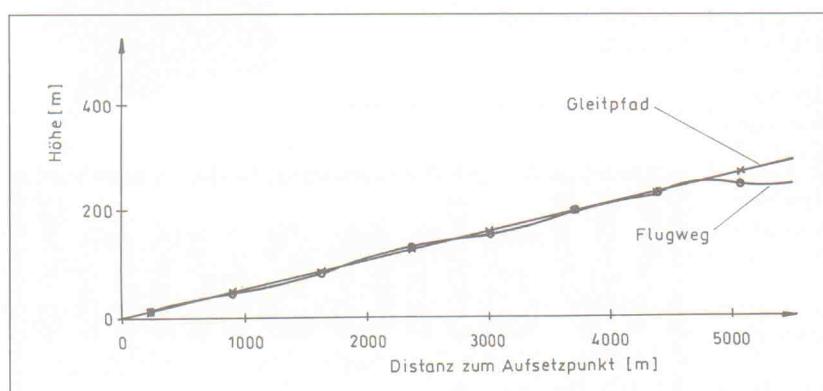
In Österreich: **RIBU-Elektronik GmbH**  
Mühlgasse 18, A-8160 Weiz  
Tel.: (0 31 72) 64 80 Fax.: (0 31 72) 66 69



**Bild 15.** Geländeprofil im bewaldeten Teil des Harzes.



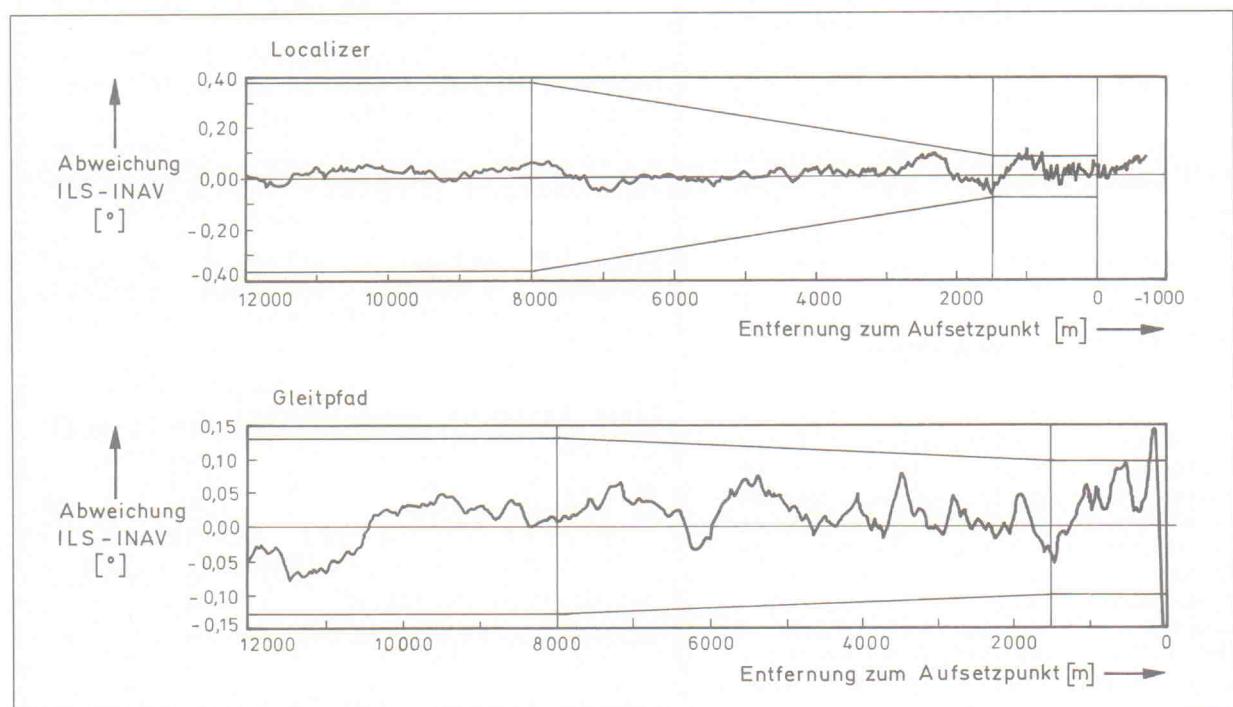
**Bild 16.** Aufzeichnung eines automatischen Anflugs mit anschließender Landung durch das integrierte Navigations-System; hier der horizontale Plot.



**Bild 17.** Automatische Landung mit dem integrierten Navigations-System; vertikaler Plot.

Eine preiswerte Navigation für PKW und LKW ist mit DGPS also in Sicht. Ob sie letztendlich eine Verbesserung im Straßenverkehr bringt, ist zumindest zweifelhaft. Ohne eine geeignete Kommunikation und Lenkung verbleibt der Trost zu wissen, daß die Position des eigenen Fahrzeugs im Stau auf 10 cm genau bekannt ist. Eine – auf den ersten Blick mehr kuriose – Verwendung liegt in der automatischen Führung von Mähdreschern und Pflügen in der Landtechnik. Die ‘Schönheit der geraden Furche’ verlangt hier Genauigkeiten im Bereich von 5 cm.

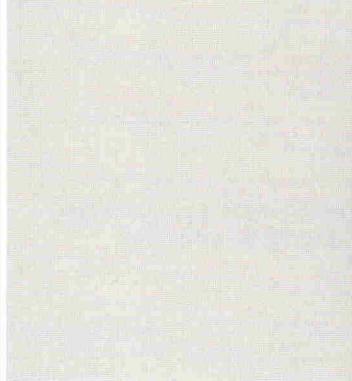
Zur Zeit werden Überlegungen angestellt, ob die Erfassung der Straßenbenutzungsgebühr (ab 1998) mit Satellitennavigation durchgeführt werden kann. Selbst wenn hierfür ein eigenes Satellitennavigationssystem eingeführt werden müßte, wäre es deutlich billiger als die heute diskutierten Bakensysteme. Beim GPS-gestützten Verfahren befindet sich im Auto ein Empfangs- und Kontrollgerät, das unter anderem auch eine digitale Karte der Bundesrepublik enthält. Wenn nun die aktuelle Position des Autos mit einer Kartenposition auf einer gebührenpflichtigen Straße übereinstimmt, so beginnt der Gebührenzähler zu ticken und zieht von einer Art Telefonkarte die entsprechenden Beträge ab. Das hat den Vorteil, daß die Fahrtroute nicht extern erfaßt und verwaltet wird und damit der persönliche Datenschutz gesichert bleibt. *roe*



**Bild 18.** Vergleich von ILS- und GPS-Messungen beim Landeanflug auf die Landebahn 27R in Hannover.

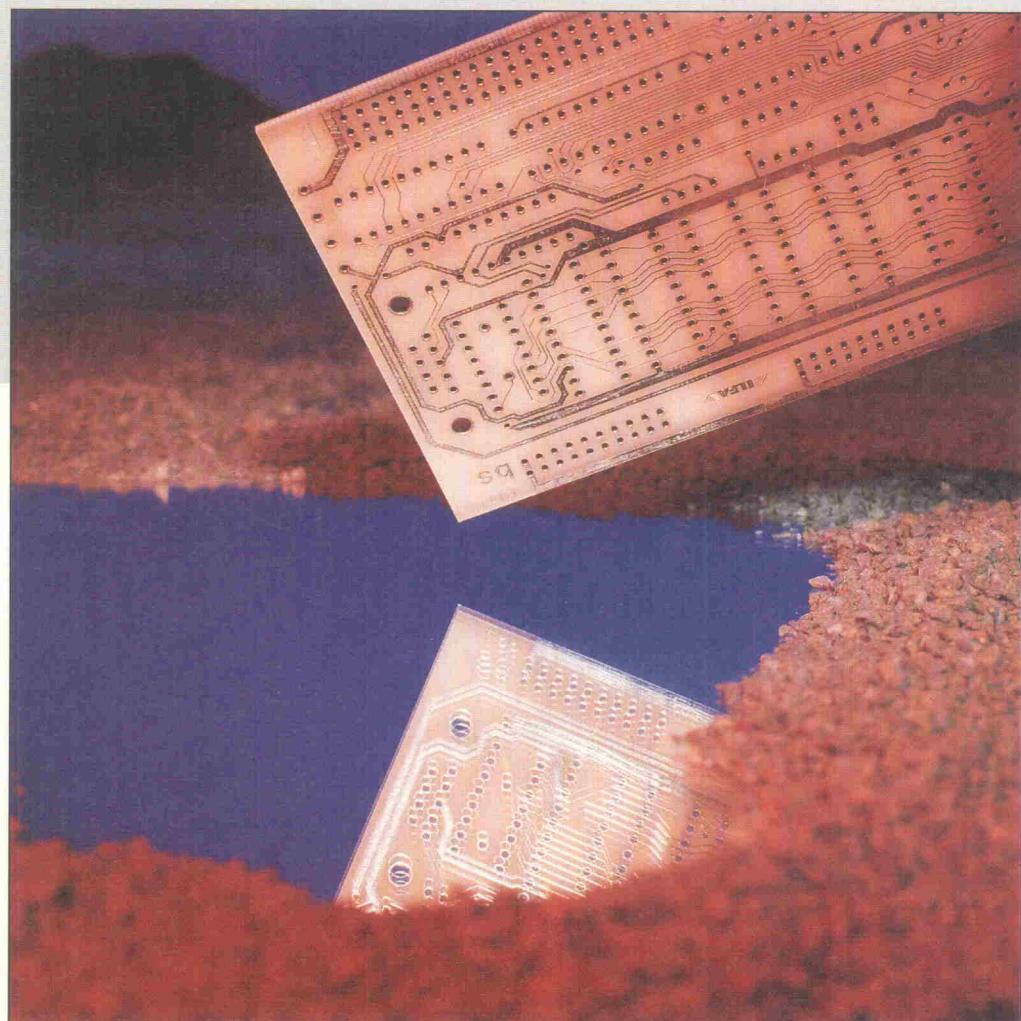
# Vom Rechner ins Ohr

## Schaltungssimulation in der Elektronik: Fallstudie Audio-Endstufe



**Stephan Weber**

Manche Entwickler sind überzeugt davon, daß die rechnerische Simulation diskreter Analogschaltungen nur ungenaue Ergebnisse liefern kann, da sich Verdrahtungseinflüsse, Gehäuseeffekte und ähnliches kaum erfassen lassen. Andere wiederum plädieren für die software-unterstützte Analogentwicklung. Der folgende Beitrag zeigt Aspekte zum Für und Wider am konkreten Entwicklungsbeispiel auf.



Entwicklung

**B**ei der Entwicklung integrierter Schaltkreise – gleich ob analog oder digital – ist Simulation unabdingbar. Die Vorteile liegen auf der Hand: Monolithische Schaltungen sind sehr aufwendig in der Herstellung und haben zum Teil völlig andere Eigenschaften als entsprechende diskrete Aufbauten. Schon aus wirtschaftlichen Gründen ist es zwingend notwendig, die Eigenschaften einer Schaltung bereits vor der praktischen Realisierung möglichst genau zu kennen.

Simulation kann aber auch für die Entwicklung diskreter Analogschaltungen ein sehr leistungsfähiges Werkzeug sein. Voraussetzung ist allerdings eine genügend genaue Model-

lierung der jeweils verwendeten Bauelemente. Wie bei jedem Werkzeug muß man zunächst den Umgang hiermit erlernen und die Grenzen seiner Anwendbarkeit erkennen.

Neben dem eigentlichen Simulator benötigt man für die Analogsimulation leistungsfähige Rechner sowie Benutzerschnittstellen, die an die jeweiligen Problemstellungen angepaßt sind (Schaltbildeditor, Postprocessing zum Ansehen und Interpretieren der Ergebnisse, eventuell Layout-Tools und ähnliches). Mittlerweile steht ausreichend leistungsfähige Rechnerhardware in Form von i486-PCs und Workstations schon relativ preiswert zur Verfügung. Somit sind erst bei

größeren Schaltungen Probleme hinsichtlich der Speicherkapazität oder der Rechenzeit zu befürchten.

Kritischer stellen sich hingegen die in Simulationsprogrammen verwendeten Algorithmen dar. Hinsichtlich Frequenzen, Spannungen und Strömen bereiten die großen Dynamikbereiche in der Elektronik erhebliche numerische Probleme. So ist es beispielsweise kaum möglich, Schaltungen gleichzeitig im Nanosekunden- und im Sekundenbereich zu simulieren. In der folgenden Fallstudie treten sowohl am Eingang des Verstärkers als auch schaltungsintern sehr kleine Spannungen und Ströme auf. Am Ausgang können jedoch um bis zum Faktor

Dipl.-Ing. Stephan Weber studierte E-Technik an der TU Berlin. Seit vier Jahren ist er am Berliner Hahn-Meitner-Institut beschäftigt, wo er unter anderem am BMFT-Verbundprojekt 'Modellbibliothek für komplexe analoge Bauelemente' mitwirkt.

$10^6$  höhere Werte auftreten. Besonders kritisch ist diesbezüglich zum Beispiel auch die Simulation von Schaltnetzteilen oder HF-Mischern, bei denen extrem lange Rechenzeiten, Konvergenzprobleme und Speicherbeschränkungen rasch die Grenzen von Hard- und Software aufzeigen.

Generell sind auch Problemstellungen meßtechnischer Art sowie die Modellierung von Bauelementen zu beachten: Woher bekommt man Simulationsmodelle für die jeweils verwendeten Halbleiter? Gibt es entsprechende Literatur oder Trainingsseminare? Wie realistisch sind Modelle von Bauteilherstellern? Welchen Einfluß haben die Temperatur und der Aufbau auf die Schaltungseigenschaften? Gibt es EMV-Probleme und wenn, wie lassen sie sich erfassen? Auch solche Schwierigkeiten sind grundsätzlich in den Griff zu bekommen – es stellt sich allerdings immer die Frage nach dem Nutzen und dem erforderlichen Aufwand.

Mittlerweile ist eine relativ große Anzahl von Schaltungssimulatoren auch zu erschwinglichen Preisen verfügbar. Für das hier behandelte Beispiel kommt mit 'Spice' ein Programm zum Einsatz, das sich in der Vergangenheit zum Quasi-Standard entwickelt hat. Praktisch jede neuere und verbesserte Simulationssoftware ist abwärtskompatibel zu Spice. Ursprünglich wurde Spice in den 70er-Jahren an der Berkeley-Universität entwickelt, von wo es übrigens auch zum Selbstkostenpreis zu beziehen ist.

Bei der Entwicklung der beschriebenen Verstärkerschal-

tung kamen folgende Simulationstools zur Anwendung: PSPICE Version 5.0 für den PC und SPICE3E2 (Berkeley-Spice) unter der Oberfläche Analog Workbench (Firma Cadence) auf HP-Workstation. Für die Extraktion von Modellparametern für Bipolartransistoren auf dem PC wurde das Programm BJT verwendet. PSPICE ist als Teil des Programmpakets 'Design Center' beispielsweise bei den Firmen Hoschar, Karlsruhe, und Thomatronik, Rosenheim, erhältlich. Letztere vertreibt auch das Programm BJT.

### Extrakt vorab

Für Halbleiterbauelemente (Dioden, Bipolar- oder Feldeffekttransistoren und ähnliches) bietet jeder Simulator Grundmodelle an. Um zum Beispiel einen bestimmten Typ von Bipolartransistor realistisch zu modellieren, sind grundsätzlich circa 45 Parameter dieser Grundmodelle anzupassen. Oft ist es zudem notwendig, die Eigenwärmung oder Gehäuseeffekte zu erfassen, was zusätzliche Modellerweiterungen erfordert. Dies alles zählt zu den wesentlichen Hauptaufgaben vor der Durchführung einer sinnvollen Schaltungssimulation.

Bauteilhersteller und CAE-Anbieter liefern zwar vorgefertigte Modelle für Dioden, OPs und Transistoren – die gerade individuell benötigten Typen sucht man allerdings meist vergeblich. Auch die Qualität der angebotenen Modelle ist oft nicht ausreichend. So stehen beispielsweise Temperaturparameter in den Modelldaten lediglich auf theoretischen Default-Werten oder die Modelle liefern völlig andere Kennlinien als diejenigen, die

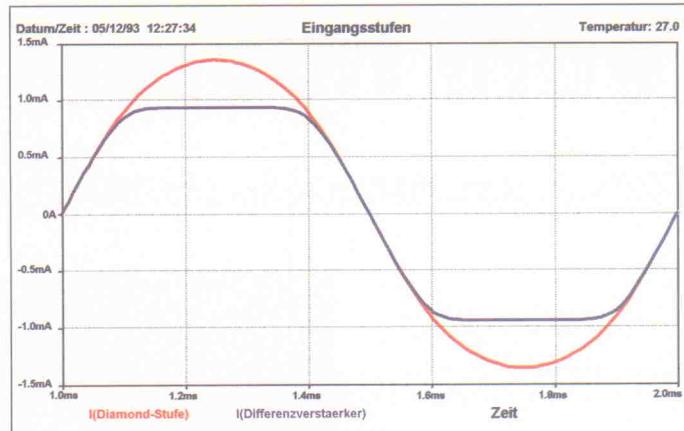


Bild 2. Simulation des Ausgangsstroms eines symmetrischen Differenzverstärkers (THD = 14 %) und einer Diamond-Schaltung (THD = 5 %).

im Datenblatt des Bauelementes dokumentiert sind. Um etwa einen Audioverstärker sinnvoll und mit möglichst großer Realitätsnähe simulieren zu können, sind also zunächst exakte Modelle für die verwendeten Transistorarten zu erstellen.

Das hierzu verwendete Programm BJT ermöglicht eine genaue und menügeführt Parameterextraktion für Bipolartransistoren anhand von Datenblattangaben. Eine Startextraktion liefert zunächst plausible Grundparameter (Bild 6). Verschiedene Optimierungsverfahren gestatten dann eine genaue Anpassung des Modells an die Realität. Im Gegensatz zu vielen vergleichbaren Programmen, lassen sich mit BJT auch Gehäuseeffekte, Bahnwiderstände und Temperaturinflüsse erfassen.

In Bild 1 ist exemplarisch die nichtlineare Optimierung für die Modellierung der Stromverstärkung  $B(I_c)$  eines Bipolartransistors mit automatischer Anpassung der Parameter  $B_F$ ,  $I_{SE}$ ,  $N_E$ ,  $I_{KF}$  und  $N_K$  wiedergegeben. Wenn den individuellen Anforderungen genügende Parameter für die einzelnen Bauelemente vorhanden sind, lassen sich diese in Spice als Grundlage für realistische Simulationen einsetzen.

### Entwicklungsanspruch

Schaltungsvorschläge für HiFi-Endstufen gibt es sicherlich wie Sand am Meer. Um aber gehobene Klangansprüche erfüllen zu können und gleichzeitig einen 'Kfz-kompatiblen' Verstärker mit 12-V-Versorgung zu realisieren, ist doch einiges

an spezieller Schaltungstechnik zu investieren. Für Audio-Anwendungen im Kfz-Bereich steht eine Reihe integrierter Schaltkreise zur Verfügung – verglichen mit typischen Heim-HiFi-Verstärkern weisen diese allerdings meist relativ schlechte Leistungsmerkmale auf. So haben beispielsweise Bausteine vom Typ TDA2002/2003/2005 als häufig verwendete Endstufen-ICs selbst bei mittleren Leistungen einen typischen Klirrfaktor von 0,2 %, was unter anderem zu hörbaren Intermodulationsverzerrungen führt.

Eines der vorwiegenden Probleme bei Audio-Verstärkern für den Kfz-Bereich ist die geringe und oft von starken Störspannungen überlagerte Versorgungsspannung. Da die Ausgangsleistung eines Verstärkers durch seine Betriebsspannung begrenzt ist, wäre ein Spannungswandler die naheliegendste Möglichkeit für eine höhere Leistung. Dieser ist aber teuer und groß, wobei der Gesamtwirkungsgrad von Verstärker und Spannungsumsetzer relativ gering ausfällt. Um auch ohne Spannungswandler auszukommen, wurde für die hier vorgestellte Endstufe eine diskrete Brückenschaltung entwickelt, die auch ohne Wandler sehr gute Eigenschaften besitzt. Insgesamt standen folgende Ziele bei der Realisierung der Schaltung im Vordergrund:

- Sinusleistung  $P_{out} = 12 \text{ W}$  an  $4\Omega$  bei  $U_B = 12 \text{ V}$  (theoretisches Maximum einer Brückenendstufe:  $P_{max} = (UB - 2U_{sat})^2 / 2R_L = 18 \text{ W}$ )
- hohe Störspannungsunterdrückung und (wahlweise) ein symmetrischer Eingang

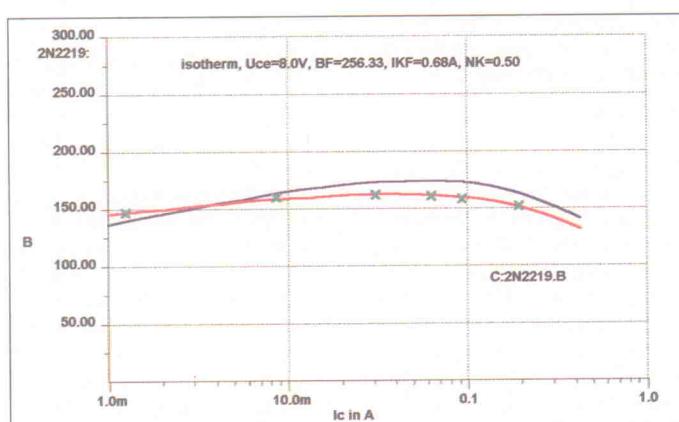


Bild 1. Modellparameter für die Stromverstärkung – links mit Standardwerten, rechts mit optimierten Parametern (x = Meßwerte).

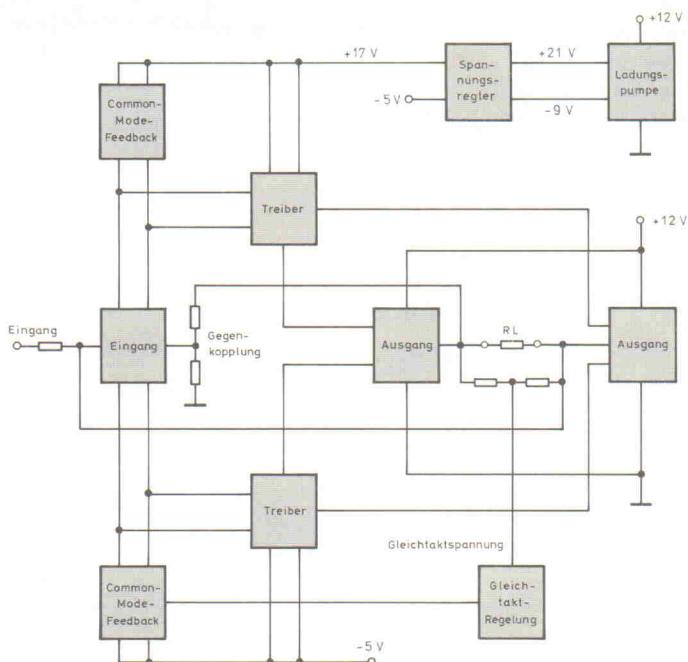
- großer Temperaturbereich von  $-20^{\circ}\text{C} \dots +80^{\circ}\text{C}$  bei geringer Eigenerwärmung durch Ruhestrom
- Klirrfaktor (THD)  $<0,01\%$  und möglichst geringe transiente Intermodulationsverzerrungen
- möglichst keine Spezialteile

Ein besonderes Problem ist, daß zum Erreichen der hohen Ausgangsspannung von rund 19,6 V ( $U_{ss} = \sqrt{8 P R_L}$ ) die Sättigungsspannung der Endtransistoren inklusive Treiber höchstens 1 V betragen darf. Dieses Problem sowie das der unsauberen Versorgungsspannung läßt sich elegant durch eine Ladungspumpenschaltung zur Anhebung der Betriebsspannung für die Vorstufen und die Treiberstufe lösen. Sie ist einfach realisierbar, preiswert und benötigt keine Spezialteile. Durch eine zusätzlich nachgeschaltete Stabilisierung ergeben sich für die Vor- und Treiberstufe konstante Versorgungsspannungen von etwa +18 V beziehungsweise -6 V. Weiterhin sollte der Verstärker komplett symme-

trisch aufgebaut sein, um ein verzerrungsarmes Design mit hoher Störunterdrückung zu ermöglichen.

Zwar lässt sich der prinzipielle Aufbau der Endstufe (Bild 3) mit einigen Literaturstudien, Erfahrungswerten und Vorüberlegungen bereits vor der Umsetzung in eine konkret dimensierte Schaltung festlegen, es bleiben allerdings immer noch einige Fragen vorab zu klären: Verwendet man FETs oder Bipolartransistoren – und wenn ja, welche Typen? Eignet sich ein Differenzverstärker besser als eine Emitterschaltung oder eine Kaskodestufe?

Es liegt auf der Hand, daß bereits bei solchen konzeptionellen Überlegungen die Simulation sehr hilfreich sein kann, da hiermit die Wirkungsweise verschiedener Varianten ohne Schaltungsaufwand am Rechner nachvollziehbar ist. Der Schaltungsentwurf mit Hilfe von Simulationsprogrammen ist dabei dem herkömmlicher Art sehr ähnlich: Der Entwickler kann in jeder Designphase (Entwicklung des Grundent-



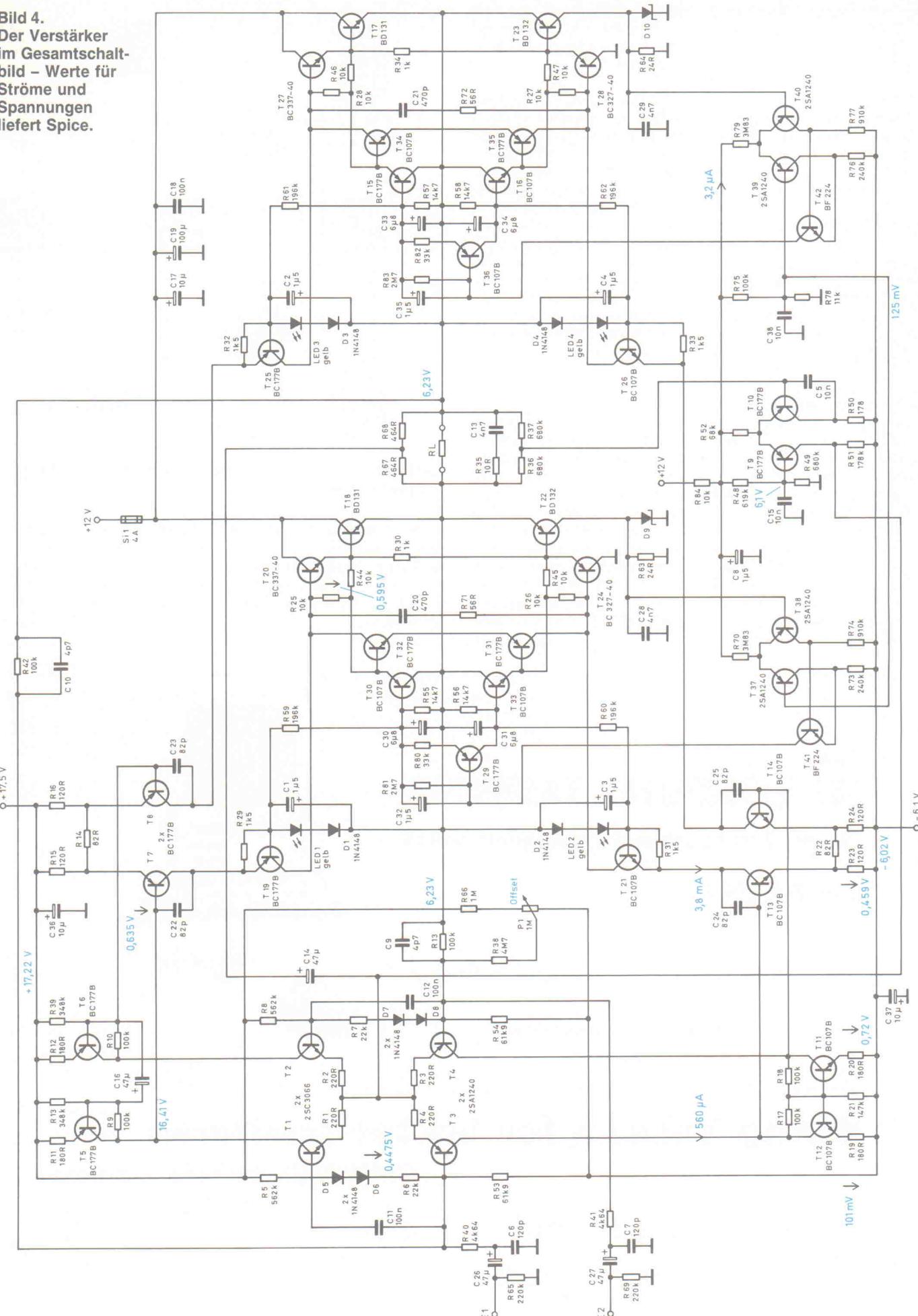
### Bild 3. Prinzipieller Entwurf der Endstufe inklusive Spannungsversorgung.

wurfs, Dimensionierung und Aufbau einzelner Stufen, Test des Gesamtverstärkers) bestimmen, ob und in welchem Umfang er die Simulation einsetzen möchte.

Hierbei muß er sich allerdings immer darüber im klaren sein, ob er nur grob die DC-Arbeitspunkte überprüfen will, das niederfrequente Kleinsignalverhalten oder gar nichtlineare Eigen-

The image is a vintage advertisement for COMPUTEX TAIPEI '94. At the top left is a logo of a computer monitor with a keyboard. To its right, the text 'COMPUTEX TAIPEI '94' is in large, bold, sans-serif capital letters, with 'TAIPEI INTERNATIONAL COMPUTER Show' in a slightly smaller font below it. Below that is the date 'JUNE 2-6, 1994'. The middle section lists exhibition categories: 'COMPUTERS • Displays/Monitors • Board-Level Products', 'Multi-media • NETWORKING & COMMUNICATIONS', and 'PERIPHERALS • COMPONENTS • MASS STORAGE • SOFTWARE/Applications'. The bottom section features the slogan 'Going Taiwan for better business' in large, bold, sans-serif capital letters. To the right of this slogan is the text 'COMPUTEX-die High Tec Messe'. At the bottom left, there are logos for 'Organizers: China External Trade Development Council' and 'TAIPEI COMPUTER ASSOCIATION'. Next to these are logos for 'Sponsor: TAIPEI WORLD TRADE CENTER' and 'SWC'. The bottom right corner contains the text 'Taipei Shows' with a small graphic. The bottom of the page contains German text about visa requirements for visitors.

Bild 4.  
Der Verstärker  
im Gesamtschalt-  
bild – Werte für  
Ströme und  
Spannungen  
liefert Spice.



**Tabelle 1.**  
Messung und  
Simulation ergänzen  
sich sinnvoll.

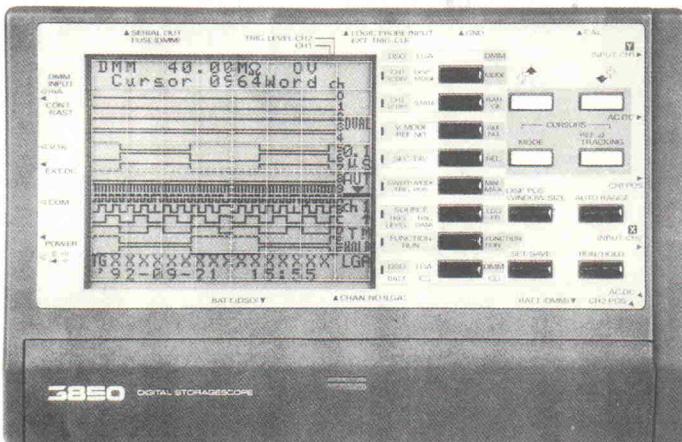
schaften. Denn: mit steigenden Anforderungen des Entwicklers an die Simulation wächst natürlich auch die Komplexität der erforderlichen Modelle. Für prinzipielle Aussagen, beispielsweise um unterschiedliche Grundkonzepte zu analysieren, reichen häufig bereits vereinfachte Modelle und Default-Parameter aus. Bei höheren Anforderungen stellt man hingegen schnell fest, daß für die Modellierung einfache Datenblattangaben oft weder ausreichend verfügbar noch zuverlässig genug sind. Hier lassen sich in der Regel eigene Messungen kaum umgehen – zumal die von Bauteilherstellern allgemein angebotenen Halbleitermodelle meistens zur Simulation integrierter Schaltungen entwickelt wurden und für realistische Betrachtungen diskret eingesetzter Bauelemente erst einmal erweitert werden müssen. Vor der Anschaffung eines entsprechen-

	Parameter	Simulation	Messung
<b>Statische Daten</b>			
Spannungsverstärkung	$V_U$	20,9	21
Eingangsimpedanz	$R_I$	10,58 k $\Omega$	10 k $\Omega$
Offset-Spannung	$U_0$	–	5...10 mV
Ausgangsgleichaktspannung	$U_{A,gl}$	6,27 V	6,15...6,3 V
Störspannungsunterdrückung	$PSR_{unsym}$	80	–
$PSR$	$>100$	–	–
Sättigungsspannung	$U_B - U_{Amax}$ ( $I_A = 2,44$ A)	1,12 V	1,1 V
Gesamt-Ruhestromaufnahme (ohne Last, ohne Temperaturregelung)	$I_0$ (Einschalten)	–	39,4 mA
Dauer des Einschaltvorgangs	$I_0(10^6$ mit $P_{out} = 8$ W)	–	61,0 mA
	$T_{ein}$	4,9 s	~ 5 s
<b>Dynamische Daten</b>			
Ausgangswiderstand	$R_A$ (1 kHz)	8,3 m $\Omega$	9 m $\Omega$
	$R_A$ (10 kHz)	8,3 m $\Omega$	11 m $\Omega$
Maximale Ausgangsleistung (bei THD ~ 0,1%)	$P_{out}$ (8 $\Omega$ )	6,31 W	–
	$P_{out}$ (4 $\Omega$ )	11,85 W	11,5 W
	$P_{out}$ (2 $\Omega$ )	20,02 W	–
Slew-Rate (100 kHz-Rechteck 8 Vs an 4 $\Omega$ )	SR	12,24 V/ $\mu$ s	12 V/ $\mu$ s
Verstärkungsbandbreitenprodukt	GBWP (1 kHz)	4,26 MHz	–
Kleinsignalbandbreite	$f_0$ ( $R_G = 50$ $\Omega$ )	180 kHz	–
	$f_0$ ( $R_G = 1$ k $\Omega$ )	188 kHz	–
Großsignalbandbreite $SR/2\pi U_s$	$f_{GS0}$	244 kHz	239 kHz
Klirrfaktor <sup>1)</sup>	THD (100 Hz)	0,019 %	–
	THD (1 kHz)	0,017 %	~ 0,03 %
	THD (10 kHz)	0,037 %	–
Eingangsrauschen	$U_{r,ein}$	15,9 nV/ $\sqrt{Hz}$	–

**Standardbedingungen:**  $R_B = 12$  V,  $R_L = 4$   $\Omega$ ,  $f = 1$  kHz,  $R_G = 50$   $\Omega$ ,  $P_{out} = 8$  W

<sup>1)</sup> Bestückung mit BD136/137

## HC3850 Auch nur ein ScopeMeter? Nein ScopeMeter + Logikanalyser



**Kein** anderes tragbares Gerät weist diese Funktionsvielfalt auf!

Einzigartig die Verknüpfung in einem Gerät

### Digitalspeicher

2 Kanäle, 50 MHz, 16 Referenzen, vollprogrammierbar, Cursor-Readout

### Multimeter

Nur ein Tastendruck und schon ist das DSO ein perfektes Multimeter. Vollprogrammierbar. Mit vielen... vielen Extras!

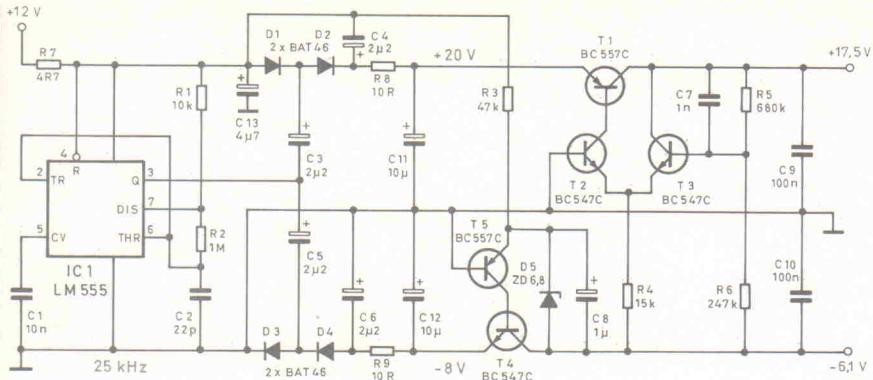
- Anzeige 4000, schneller Bargraph
- Frequenzzähler, Kapazitätsmesser
- Datenlogger
- 16 Referenzspeicher
- galvanisch vom Skope getrennt usw. ...

### Logikanalyser

16 Kanäle, extern/intern Trigger, extern Clock und Qualifier, 50 M Samples, 16 Referenzspeicher und natürlich vollprogrammierbar. RS-232 Interface, Disk für MS-DOS, 2 x Tastköpfe, 1 x BNC-Kabel, Meßschnüre für DMM, Batterien, Tragetasche, Netzteil und umfangreiches Handbuch inklusive. Logigprobs 16 Kanal optionell 256,- DM.

**HUNG CHANG Verkauf & Service. Unser Preis 1539,— DM**

Deutschland: 84384 Wittibreut, Kerneigenstraße 1, Telefon 08574-295, Fax 08574-852  
Österreich: Chr. Schmiessek, A-4950 Altheim, Marktplatz 28



**Bild 5.**  
Eine Ladungspumpe dient zur Erzeugung erhöhter Betriebsspannungen.

der Endtransistoren aktiv, während der andere sperrt. Im Übergang treten dann die allseits bekannten Übernahmeverzerrungen auf. Durch Gegenkopplung sind diese zwar klein zu halten, allerdings geht das auf Kosten höherer transienter Verzerrungen.

Besser ist es, bereits das Schalten der Transistoren selbst zu verhindern. Da ein hoher Ruhestrom einen großen Kühlkörper erfordert und zudem thermische Probleme durch große Temperaturschwankungen im Auto entstehen könnten, kommt hier ein eleganterer Lösungsansatz zur Anwendung [1]: Normalerweise wird zwischen den Basisanschlüssen der Endstufentransistoren eine konstante, meistens temperaturkompensierte Spannung angelegt, so daß der aktive Transistor dem sperrenden die Eingangsspannung 'wegnimmt'. In der vorliegenden Schaltung wird jedoch die Gesamtsteuerspannung in dem gleichen Maße erhöht, wie sie der jeweils aktive Transistor benötigt. Hierdurch bleibt der inaktive Transistor immer noch leicht leitend.

Um auch noch die geringen verbleibenden Verzerrungen zu minimieren, verhindert eine zusätzliche Basisschaltung zwischen Treiber- und Ausgangsstufe nahezu jede Rückwirkung der Endstufenverzerrungen auf die restlichen Schaltungsteile. Durch Frequenzkompensation mit einer Miller-Kapazität läßt sich diese zusätzliche Verstärkerstufe niederohmig ansteuern. Somit ist auch bei hohen Frequenzen ein hoher Dämpfungsfaktor (>400) gegeben. Aufgrund der Diamond-Stufe am Eingang bleiben auch die transistiven Verzerrungen gering.

Die Funktionsweise dieser – und etlicher anderer, hier nicht vorgestellter Konzepte aus der

den CAE-Systems sollte man diesen Aspekt unbedingt beachten – vor allem auch, da das jeweils verwendete Programm eine ausreichende Flexibilität aufweisen muß.

## Input

Für die Eingangsstufe des Verstärkers war unter anderem die Möglichkeit eines symmetrischen Signaleingangs gefordert. Zudem sollte eine genügend hohe Eingangsimpedanz vorhanden sein. In modernen Designs wird an dieser Stelle meistens ein Differenzverstärker verwendet. Allerdings ist die Begrenzung des maximalen Ausgangsstroms hierbei sehr nachteilig, da sie bei Impulsansteuerung zu erheblichen transistiven Verzerrungen führen kann. In der vorgestellten Schaltung kommt deshalb eine sogenannte Diamond-Stufe zum Einsatz (T1...T4). Diese arbeitet wie ein normaler Differenzverstärker, liefert aber bei Bedarf wesentlich höhere Ströme, wodurch sich eine hohe Slew-Rate und geringe transiente Intermodulationsverzerrungen realisieren lassen (Bild 2). Eine aktive Gleichtaktgegenkopplung anstelle der sonst üblichen einfachen Stromquelle sorgt zudem für eine hohe Gleichtaktunterdrückung.

Für prinzipielle Untersuchungen der Eingangsstufe mit dem Rechner würden bereits Transistormodelle mit den Spice-Default-Werten ausreichen. Um allerdings das Zusammenspiel mit dem restlichen Verstärker exakt und möglichst realistisch zu erfassen, ist die individuelle Modellierung der verwendeten Transistoren notwendig. Beispielsweise läßt sich dann auch untersuchen, wie sich eine um 30 % abweichende Stromverstärkung der Transistoren und ähnliche Bauteileffekte auswirken.

## Mittelstück

Die Treiberstufe verarbeitet das Signal der Eingangsstufe weiter und liefert die notwendige Ansteuerspannung für die Ausgangsstufe. Aufgrund des symmetrischen Designs wird ein Differenzverstärker verwendet. Diese Stufe bietet schaltungstechnisch wenig Besonderheiten. Da hier allerdings auch die Frequenzkompensation realisiert ist, muß man auch diese Stufe in der Entwicklungsphase möglichst genau modellieren. Unterschiedliche Varianten der Kompensation lassen sich dann mit Hilfe der Simulation austesten und dokumentieren, ohne einen Versuchsaufbau hierfür anfertigen zu müssen.

Bei Verstärkern mit einer differentiellen Eingangsstufe hat eine Miller-Kompensation gegenüber der RC-Kompensation oft transistive Verzerrungen zur Folge. Sie bietet jedoch den Vorteil eines niederohmigen Ausgangswiderstandes des Treibers. Bei dem vorgestellten Verstärker läßt sich in der Praxis mit beiden Kompensationsvarianten in etwa dieselbe Bandbreite erzielen. Ein weiterer Vorteil der Miller-Kompensation ist zudem die etwas geringere Phasendrehung bei sehr hohen Frequenzen.

Zur Dimensionierung kann man in der Simulation automatisch die Werte der Kompensationselemente durchfahren lassen und so die Frequenzgangverläufe, zum Beispiel in Abhängigkeit von der Miller-Kapazität, erhalten (Bild 7). An dieser Stelle ist eine Simulation wesentlich komfortabler und schneller durchführbar als jeder meßtechnische Aufbau. Regt man in der Realität einen Verstärker aufgrund ungenügender Frequenzkompensation zu HF-Schwingungen an, kann dies außerdem zur Zerstörung von

Schaltungsteilen oder angeschlossenen Lautsprechern führen. Die Simulation ist hier wesentlich unproblematischer – in jedem Fall sollte man aber eine deutliche Sicherheitsreserve einplanen und etwas stärker kompensieren als rechnerisch notwendig wäre.

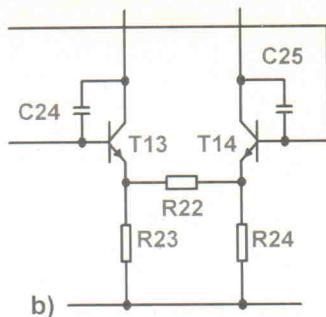
Zu beachten ist auch, daß Spice in der Simulation des Bode-Diagramms nur Kleinsignal-Modelle benutzt, wohingegen sich in der Realität die Arbeitspunkte, insbesondere die der Endstufentransistoren, stark ändern. Dies führt zum Beispiel bei der gezeigten Endstufe dazu, daß sie sich bei kleinen Signalen zwar ebenso wie in der AC-Simulation von Spice verhält, bei hohen Ausgangsströmen (Bild 8) aber HF-Schwingungen angeregt werden. Effekte dieser Art lassen sich prinzipiell auch in der Simulation erfassen, was allerdings zunächst entsprechende Zeitbereichsanalysen bei Großsignal-aussteuerung voraussetzt und einen recht großen Aufwand mit sich bringt.

## Line Out

Bei einer normalen AB-Gegentaktendstufe am Ausgang ist, außer in einem kleinen Zwischenbereich, immer nur einer

BJT : Parameterextraktion und Kennliniendarstellung für Bipolartransistoren	
Startmenü : Extraktion von Modellparametern aus typischen Datenblattangaben	
<I> Ic,max Maximaler Kollektorstrom :	0.20A
<E> Ube Basis-Emitter-Spannung bei Ic,max/100 :	0.65V
<M> Uce,max Maximale Kollektor-Emitter-Spannung :	25.0V
<B> Bmax Maximale Stromverstärkung :	50.0
<F> ft,max Maximale Transitfrequenz :	1.10GHz
<C> Ccb Rückwirkungskapazität bei etwa 10V :	1.50pF
<U> Usat Sättigungsspannung bei Ic,max :	1.00V
<P> Ptot Maximale Verlustleistung :	1.00W
<W> Weitere Angaben <Q> Weiter <S> Shell <H> Hilfe <X> Programm verlassen	
IS 24.4fa IKF 293.5mA ISE 8.8fa IKR 19.6mA ISC 24.4fa IRB 100mA	
ITF 313.7mA BF 61.90 BR 7.50 NF 1.00 NE 1.20 NC 1.20	
NR 1.00 VAF 65.00V VAR 10.60V RC 3.30 RE 750.0m RB 9.6	
REM 2.40 RCO 1.60 CJE 5.0pF VJE 700.0mV MJE 400.0m CJC 3.8pF	
VJC 600.0mV MJC 330.0m XCJC 650.0m FC 750.0m TF 82.8ps TR 2.6ns	
XTF 7.30 VTF 2.00V PTF 1.00 KF 5.0f LB 4.0nH LC 4.0nH	
LC 4.0nf Cgce 1.5pf Cgbe 1.0pF Cgbe 100.0fF Rth 75.00kW	
Aktuelle Wahl : <H>	

**Bild 6.** Startparameterextraktion mit dem Softwaretool BJT.



**Bild 6.**  
**Frequenzkompensation mit Miller-Kapazität.**

Literatur – ist am Rechner sehr gut nachvollziehbar. Kritisch gestaltet sich dagegen die Frequenzkompensation. Um in diesem Punkt genügend genaue Simulationsergebnisse zu erhalten, müssen die Transistoren inklusive Gehäuse – eigentlich auch Zuleitungen und die Leiterbahnen auf der Platine – sehr genau modelliert werden. Die Endstufe wurde zunächst mit den Transistoren BD136/137 und BD131/132 betrachtet. In der endgültigen Schaltung kommen jedoch die Typen BC327-40 und BC337-40 zum Einsatz, was durch die höhere Stromverstärkung eine Senkung der harmonischen Verzerrungen um etwa 70 % erbringt. Die größere Schwingneigung muß dabei durch Anpassung des Boucherot-Glieds am Ausgang (RC-Kombination aus R35 und C13, vgl. Schaltplan) ausgeglichen werden.

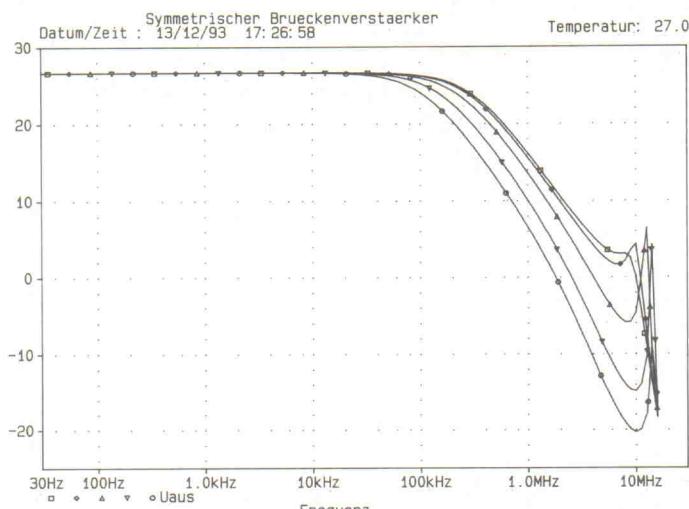
### Regelfragen

Betrachtet man das Prinzipschaltbild (Bild 3), so fehlt hier noch die Regelschaltung. Dieser Schaltungsteil sorgt

dafür, daß das Ausgangsruhepotential immer in etwa gleich der halben Versorgungsspannung ist. Dadurch kann der Verstärker an allen Betriebsspannungen (die im Auto nicht konstant sind) die maximal mögliche Leistung ausschöpfen.

In der Praxis ist diese Regelung unbedingt notwendig, da sonst – aufgrund der immer leicht unterschiedlichen Transistoreigenschaften – der Verstärker ständig in der Begrenzung arbeiten würde. Für die Simulation ist hierbei der Fallstrick, daß sie grundsätzlich von identischen Parametern für gleichartige Transistorarten ausgeht. Somit funktioniert die Verstärkerschaltung in der rechnerischen Nachahmung auch ohne jede Regelung – was leider nicht realistisch ist, da die tatsächlichen Transistorparameter nun einmal streuen. Kommerzielle Bibliotheken von CAE-Anbietern oder Bauteilherstellern liefern hierzu in aller Regel leider keinerlei Unterstützung. Also muß der Anwender selbst die Transistormodelle so variieren, daß sie den real gegebenen Kennlinienabweichungen zwischen einzelnen Bauteilexemplaren (Stromverstärkung B und ähnliches) möglichst genau entsprechen – was natürlich nur selten ohne Messungen an den jeweils verwendeten Bauteilen klappt.

Eine vergleichbare Unzulänglichkeit der Simulation zeigt sich, wenn das Ausgangssignal des Regelverstärkers an die Basisanschlüsse der aktiven Stromquellen (Lastwiderstand der Eingangsstufe) geführt



**Bild 7.** Frequenzgang des Verstärkers bei verschiedenen Kompensationskapazitäten ( $R_L = 4 \Omega$ ,  $C_L = 1 \text{ nF}$ , Boucherot-Glied noch nicht angepaßt).

## Universelles Meßverstärker System auf PC Basis: **MEC 1000**

Mit den Eigenschaften von z.B.

Programmierbare Meßverstärker  
Programmierbare Filter  
Digitale Multimeter  
Digitales Speicher-Oszilloskop  
Transientenrecorder  
Frequenz Analyse

### Direkter Sensoranschluß

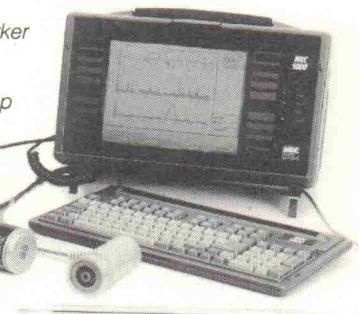
Keine externe  
Signalauflaufbereitung nötig

### Sensoren/ Meßgrößen

- DMS
- Thermoelement
- PT 100
- Induktive Aufnehmer (PCB)
- Impulsgeber
- Strom
- Spannung
- Inkrementalgeber
- teilweise mit galvanischer Trennung erhältlich

### Technische Daten

- Abtastrate 1 Million Werte/sec. pro Kanal bis 100 KHz
- Kompakte Bauform, z.B. 20 DMS Kanäle im portablen System
- Genauigkeit: 0,1%
- Hardwaremäßiger Antialiasingfilter, per Software angesteuert
- Automatischer Nullpunkt, bzw. Brückenabgleich
- Ausführung als Docking-Station möglich



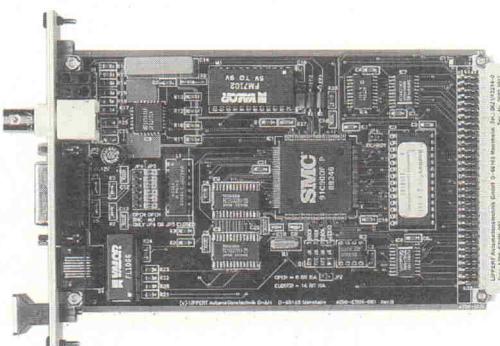
Als PC-Einsteckkarte mit Software von MEC oder führenden deutschen Herstellern auch einzeln lieferbar

**MEC**  
MASCHINENBAU  
ENTWICKLUNG  
CONSULTING GMBH

Ihr Meßtechnik Spezialist für Komplett-Systeme, Dienstleistungen, Kunden-spezifische Problemlösungen vom Sensor bis zur Inbetriebnahme

Blumenrather Straße 21  
D-52477 Alsdorf  
Telefon: 024 04/559-0  
Telefax: 024 04/55920

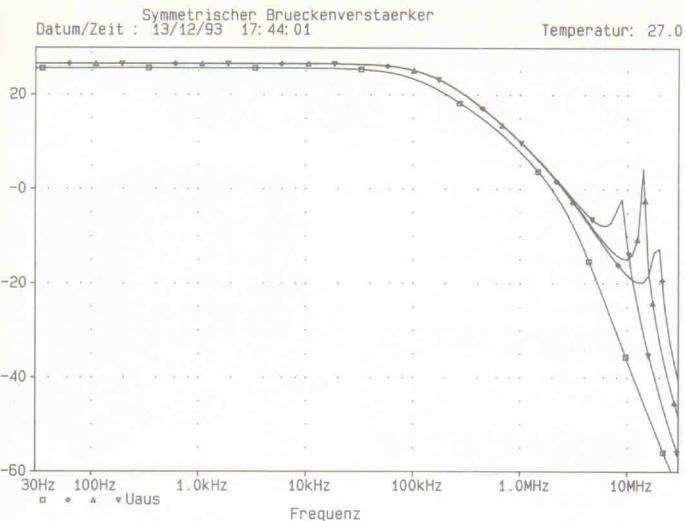
## ETHERNET für AT96-BUS



- \* Anschluß für 10BASE10, 10BASE2, 10BASE-T
- \* IEEE lizenzierte Netzwerk Adresse
- \* 16 Bit Datentransfer, Onboard-Dualport-RAM
- \* Übertragungsrate 10 MBit
- \* inkl. NOVELL- und WINDOWS-Treiber
- \* versch. Konfigurationen im EEPROM möglich
- \* optional BOOT-EPROM
- \* optional TCP/IP-Paket Treiber
- \* umfangreiches Angebot an AT96-Baugruppen
- \* CPU-Baugruppen 80386/80486, Silicon-Disk

**LiPPERT Automationstechnik GmbH**  
D-68165 Mannheim \* Krappmühlstraße 34  
Tel.: 0621-43214-0 \* Fax.: 0621-43214-30

**Wir stellen aus: CeBIT - Halle 20, Stand A 39**



**Bild 8.**  
Closed-Loop-Frequenzgang bei verschiedenen Endstufen-Ruheströmen ( $I_o = 60 \mu A \dots 300 \text{ mA}$ ,  $C_{Miller} = 82 \text{ pF}$ ).

wird. Dies funktioniert in der Simulation hervorragend – ausgehend von identischen Transistoren. Beim realen Aufbau stellt sich dann allerdings ein schlechtes Impulsverhalten ein, da die Regelung durch Unsymmetrien im Verstärker immerzu vom Eingangssignal angeregt wird. Hier hilft letztendlich die direkte Rückführung des Regelausgangs an die Eingangsstufe.

Sehr gut läßt sich hingegen das Einschaltverhalten des Verstärkers simulieren. Dies ermöglicht etwa Aussagen darüber, was mit eventuell am Verstärker angeschlossenen Lautsprechern passiert. Wollte man solchen Aufgabenstellungen meßtechnisch in der Praxis nachgehen, würde dies zumindest ein Speicherzosiloskop erfordern.

## Versorgungslage

Wie bereits erwähnt, ist die Ausgangsstufe für die direkte Spannungsversorgung mit den 12 V...14 V einer Autobatterie ausgelegt. Die Vorstufen erhalten dagegen eine separate Speisung über eine Ladungspumpe mit nachgeschaltetem Linearregler. Die prinzipielle Schaltung selbst ist sehr unkritisch (Bild 5). Nicht so der praktische Aufbau, bei dem leicht Streuimpulse von der Ladungspumpenschaltung zu Störungen im Verstärker führen. Hier sollte man unbedingt Abschirmmaßnahmen treffen – wobei einem allerdings die Simulation, zumindest die mit Spice, nur wenig weiterhelfen kann. Das Verhalten des Verstärkers bei Impulstörungen auf der Versorgungs-

spannung ist dagegen wieder gut zu simulieren. Beispielsweise läßt sich ein betriebsspannungsseitiger Störimpuls (Amplitude 1 V, Anstiegszeit 1  $\mu s$ , Abfallzeit 10  $\mu s$ ) zur Versorgungsspannung addieren. Es zeigt sich, daß der vollsymmetrische Aufbau des Verstärkers wesentlich zur guten Impulsunterdrückung beiträgt. Vom 1-V-Störpegel gelangen nur wenige Mikrovolt an den Lautsprecher. In der PSpice-Simulation treten jedoch Konvergenzprobleme auf, während die Simulation auf der HP-Workstation problemlos läuft – was eventuell auf eine höhere Rechengenaugkeit der Workstation-Version zurückzuführen ist.

## Resümee

Die Simulation erweist sich bei der Entwicklung der Endstufe als leistungsfähiges und leicht bedienbares Werkzeug. So sind Spannungen sowie interne Ströme an empfindlichen Schaltungspunkten problemlos und – verglichen mit hochwertigen Meßinstrumenten und teuren Probeaufbauten – relativ preiswert zu erfassen. Bereits mit einfachen Modellen sind prinzipielle Aussagen über die Funktion und das Verhalten einer Analogschaltung möglich. Einzelne Störreinflüsse, wie Brummen auf der Versorgungsspannung oder Toleranzen, können hierbei gut voneinander getrennt werden.

In jedem Fall gestatten auch PC-basierte CAE-Tools zur Simulation analoger Schaltungen in sehr vielen Fällen einen Ersatz realer Schaltungsaufbauten. Für exakte Aussagen mit Hilfe von

Simulationssystemen ist allerdings generell eine genaue und individuelle Modellierung der verwendeten Bauelemente unumgänglich. Die Übereinstimmung zwischen Praxis und Simulation für das hier gegebene Schaltungsbeispiel darf dann aber auch getrost als gut bezeichnet werden (siehe Tabelle 1).

Zu bemerken ist auch, daß einige Daten mit Hilfe der Simulation sehr viel einfacher zu ermitteln und zu dokumentieren sind als durch reale Messungen – und umgekehrt: Aufgrund der sehr kleinen Eingangsspannung ist zum Beispiel die Open-Loop-Verstärkung der gezeigten Endstufe in Abhängigkeit von der Frequenz nur relativ aufwendig meßbar. In der Simulation dagegen lassen sich Open- und Closed-Loop-Verstärkung sowie die Eingangsimpedanz und das Rauschen in einem Zug bestimmen. Als Dokumentation erhält man hierbei direkt Wertetabellen oder Grafikplots (Bilder 7 und 8).

Auf der anderen Seite ist etwa für die Bestimmung der maximalen Ausgangsleistung und der harmonischen Verzerrungen eine sehr genaue Transientensimulation notwendig. Auf dem PC kann diese bis zu 30 Minuten beanspruchen. Hier ist die

praktische Messung, beispielsweise in Abhängigkeit vom Pegel, der Frequenz oder dem Lastwiderstand, oft erheblich schneller – sie setzt allerdings einen hochwertigen Audio-Analyser voraus.

Daß Simulation und praktische Messung sich sehr gut ergänzen können, zeigt auch die Tatsache, daß einige Daten mitunter nur auf die eine oder die andere der beiden Arten sinnvoll zu ermitteln sind. So bot der Analyzer, der für die Entwicklung der Endstufe zur Verfügung stand, keine Möglichkeit zur Messung transienter Intermodulationsverzerrungen. Rauschmessungen wurden ebenfalls nicht durchgeführt. Durch Simulation ergab sich jedoch, daß die Endstufe hinsichtlich des Rauschens durch den relativ hohen Eingangspiegel unkritisch ist. Auch gibt es hier nur wenig Verbesserungsmöglichkeiten, da die Gegenkopplungswiderstände selbst bereits ein Eigenrauschen von 12,6 nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$  aufweisen.

Am schwierigsten zu simulieren sind sicherlich Größen wie Gleichtaktunterdrückung, Klirrfaktor und ähnliches. Hier spielen sehr häufig Paarungstoleranzen eine große Rolle, die es im Prinzip erforderlich machen, jeden Transistor individuell auszumessen und danach für die

**Bild 9.**  
PSpice bezieht Schaltungsdaten und Bibliotheksnamen aus einem ASCII-File.



**REICHELT**

**ELEKTRONIK**

Kaiserstraße 14 26122 Oldenburg

Marktstraße 101-103 26382 Wilhelmshaven

Postfach 1040  
26358 Wilhelmshaven

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

Katalog kostenlos!

Versand ab DM 10,-/Ausland ab DM 100,-  
Versand per Nachnahme oder Bankenzug  
(außer Behörden, Schulen usw.)

Versandkostenpauschale: Nachnahme DM 7,00  
Bankenzug DM 5,80  
UPS DM 9,00

### Transistoren

#### BC BD BDX BFQ BUX

107A 0.26 239C 0.60 33C 0.73 69 4.15

107B 0.26 240C 0.61 34 0.76

108B 0.27 241B 0.62 34C 0.73

108C 0.26 241C 0.62 53A 0.72

140-10 0.41 242B 0.62 53C 0.76

140-16 0.41 242C 0.57 54A 0.72

141-10 0.39 243C 0.65 54C 0.72

141-16 0.39 243C 0.60 66B 3.80

160-10 0.41 243C 0.60 66C 3.80

160-16 0.41 244C 0.64 67B 3.30

161-10 0.39 244C 0.62 67C 3.55

161-16 0.39 244C 0.63 87C 2.45

177A 0.31 245B 1.45 88C 2.55

177B 0.26 245C 1.35

237A 0.08 246C 1.45

237B 0.08 246C 1.45

238A 0.09 247C 1.75 198 0.16

238B 0.08 249C 1.80 224 0.18

239B 0.07 249C 1.80 224 0.18

327-25 0.09 250C 1.85 244A 0.69

328-25 0.09 250C 1.85 180A 2.40

328-40 0.09 317 2.40 254C 0.51 205

337-25 0.09 250 1.90 240 0.16 108

327-40 0.09 250C 2.00 241 0.17 126

328-25 0.09 250C 1.85 244A 0.69 180A

328-40 0.09 317 2.40 254C 0.51 205

338-25 0.09 317 2.40 245B 0.51 208

338-40 0.09 410 0.79 245C 0.51 208A

338-25 0.09 317 2.40 254C 0.51 205

338-40 0.09 410 0.79 245C 0.51 208A

368 0.25 436 0.53 247C 0.65 326S 2.40

516 0.21 437 0.53 247B 0.65 406 1.80

517 0.22 438 0.53 247C 0.65 406D 1.80

546A 0.07 439 0.53 254 0.18 407

546B 0.07 440 0.53 253 0.18 407D 1.75

547A 0.07 441 0.53 256A 0.57 408 1.75

547B 0.07 442 0.53 256B 0.57 408D 2.40

547C 0.07 517 1.70 256C 0.57 426 2.40

548A 0.07 529 1.80 257 0.57 426A 1.85

548B 0.07 530 1.60 258 0.65 500 3.20

548C 0.07 645 0.74 259 0.63 508A 1.80

549B 0.07 646 0.69 324 0.17 508AF 2.50

549C 0.06 647 0.63 393 0.31 508D 2.05

550B 0.09 648 0.63 417 0.68 508DF 2.50

550C 0.09 649 0.70 418 0.78 526 1.90

556B 0.07 650 0.70 420 0.24 536 2.90

556B 0.07 675 0.47 421 0.26 546N 2.90

557A 0.07 676 0.42 422 0.24 608 3.40

557B 0.07 677 0.47 423 0.24 626A 2.65

557C 0.07 678 0.48 440 0.65 806 1.40

558A 0.07 679 0.49 450 0.19 807 1.40

558B 0.07 680 0.49 451 0.19 903 2.40

558C 0.07 681 0.49 452 0.19 904 2.40

559A 0.08 810 0.90 459 0.44 921 2.65

559B 0.07 879 1.05 469 0.43

559C 0.07 880 1.20 470 0.44

560B 0.09 901 0.85 471 0.45

560C 0.09 902 0.85 472 0.46

635 0.24 911 0.95 494 0.18

636 0.24 912 0.95 495 0.18

637 0.24 759 0.56 496 0.18

638 0.24 762 0.56 497 0.18

639 0.26 869 0.49 498 0.18

640 0.26 85 2.60 870 0.49

875 0.56 86 2.95 871 0.49

876 0.56 95 2.40 872 0.49

877 0.56 96 2.40 900 1.25

878 0.59 959 0.38 496 0.18

879 0.56 496 0.58 497 0.18

880 0.56 496 0.73 498 0.18

64B 2.10 964 0.75 47A 3.10

64C 2.25 966 0.75 48A 3.10

65B 1.85 970 0.75 48C 8.20

135 0.34 65C 2.25 979 0.75

136 0.33 980 1.05

137 0.35 981 0.75

138 0.35 982 0.87

139 0.33 51C 2.10

140 0.33 52C 2.10

175 0.48 83B 2.40

179 0.53 83C 1.85 65 1.95

180 0.54 83D 2.00

189 0.69 84B 2.45

190 0.69 84C 2.15

234 0.48 84D 2.00

235 0.48 93B 0.88 34A 1.40 48

236 0.48 93C 0.90 0.9 48A 3.90 2955 1.25

237 0.48 94B 0.87 91 0.92 80 3.30 3055 1.25

238 0.48 94C 0.87 96 1.05 81 3.70 3055 1.25

### Integrierte Schaltungen

uA	ICM	MC	SAS	TDA	TLC	MOS	LS	74 F
7805	0.78 7216D	68.65 1310DIL	1.50 5608	3.10 2593	1.75 251DIP	4.00 4000	0.33 00	0.29 00
7805K	1.70 7217IIZ	25.90 1327DIL	4.50 5708	3.10 2594	4.50 271DIP	4.94 4001	0.33 01	0.35 02
7806	0.73 7218A	13.20 1350P	5.05 660	2.60 2595	3.60 272DIP	1.65 4002	0.33 02	0.35 04
7807	1.00 7224	25.00 1377DIL	5.65 670	2.60 2611A	1.90 274DIL	2.40 4006	0.69 03	0.35 08
7808	0.73 7226A	80.50 1408DIL	3.30 680	2.60 2653A	5.25 372DIP	1.50 4007	0.33 04	0.35 10
7809	0.63 7555	0.57 1458DIP	0.37 680	2.60 2750	8.60 374DIL	2.05 4008	0.75 05	0.35 11
7810	0.73 7556	1.45 1496DIL	1.05 680	2.60 2780A	31.50 393DIP	1.95 4009	0.44 06	0.87 14
7812	0.65	1558DIP	1.90 3524N	0.99 2822M	1.95 555DIP	0.61 4010	0.44 07	0.87 20
7812K	1.70	3361N	3.90 3525A	1.80 3047	2.60 556DIL	1.20 4011	0.39 08	0.35 27
7815	0.65 149	3.55 3486DIL	1.40 4.10	2.60 3190	2.20 4.65 556DIL	1.20 4012	0.33 09	0.35 30
7815K	1.70	5510	4.80 3527DIL	1.40 4.15	2.60 3104	4.65 4.65 556DIL	1.20 4013	0.42 10
7818	0.65 165	3.55 3487DIL	1.40 4.15	2.60 3104	2.20 4.65 556DIL	1.20 4014	0.69 11	0.35 37
7820	0.65 200-220	2.75 55MM	5.50 610	2.60 3104	2.20 4.65 556DIL	1.20 4015	0.69 13	0.35 38
7824	0.65 200-TO3	6.95 556DIL	5.50 610	2.60 3104	2.20 4.65 556DIL	1.20 4016	0.41 14	0.45 61
7824K	1.70	203B	5.50 5136DIP	6.80 2.60	2.60 3104	2.20 4.65 556DIL	1.20 4017	0.80 15
78H05	23.20	204B	0.57 5137DIP	6.80 2.60	2.60 3104	2.20 4.65 556DIL	1.20 4018	0.66 19
78L02	0.71 272	2.40 5138DIP	0.64 6.80	2.60 3104	2.20 4.65 556DIL	1.20 4019	0.49 20	0.35 63
78L05	0.58 293	4.80 5139DIP	0.64 6.80	2.60 3104	2.20 4.65 556DIL	1.20 4020	0.69 21	0.35 125
78L06	0.69 293D	4.80 521DIL	5.20 6567A	1.30 350	2.60 3104	2.20 4.65 556DIL	1.20 4021	0.69 22
78L07	0.86 296	3.80 527DIL	5.20 6567A	1.30 350	2.60 3104	2.20 4.65 556DIL	1.20 4022	0.69 23
78L08	0.69 297	8.00 532DIP	0.52 6567A	1.80 350	2.60 3104	2.20 4.65 556DIL	1.20 4023	0.35 138
78L09	0.69 298	13.00 538DIP	4.70 6567A	1.70 350	2.60 3104	2.20 4.65 556DIL	1.20 4024	0.55 241
78L12	0.69 603C	1.05 556DIL	0.64 6.80	2.60 3104	2.20 4.65 556DIL	1.20 4025	0.55 245	
78L13	0.69 603C	1.05 556DIL	0.64 6.80	2.60 3104	2.20 4.65 556DIL	1.20 4026	0.55 246	
78L14	0.69 603C	1.05 556DIL	0.64 6.80	2.60 3104	2.20 4.65 556DIL	1.20 4027	0.55 247	
78L15	0.69 702B	4.80 5656DIL	2.40 120	1.50 350	2.60 3104	2.20 4.65 556DIL	1.20 4028	0.55 248
78L24	0.69 4805	3.35 566DIL	2.40 120	1.50 350	2.60 3104	2.20 4.65 556DIL	1.20 4029	0.55 249
78S05	1.05 4810	3.55 567DIP	0.87 120T	0.95 350	2.60 3104	2.20 4.65 556DIL	1.20 4030	0.55 250
78S09	1.10 4814	3.55 570DIL	5.80 120U	0.92 350	2.60 3104	2.20 4.65 556DIL	1.20 4031	0.55 251
78S10	1.10 4815	4.95 571DIL	4.35 231A	1.50 350	2.60 3104	2.20 4.65 556DIL	1.20 4032	0.55 252
78S11	1.05 4816	4.75 572DIL	4.80 331A	0.87 350	2.60 3104	2.20 4.65 556DIL	1.20 4033	0.55 253
78S15	1.10 4817	4.95 4940V12	2.80 350	2.60 3104	2.20 4.65 556DIL	1.20 4034	0.55 254	
78818	1.10 4940V5	2.70 350	2.60 3104	2.20 4.65 556DIL	1.20 4035	0.55 255		
78824	1.05 4960	4.70 350	2.60 3104	2.20 4.65 556DIL	1.20 4036	0.55 256		
7905	0.69 4962	4.15 350	2.60 3104	2.20 4.65 556DIL	1.20 4037	0.55 257		
7908	0.69 4963	4.15 350	2.60 3104	2.20 4.65 556DIL	1.20 4038	0.55 258		
7909	0.79	4.15 350	2.60 3104	2.20 4.65 556DIL	1.20 4039	0.55 259		
7910	0.79</td							

**Streamer 250 MB**  
 inkl. Laufwerksrahmen  
 **Mini-Cartridge DOS/Windows**

**Backup Exec**

**CONNER**  
 The Storage Answer

**Streamer 250i** 379,- DM  
 Kein Rabatt möglich

**CPU – Lüfter**  
 für 486er  
 12 Volt  
 mit Rahmen und Kühlkörper

**CPU - Lüfter** 29,00

**IIT**  
 INTEGRATED INFORMATION TECHNOLOGY

**Co-Proz.**

2C87-20	118.00
3C87-33	99.00
3C87-40	103.00
3C87SX-25	95.00
3C87SX-33	115.00

Kein Rabatt möglich.

**PC-Componenten**

**Motherboards**

ATB 386DX-40	128K Cache	249,-
ATB 486DX-33	256K Cache	749,-
LB 486DX-33	256K Cache	779,-
LB 486DX-50	256K Cache	1129,-
LB 486DX2-66	256K Cache	1239,-

**VGA-Karten**

VGA-Karte 512K	1MB	78,-
VGA-Karte ET4000	1MB	149,-
VGA-Cirrus Logic VBL	1MB	199,-
VGA-Miro85 VBL	1MB	398,-

**Controller**

HDD/FDD AT	39,-
HDD/FDD AT VLB	89,-
IDE Cache VLB	379,-
SCSI 1542C	398,-

**Platten**

HDD 250MB	498,-
HDD 340MB	611,-
HDD 420MB	788,-
HDD 540MB	1149,-

**Gehäuse**

Slim-Line-Gehäuse	149,-
Desktop Gehäuse	129,-
Mini Tower	129,-
Big-Tower	199,-

Frachtkosten für Monitore und Gehäuse nach tatsächlichem Aufwand

**Monitore**

VGA M36C	36cm	499,-
VGA M39C	39cm	759,-
VGA M43C-Digi	43cm	1498,-
VGA M43C-MAG	43cm	1998,-

**Tastaturen**

PC-Tastatur MF 102	39,-
PC-Tastatur Samsung	59,-
PC-Cherry G81	99,-

Kein Rabatt möglich.

**Crimpzange**  
 für RG 58 / 59 + 62

**BNC-Crimp-Stecker**

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

**Crimpzange** DM 49.00

- Abschlußstecker:  
UG 88/50 W 5.30  
UG 88/75 W 5.80  
UG 88/93 W 5.80
- Knickschutzzüle:  
BNCT-58 0.40  
BNCT-62/59 0.40

**Ethernet-Anschluß-Dosen**

Anschlußflexibilität bei höchster Sicherheit

**Typ: EAD AP**

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

EAD-AP	59.00	Aufputzdose
EAD-UP	61.50	Unterputzdose
EAD-2M	67.90	Anschlußkabel 2m
EAD-5M	84.90	Anschlußkabel 5m
EAD-7M	99.50	Anschlußkabel 7m

**Speicher**

**EProms**

27C64-150	8Kx8	5.40
27C64-200	8Kx8	5.30
27C128-150	16Kx8	6.20
27C256-120	32Kx8	6.55
27C256-150	32Kx8	6.50
27C512-150	64Kx8	7.10
27C1001-120	128Kx8	11.95

Preistendenz bei Eproms steigend

**D-Rams**

41256-80	256Kx1	3.85
41256-100	256Kx1	3.75
511000-70	1Mx1	11.90
514256-70	256Kx4	12.90

**statisch**

6264-100	8Kx8	4.15
62256-100	32Kx8	8.05
628128-70	128Kx8	25.40

für Cache-Speicher:

6164BK-20	8Kx8	6.95
61256K-20	32Kx8	14.50
61416K-20	16Kx4	5.80

Kein Rabatt möglich.

**SUB-D- Steckverbinder**

**Stecker, Lötkelch**

MIND-STIFT 09	0.43
MIND-STIFT 15	0.61
MIND-STIFT 19	0.93
MIND-STIFT 23	0.93
MIND-STIFT 25	0.48
MIND-STIFT 37	0.95
MIND-STIFT 50	2.45

**Buchse, Lötkelch**

MIND-BUCHSE 09	0.43
MIND-BUCHSE 15	0.61
MIND-BUCHSE 19	0.93
MIND-BUCHSE 23	0.93
MIND-BUCHSE 25	0.48
MIND-BUCHSE 37	0.95
MIND-BUCHSE 50	2.45

**Stecker, gewinkelt**

MIND-STIFT 09W	1.40
MIND-STIFT 15W	2.05
MIND-STIFT 25W	2.15
MIND-STIFT 37W	3.45

**Buchse, gewinkelt**

MIND-BUCHSE 09W	1.50
MIND-BUCHSE 15W	2.10
MIND-BUCHSE 25W	2.25
MIND-BUCHSE 37W	3.45

**Stecker, Schnell-Klemm**

MIND-STIFT 09FB	2.25
MIND-STIFT 15FB	2.45
MIND-STIFT 25FB	2.45
MIND-STIFT 37FB	5.10

**Buchse, Schnell-Klemm**

MIND-BUCHSE 09FB	2.35
MIND-BUCHSE 15FB	2.50
MIND-BUCHSE 25FB	2.50
MIND-BUCHSE 37FB	3.30

**Kappen für SUB-D**

**Posthaube**

Kappe CG9G	0.43
Kappe CG15G	0.48
Kappe CG23G	0.65
Kappe CG23G	0.79
Kappe CG25G	0.48
Kappe CG37G	0.98
Kappe CG50G	1.50

**metallisiert**

Kappe 09M	0.65
Kappe 15M	0.75
Kappe 19M	1.40
Kappe 23M	1.35
Kappe 25M	0.78

**Vollmetall**

Kappe 09VM	1.65
Kappe 15VM	2.25
Kappe 25VM	2.65

**Drucker-Kabel** etc

**SUB-D Centronic-Printerkabel**

Bestellnummer:	AK 101	2m	4.90
	AK 102	3m	6.90
	AK 103	5m	9.30
	AK 104	7m	12.90
	AK 105	10m	16.70

**SUB-D Verlängerung 1:1 25polig**

Bestellnummer:	AK 401	2m	5.80
	AK 450	3m	7.50
	AK 402	5m	9.85
	AK 403	7m	13.90

**AK 404** 2m 6.50 D-SUB-Stecker 25pol  
 **AK 405** 5m 9.85 D-SUB-Buchse 25pol  
 **AK 406** 7m 13.90  
 **AK 407** 2m 6.50 2xD-SUB-Buchse 25pol  
 **AK 409** 7m 9.90

**Stromversorgungskabel für Floppys**

Bestellnummer:	AK 319	0,2m	2.15
	AK 3191	0,2m	2.30
	AK 3192	0,2m	2.30

Bestellnummer: AK 319 für 2x Floppy 3,5  
 AK 3191 für 2x Floppy 5,25  
 AK 3192 für 1x Floppy 3,5 und 1x Floppy 5,25

Dies ist nur ein kleiner Auszug aus unserem 20000 Artikel umfassenden Elektronik-Gesamtprogramm.

**Kostenlosen Katalog anfordern!**

**REICHELT ELEKTRONIK**

Postfach 1040  
 26358 Wilhelmshaven

TEL 04421 / 2 63 81  
 FAX 04421 / 2 78 88

# Hochgestapelt

## Aufsteckmodule für VMEbus-Karten

Markt

**Dr.-Ing. Benno Baumgarten**

**Aufsteckmodule für VMEbus-Karten, die zumeist I/O-Funktionen erfüllen, haben eine Namensänderung erfahren. Was früher lässig als Piggyback daherkam, wird von vielen Anbietern heute klangvoll 'Mezzanine' (sprich 'Mezəni:n) genannt. Eigentlich ein Begriff aus der Architektur, der ein niedriges Zwischengeschoß bezeichnet. Jedoch nicht nur das Marketing, sondern auch Angebot und Technik dieser Module haben sich verbessert.**

Dr. Baumgarten hat im Bereich Echtzeitprogrammierung und Prozeßsteuerung promoviert. Er widmet sich seit über zehn Jahren der Entwicklung industrieller Meß-, Steuer- und Regeltechnik auf VMEbus-Basis.



**M**it dem Anspruch, dem VMEbus-Anwender für die direkte Verarbeitung von Prozeßsignalen auch bei kleinen Stückzahlen eine hohe Flexibilität zu bieten, schiebt sich inzwischen eine recht große Anzahl dieser Mezzanine-Boards auf den Markt. Nun ist natürlich Flexibilität nicht alles und der Preis dafür unter Umständen hoch. Zu hoch, wenn diese Lösungen dem Rechner die Signale aus der Außenwelt nicht sicher und sauber zuführen. Mag es für Applikationen im industriellen Umfeld, im Labor oder in der Bastelkammer durchaus unterschiedliche Ansprüche geben: Kriterien wie elektromagnetisch verträgliche Signalverarbeitung, mechanische Stabilität und die Einhaltung der

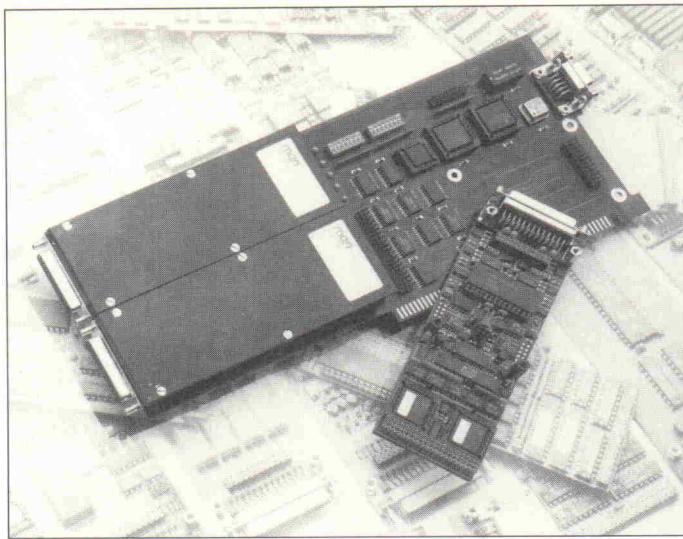
elektrischen Spezifikationen sowie Leistungsdaten sind nicht verhandelbar. Schließlich bezahlt man ja dafür.

### Teures Kartenspiel

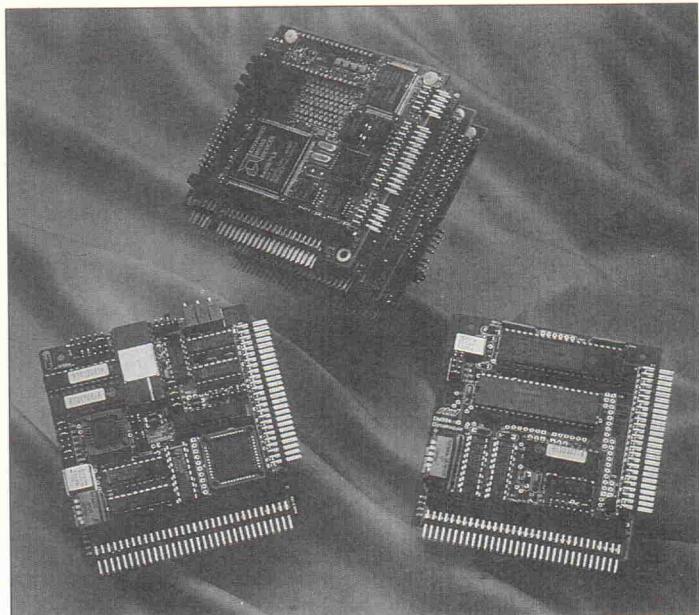
Der VMEbus kommt zwar immer häufiger als Industrierechner zum Einsatz, ist aber durch einen Malus von fast 2 Kilomark pro I/O-Karte belastet. Hat man dann noch eine unglückliche Kombination von analogen und digitalen Signalen mit obendrein jeweils geringer Anzahl im Prozeß, sind schnell vier VMEbus-Boards für die Signal-Anbindung fällig. Der Systempreis schießt dann einschließlich CPU auf 20 bis 30 Kilomark. Wenig tröstlich, sondern eher ärgerlich: In sol-

chen Fällen ergibt sich bei den üblicherweise vorliegenden 16 analogen oder gar 48 digitalen I/O-Kanälen pro Board eine Reservekapazität von einigen hundert Prozent.

Die Problematik ist aber nicht neu. Schon zu Beginn der VMEbus-Ära vor immerhin mehr als zehn Jahren gab es einige Pfiffige, die zwar die Wortschöpfung Mezzanine noch nicht kannten, aber mit der lässigen Bezeichnung Piggyback dem gestreuten Anwender Hilfe boten. Durch festgelegte Stecker-Schnittstellen auf einem VMEbus-Board können zusätzliche Platinen aufgesteckt werden, die zumeist die Signalanpassung verwirklichen. Enthält das VME-



**M-Module auf einer PC/AT-Trägerkarte: Mit drei Modulen bestückt, ist nur einer direkt am Slotblech verfügbar.**



**Die im PC-Bereich in den USA weit verbreiteten PC/104-Module haben jetzt Zugang zur VME-Welt gefunden.**

bus-Board auf seiner Grundplatine bereits eine CPU, so darf es sich als lokale Intelligenz bezeichnen und bietet dem Nutzer die gern gesehene Möglichkeit, sich gleich on board um die Vorverarbeitung seiner Signale zu kümmern.

Der Entwurf spezieller Signalanpassungskarten mit geringen Abmessungen und ohne großartige Intelligenz – denn die CPU hockt ja schon auf dem Baseboard – ist wenig

zeitaufwendig und damit ungleich kostengünstiger. Bietet man dem Anwender neben einer Reihe von Standard-I/Os auch noch die Entwicklung eigener Aufsatzplatinen an, kann man die eingangs erwähnte Flexibilität bei vernünftigen Kosten unter einen Hut bekommen.

### Familienchronik

Typischerweise bestand dieser Bedarf vor allem in den großen Zentren angewandter Physik. Dort hatte man sich frühzeitig für Standards entschieden und bisher auch genügend finanzielle Sicherheit zur Realisierung. Ein Vorreiter für die Kreation dieser Module war die mittlerweile abgetauchte französische VMEbus-Schmiede Data Sud, die auf dem unteren Drittel eines CPU-Boards Platz für Aufsatzplatinen bot. Mit 'FlexiPM' fand man auch gleich den richtigen Namen. Aus Rücksicht auf eventuell vom Nutzer selbst erbaute WRAP-Prototyp-Karten wurde in das VMEbus-Board ein Loch ge-

fräst, durch das man bei abgenommener Aufsatzplatine durchschauen konnte. So war der einprägsame Werbeslogan 'Fenster zur VMEbus-Welt' geboren, was Data Sud allerdings nicht viel Erfolg gebracht hat – aus welchen Gründen auch immer.

Aber auch in Deutschland waren die Entwickler nicht träge. Heimlich – so heimlich, daß es lange Zeit in der mittlerweile gewachsenen VMEbus-Familie kaum einer bemerkte – wurde bei Kraus-Maffei ein ähnliches Konzept mit Aufsatzkarten ausgetüftet. Da hier offensichtlich ein größerer Bedarf an I/O-Kapazität bestand, wurde gleich Platz für mehrere Module geschaffen. Daß die Trägerplatine keine CPU aufwies, ist nicht unbedingt als genereller Mangel an Intelligenz zu werten. Mit anderen Konzepten läßt sich diese natürlich auch auf die Master-CPU konzentrieren. Nun, auch Kraus-Maffei ist, obgleich nicht abgetaucht, nicht der große Wurf gelungen. Ihren Modulen war allerdings ein besseres Schicksal beschieden: Als nach-

folgende Generation von ähnlichen Schwestern mit Namen MODULbus und M-Modul genießen sie mittlerweile zumindest einen höheren Bekanntheitsgrad.

Vor Abschluß des historischen Streifzugs ist es nur gerecht, eine weitere deutsche Entwicklung aus diesen Jahren vorzustellen. Eltec ging mit seiner Kreation des IPINs einen ähnlichen Weg und bot für seine Master-CPUs für 68020 und 68030 je einen IPIN-Steckplatz im unteren Viertel des Boards. Für diffizilere Aufgaben stand auch ein Slave-Board mit CPU und drei Steckplätzen zur Verfügung. Der Philosophie des Hauses entsprechend wurden allerdings in erster Linie Add-Ons für Grafik, serielle Schnittstellen und Netzwerk-Anknüpfun-

**Tabelle 1.**  
**Mezzanine-Typen**

Modul-Typ	Träger
APEX/PEX	VMEbus
BBUS	VMEbus, div
COREBUS	VMEbus
DBus-68	VMEbus
E-PAK	VMEbus
EZ-BUS	VMEbus
FLXibus	VMEbus
IDBI/FDBI	VMEbus
IP	VMEbus, PC
IPIN	VMEbus
MODPACK	VMEbus
M-Modul	VMEbus, PC, div
MIB	VMEbus
MODULbus	VMEbus, PC
OMNI-MODULES	VMEbus
PCMCIA	VMEbus, PC
PC/104	VMEbus, PC
PM	VMEbus, div
SAMbus	VMEbus
Sbus	VMEbus, Sun
SMOD	VMEbus, PC
SSM	SPS
SQUALL	VMEbus
TM40	VMEbus, PC
UIC	VMEbus
Xbus	VMEbus, div

**So geht's auch. Die RM 230 von Ramix macht die Vielfalt der PCMCIA-Karten für den VMEbus zugänglich.**



**Tabelle 2. Trägerkarten**

Hersteller	Land	Distributor	Modul-Typ	Trägerkarten für		
				MEbus	PC	Diverse
esd Force	D		FLXibus	6 HE		
	D		FLXibus	6 HE		
Greenspring	USA	EBV, EMK, esd, Omniday	IP	3/6 HE		
MicroSys	D		IP	3 HE		
Motorola	D	EBV, EMK, esd, Omniday	IP	6 HE		
Eltec	D		IPIN	6 HE		
AcQ	NL		M-Modul	3/6 HE	●	
i+ME	D		M-Modul		●	
IEE-Antriebstec.	D		M-Modul	6 HE		
LP Elektronik	D		M-Modul		lang	
men	D	men, Tekelec	M-Modul	3/6 HE	k/l	●
Perimos	D		M-Modul		lang	●
Philips	NL	Philips, Eltec	M-Modul	3/6 HE		
provME	D		M-Modul	6 HE	lang	●
Thermis	F	Tekelec, men	M-Modul	6 HE		
VDS Vosskühler	D		M-Modul	6 HE		
Automata	D		MODULbus	6 HE		
Janz	D	Janz, Eltec	MODULbus	3/6 HE	lang	
SIR	D		MODULbus	6 HE	kurz	●

k: kurze Karte, l: lange Karte

gen angeboten. Typische I/O-IPINs für Signalumsetzungen im industriellen Bereich suchte man vergebens. Immerhin traf die IPIN-Reihe die Interessen der Kundschaft so gut, daß sie heute noch in einer Übersicht für Mezzanines eine bestimmt nicht unbedeutende Rolle spielt. Vor allem im Uni- und Forschungsbereich erfreut sich diese Familie einer gewissen Beliebtheit.

## Aufgemischt

Dennoch herrschte lange Zeit Ruhe auf dem Feld der Aufsatzplatinen. Zwar entwickelten viele Hersteller ihre eigenen kleinen Steckplätze, um interne Anpaß-Schaltungen kostengünstig entwickeln zu können, aber nach außen hin rührte sich wenig. Bis Motorola mit großem Aufwand die bis dahin nur Insidern bekannte US-Firma Greenspring zum neuen Partner im Bereich I/O-Kopplung beförderte. Das umfangreiche Spektrum an I/O-Produkten sowie die Vertrauen einflößende Wahl des Begriffs Industry Pack (IP) für eine Mezzanine-Familie brachte gehörig Bewegung in den Markt. Abgerundet wurde diese Strategie durch die Offenlegung der Schnittstelle, so daß auch andere Hersteller innerhalb kurzer Zeit IP-Module anbieten konnten.

Besondere Aufmerksamkeit zog die Ankündigung auf sich, ein für den Stückzahlenmarkt neu-

entwickeltes VMEbus-Board mit 68040-CPU von vornherein mit vier IP-Steckplätzen zu versetzen. Und das zu Preisen, die erheblich unter denen der sonst gängigen CPU-Boards ohne Mezzanine-Interface lagen. Hier war sie also: die Paarung von Intelligenz, Rechenleistung und Flexibilität im I/O-Bereich bei akzeptablen Kosten. Allerdings soll nicht verschwiegen werden, daß von der Ankündigung bis zu dem Augenblick, als zum erstenmal ein funktionsfähiges 68040-CPU-Board mit IPs in den Händen gehalten werden konnte, fast ein Jahr ins Land zog. Das ließ manchem Projektgenieur mangels Realisierungsmöglichkeit den kalten Angstschweiß in den Nacken laufen.

Immerhin war jetzt der Markt für industrielle I/O-Anbindung in Bewegung geraten. Aufgrund marktpolitischer Strategien wurden nunmehr neue Allianzen verschiedenster Hersteller geschmiedet. Die Stoßrichtung

**VMEbus-Steckplatz gespart, aber an der Frontplatte wieder verschwendet: IP-Module benötigen zusätzlich Transition- module für den industriegerechten Anschluß.**

**Tabelle 3. Trägerkarten Teil 2**

Hersteller	Land	Distributor	Modul-Typ	Trägerkarten für		
				VMEbus	PC	Diverse
Dressler	D		ABIB	6 HE		
Digalog	D		BBUS	6 HE		Eig
Heurikon	USA		COREBUS			
PEPX	D		CXC	3 HE	SA	
Matrix Corporation	USA		DBus-68			
Performance Technologies	USA		E-PAK			
Synergy Microsystems	USA		EZ-BUS			
Ironics	USA		IDBI/FDBI			
Weza	D		MIB	3/6 HE		
Pentek	USA	VSystem	MIX	6 HE		
Dipl.-Phys. Kämmerer	D		No Name	6 HE		Eig
MKC Michels & Kleberhoff	D		No Name	3 HE	kurz	Eig
Omnybyte	USA		OMNIMODULES			
Ampro	USA	Tekelec	PC/104		●	
Xycom	USA	Tekelec	PC/104	6 HE		
Ramix	USA	First	PCMCIA	6 HE		
Radstone	UK	Radstone	PEX/APEX	6 HE		
kws	D		PM	3 HE		SA
General Microsystems	USA		SAMbus			
Force	D		Sbus	6 HE		
DMS	D		SMOD	3/6 HE	lang	
Cyclone		CC&I	SQUALL	6 HE		
VIPA	D		SSM			SPS
Loughborough SIL	E	Electr. Tools	TIM40	6 HE	●	
MicroSys	D		UIC	6 HE		
esd	D		Xbus	6 HE	●	

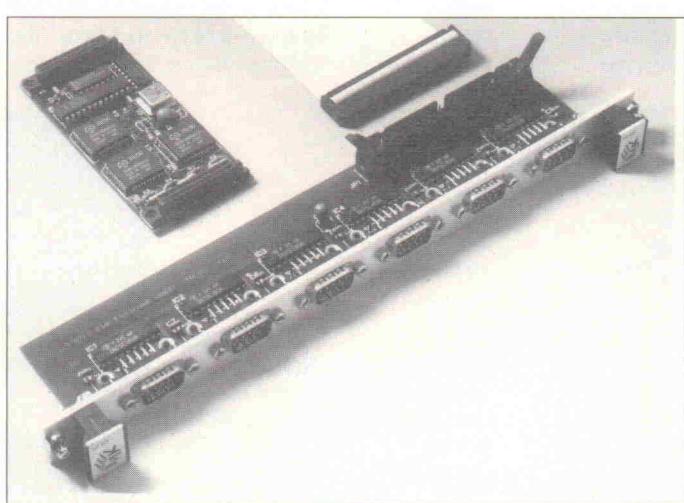
Eig: Eigenentwicklung, SA: Stand Alone, SPS: SPS-Anschaltung

war klar: Da war jemand angekommen, über Preis und Konzept den I/O-Markt aufzurollen. Und dieser Jemand war einer der Großen. Die Angst vor der totalen Marktbeherrschung kam auf. Zum großen Segen der anderen Seite des Marktes – der Kunden – wurden endlich Nägel mit Köpfen gemacht. Die bisher vorhandenen Aufsatzkonzepte wurden werbewirksam in Mezzanine-Familien ge-

edelt. Die pfiffigeren sorgten durch die Gründung von Anwender- oder Herstellervereinigungen für begleitende Supportmaßnahmen, die das Vertrauen des Abnehmers stützen sollten.

## Partystimmung

Ein Grundgedanke des VMEbus – das Anbieten eines offenen Standards stärkte unter Inkaufnahme von interner Konkurrenz



## Adressen

AcQ	EMK Elektronik GmbH	men Mikro elektronik	Philips IAS
NL-AP Oss	Bretten	GmbH	Frankfurt
+31-41 20/5 10 55	0 72 58/92 00 21	0 69/79 40-93 40	
+31-41 20/5 10 50	0 72 58/92 00 28	0 69/79 40-93 91	
Automata	esd GmbH	MicroSys GmbH	proVME GmbH
Karlstfeld	Hannover	Sauerlach	Mannheim
0 81 31/9 81 46	0 51 11/37 29 80	0 81 04/8 01-0	0 62 1/4 81 58 45
0 81 31/9 76 90	0 51 11/63 36 50	0 81 04/8 01-14	0 62 1/4 81 58 44
CC&I GmbH	First Components	MKC GmbH	Radstone Newcomp
Gauting	GmbH	Wuppertal	GmbH
0 89/8 50 97 18	Sauerlach	0 02/45 01 35	Kelkheim
0 89/8 50 97 19	0 81 04/70 44	0 02/45 04 63	0 61 95/69 01-2
Digalog GmbH	Force Computers	Modulbus e. V.	0 61 95/91 00 30
Berlin	GmbH	Paderborn	
0 30/4 67 02-0	Neubiberg	0 52 51/5 51 31	
0 30/4 67 02-1 11	0 89/6 08 14-0	0 52 51/15 50 91	
Dipl.-Phys. Kämmerer	Heurikon Corp.	Motorola GmbH	SIR Elektr. Systeme
Bonn	USA-Madison, WI	Hamburg	Immendingen
0 22/22 31 51	608-831-0900	0 40/23 62 04-0	0 74 62/60 66
0 22/22 90 29	608-831-4249	0 40/23 62 04-49	
DMS Dorsch	i+ME	MUMM e. V.	Tekelec Airtronic
Mikrosystem GmbH	Wolfenbüttel	Nürnberg	München
Steinbergkirche	0 53 31/7 20 66	0 11/3 06 71 70	0 89/51 64-0
0 46 32/14 11	0 53 31/3 24 55	0 11/3 06 72 83	0 89/51 64-10
Dressler GmbH & Co.	IEE-Antriebstechnik	Omni Ray	Tews Datentechnik
Aachen	Kassel	Nettetal	GmbH
0 24/1 88 96 40	0 56 1/8 04-63 49	0 21 57/8 19-0	0 41 01/4 26 37
0 24/1 88 96 20	0 56 1/8 04-63 78	0 21 57/8 19-1 00	0 41 01/4 57 53
EBV Elektronik	Janz Computer AG	PEP Modular	VDS Vosskübler
Burgwedel	Paderborn	Computers GmbH	Osnabrück
0 51 39/80 87-0	0 52 51/15 50-0	Kaufbeuren	0 45 1/7 90 67
0 51 39/51 99	0 52 51/15 50-90	0 83 41/43 02-0	0 45 1/7 90 68
Electronic Tools	KWS Computer-	Perimos	Vsystems Electronic
Ratingen	systeme GmbH	Erlangen	GmbH
0 21 02/88 01-0	Ettlingen	0 73 1/14 23 14	München
0 21 02/88 01-23	0 72 43/7 80 68	0 73 1/14 23 23	0 89/2 72 53 06
Eltec Elektronik GmbH	LP Elektronik GmbH	Philips IAS	WEZA System
Mainz	Weingarten	NL-Eindhoven	technologie
0 61 31/9 18-0	0 75 1/5 23 27	+31-40/78 61 67	Norderstedt
0 61 31/9 18-1 99	0 75 1/4 55 81	+31-40/78 61 67	0 40/5 24 50 44
			0 40/5 24 89 05

den Markt – bewegte auch die Hersteller der verschiedenen Mezzanine-Konzepte. Es fand sich über alle Grenzen hinweg eine illustre Gesellschaft: So tanzten beim MUMM (Manufacturers and Users of M-Modul) mit den nunmehr M-Modul getauften Mezzanines aus dem Kraus-Maffei-Erbe neben dem Gründer Men auch Philips, Thermis, Mizar, Eltec und einige Spezialanbieter. Auch die andere Schwester mit dem MODULbus war nicht müde, und so konnte Janz neben den Spezialanbietern wiederum Eltec gewinnen. Was aber Janz nicht

davon abhielt, auch den FLXibus (Force) zu unterstützen. Die Teilnahme auf mehreren Hochzeiten zeugt davon, daß hier nicht moralisch-orthodoxe Prinzipien oben an stehen, sondern der Wunsch, es dem Kunden über das Angebot recht zu machen.

In der Übersicht sind die aus europäischer Sicht wichtigsten Familien herausgezogen. Für den Anwender ist es mit Sicherheit von großem Vorteil, wenn die Spezifikationen für die Schnittstellen zwischen Träger- und Aufsatzplatine festgelegt,

veröffentlicht und eventuell für eigene Entwicklungen zur Verfügung stehen. Das gilt auch für etwaige Software-Schnittstellen, zum Beispiel zum Anschluß schneller DMA-Kanäle (soweit vorhanden) oder herstellerunabhängiger Interrupt-Anschlüsse. Denn ohne offene Software-Standards ist Hardware heutzutage nicht einmal mehr das Kupfer auf der Platine wert.

Für die Pflege dieser Standards eignen sich aus Sicht des Nutzers vor allem Fördergemeinschaften, die vom Hersteller unabhängig operieren können und nach Möglichkeit für Kompatibilitätsvorschriften sorgen. Wenn es besonders fein zugeht, sorgen diese auch für Tests. Mit dem MUMM e.V. und dem MODULbus e.V. wurden nach alter deutscher Sitte zwei Vereine gegründet, die eben diese Betreuung übernommen haben. Im Falle von MUMM ist diese Vereinigung mit einigen namhaften Partnern sogar international tätig.

Wenn in eigenständigen Publikationen der Standards auch Drittanbieter zu Wort kommen und ihre Produkte vorstellen können – um so günstiger für den Nutzer. Force geht mit ihrer Eagle-Produktreihe sogar so weit, daß sie anderen Herstellern für diese FLXibus-Module bereitwillig Nummern zuteilt. So behält Force selbst den Überblick und kann dem Anwender obendrein einen fein aufgegliederten Produktkatalog präsentieren.

### Qual der Wahl

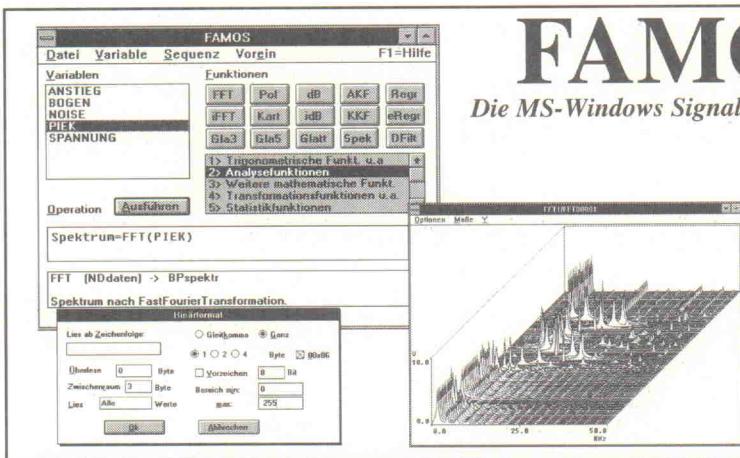
Alles in allem profitiert letztlich der Anwender von dieser Vielfalt. Kein Mezzanine-Hersteller wird behaupten wollen,

dass sein Konzept die Ideallösung bietet – am wenigsten wohl Eltec, die Trägerkarten in drei verschiedenen Standards präsentieren. Aber der Vorteil der großen Auswahl kehrt sich schnell zum Nachteil: Wer die Wahl hat, hat die Qual. Ein genereller Ansatz für eine grobe Einteilung ist die Unterscheidung in mehr rechnerorientierte Schnittstellen und solche, die eher einen industriellen I/O-Charakter aufweisen.

Der Oldie IPIN von Eltec und die modernen FLXibus/Eagle-Module von Force schlagen deutlich den Weg in Richtung Rechner/Rechner- oder Rechner/Geräte-Schnittstelle ein. Die Palette der Module für Ethernet, SCSI, Grafik sowie serielle und Feldbus-Schnittstellen spiegelt diese Einschätzung wider. Natürlich gibt es auch Anpassungsschaltungen für Analog- und Digital-I/O, aber der Schwerpunkt liegt eindeutig im Bereich der schnellen digitalen Schnittstellen. Insbesondere die FLXibus-Schnittstelle, die als Untergruppe den kompletten 68k-Bus einschließlich IRQ, BusRequest/Grant und DMA-Fähigkeit aufweist, hinterläßt hier einen sehr guten Eindruck und wird sicherlich schnell das Herz des anspruchsvollen Entwicklers erobern – wenn er denn vor an spruchsvollen Aufgaben steht.

### Familienbande

Auf der anderen Seite demonstrieren die Schwestern MODULbus und M-Modul durch robustes Design schon eher ihre Industrie-Kontaktfähigkeit. Hier mag der rührige Einsatz von MUMM mit seiner breiten Angebotspalette von Modulen und Herstellern zu leichten Feldvorteilen für die M-Module



# FAMOS

Die MS-Windows Signalanalysesoftware

visualisieren, analysieren, dokumentieren

NEU!!!!  
Version 2.0 ist da  
Updates ab sofort lieferbar

Fordern Sie noch heute die Demo Disk mit Tutorial an!

imc Messsysteme GmbH  
Voltastraße 5  
13355 Berlin  
Tel. 030-467 090-0  
Fax. 030-4631-576

ADDITIVE GmbH  
Max-Planck-Straße 9  
61381 Friedrichsdorf / Ts  
Tel. 06172-770-15  
Fax. 06172-776-13

DATALOG GmbH  
Trompeterallee 110  
41189 Mönchengladbach 4  
Tel. 02166-9520-0  
Fax. 02166-9520-20

geführt haben. Ansonsten ist die Wahl aufgrund ihrer ähnlichen Vergangenheit eher Geschmackssache, wenngleich ein kleiner Wermutstropfen in den MUMM-Kelch fällt: Offensichtlich historisch bedingt wurde die Mittelreihe des P2-Steckers mit I/O-Signalen belegt, obwohl diese eindeutig für die 32-Bit-Adresse-Raum-Erweiterung des VMEbus reserviert sind. Wem immer es schon einmal passiert ist, eine CPU-Karte versehentlich auf einen derartig verdrahteten Steckplatz – oder eine I/O-Karte auf einen CPU-Steckplatz – zu schieben, kann über die machtvolle Wirkung von zum Beispiel 24 V Prozeßspannung auf Leiterbahnen in Multi-Layer-Boards und ihre angeschlossenen Treiber-IC klagen.

Die Motorola/Greenspring-IP-Familie ist vom großen Angebotsspektrum her ebenfalls eher dem I/O-Bereich mit industriellem Charakter zuzuordnen. Als Handicap treten hier der relativ geringe Platz für Bauteile sowie die lediglich über Flachband-Steckverbinder zugänglichen Signale auf. Erstes fordert den Grips der Entwickler, spielt aber letztlich durch die geeignete Wahl miniaturisierter Bauteile für den Anwender keine große Rolle.

## Industriekontakte

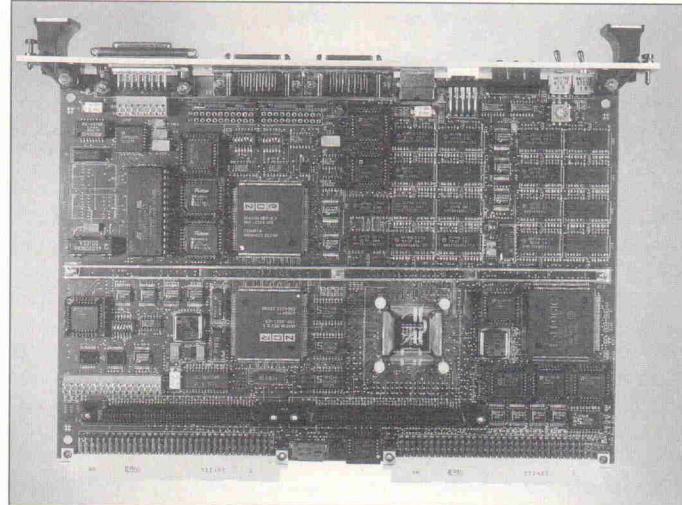
Die Zuführung der Prozeßsignale auf die Platinen ist dagegen unglücklich gelöst. Je zwei Miniatur-DSUBs bilden zwar eine sichere Verbindung zur Trägerplatine. Anschließend führen sie die Signale jedoch über Steckerwanne und Flachbandkabel nach außen. Der industriellen Kundschaft wird deshalb verschämt ein sogenanntes Transitionmodul untergejubelt, das aus einer Frontplatte mit Stummelplatine besteht. Nach hinten ist eine Steckerwanne für das Flachbandkabel plaziert, und vorne ist eine DSUB-Buchse eingebaut, die sich vernünftig verriegeln lässt. Aber diese Methode kostet nicht nur Geld, sondern auch Steckplätze.

Eltec, Force, Janz und Men haben dieses Problem sehr viel besser gemeistert und von vornherein DSUB-Buchsen für einen Frontplatten-Anschluß vorgesehen, die eine einwandfreie Verriegelung von Anwenderkabeln zulassen. Vor allem das FLXibus-Modul

**Tabelle 4. Module**

Hersteller	Land	Distributor	Modultyp	Analog In	Analog Out	Analog I/O	Digital In	Digital Out	Digital I/O	Multi I/O	Serial	CAN	ProfiBus	Ethernet	Arctnet	IEEE**488	DSP	Grafik	PCMCIA	SCSI	Diverse
Connect esd	NL		FLXibus	●	●	●															
Force	D	Force, esd	FLXibus																		
Janz	D		FLXibus																		
Ariel	USA		IP	●																	
EMK esd	D	EBV, esd	IP																		
Greenspring Comp.	USA	EBV, EMK, Omnidray	IP				●	●	●												
Motorola	USA	EBV, EMK, esd, Omnidray	IP																		
Snijder	NL	EMK	IP																		
Tews	D	Tews, EBV	IP	●	●	●															
Eltec	D	Eltec	IPIN																		
AcQ	NL		M-Modul	●	●	●	●	●	●												
i+ME	D		M-Modul																		
IEE-Antibeschn.	D		M-Modul																		
men	D	men, Tekelec	M-Modul	●	●																
Perimos	D		M-Modul																		
Philips	NL	Philips	M-Modul	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
pro VME	D		M-Modul	●	●	●															
Automata	D		MODULbus	●	●	●															
Janz	D	Janz, Eltec	MODULbus	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
SIR	D		MODULbus	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●

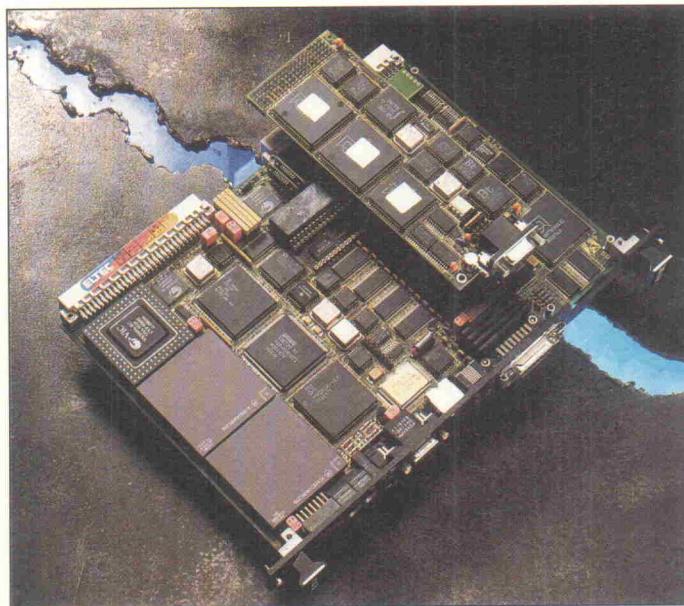
weist eine sehr aufwendige Konstruktion auf, die mit einer Aussparung in der Trägerplatine und einer kunstvollen Einfräseung auf der Frontplatte sowie zusätzlichen Aluminiumklötzen als Verbindung zwischen DSUB-Buchse,



**Die SPARC auf dem VMEbus:  
Der Brückenschlag zu Unix und S-Bus.**

**Tabelle 5. Module Teil 2**

Hersteller	Land	Distributor	Modultyp	Analog In	Analog Out	Analog I/O	Digital In	Digital Out	Digital I/O	Multi I/O	Serial	CAN	Ethernet	DSP	Grafik	PCMCIA	SCSI	Diverse
Dressler	D		ABIB	●														
Digalog	D		BBUS															
Dipl.Phys.Kämmerer	D		Comport				●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Weza	D		MIB	●														
Pentek	USA	VSystem	MIX	●	●	●												
Interphase	USA	CC&I	NoName															
MKC	D		NoName	●			●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Primary Rate	USA	CC&I	NoName															
Ramix	USA	First	PCMCIA															
Radstone	UK		PEX/APEX	●	●													
kws	D		PM	●	●													
DMS	D		SMOD	●	●		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Cyclone	USA	CC&I	SQUALL															
VIPA	D		SSM															
Loughborough SIL	E	Elektr. Tools	TIM40															
MicroSys	D		UIC															
esd	D		Xbus	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●



**Oldies, but Goldies:  
IPIN-Module auf 68040-  
Doppel-CPU.**

Frontplatte und FLXibus-Modul Vertrauen schafft. Vielleicht mit ein Grund dafür, daß es den Mitgliedern dieser Mezzanine-Familie nicht gelingt, in den Bereich der Low-Cost-Platinen zu gelangen.

### Die Rosinen rausgepickt

In keinem Fall sollte der ratschende Anwender sich aber nun als Fan des einen oder anderen Clans erklären. Nibelungentreue ist bei der Wahl des Systems nicht angesagt. Vielmehr sollte der Kunde es so wie die wechselnden Tanzpartner aus dem Hersteller-Reigen halten und sich jeweils die Rosinen rauspicken, die zweckmäßig und kostengünstig seinem aktuellen Problem gerecht werden. Auch wenn der Vertreter weint. Aber bitte: Bei der Entscheidung nicht allein nach der Papierform gehen. Eine der ersten Fragen nach Durchsicht der Kataloge sollte stets die nach der Verfügbarkeit sein. Nicht selten stehen die Hersteller unter dem Zwang, eine komplette Modul-Palette zu

präsentieren, die alle gängigen und nichtgängigen Forderungen abdeckt. Mit dem Mut der Verzweiflung wird dann das gerade angedachte Produkt zum Katalogartikel erhoben. Hier gilt es, den Ist-Zustand auf den Soll-Zustand hin abzuklopfen.

Ein weiteres Ärgernis ist die Angabe von Spezifikationen, die für sich betrachtet durchaus richtig sein mögen, in der notwendigen Kombination aus Modul und Trägerplatine den Anwender in die Irre führen. So gibt etwa die Angabe der Sampling-Frequenz eines A/D-Wandlers nur wenig zur Beurteilung der Scan-Rate des Analogsignals her. Diese liegt nämlich im allgemeinen

### Unterstützung der Modulstandards

Modultyp	Pflege durch	Publikation	Offener Standard
FLXibus	Force	FLXibus	ja
IP	Motorola	The flexible embedded designer	ja
IPIN	Eltec	IPIN Docu	ja
M-Modul	MUMM e. V.	Basic M-Module specification	ja
MODULbus	MODULbus e. V.	MODULbus specification manual	ja

durch das gesamte Handling vom Einstellen des Multiplexers, Starten des A/D-Wandlers bis zu den Polling-Sequenzen der CPU für das Abholen des A/D-Wertes um ein Vielfaches niedriger. Kein Wunder, daß dann die Performance gewaltig einknickt.

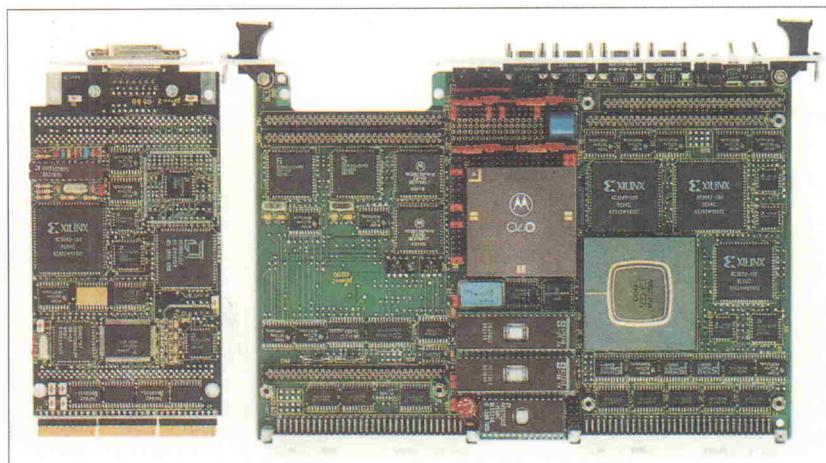
### Augen auf beim Modulkauf!

Noch fataler können die Folgen im Digital-Out-Bereich sein. Die Papierform von zum Beispiel 24-V-Ausgangstreibern mit 16 Kanälen à 0,5 A in der Spezifikation eines IP-Moduls muß letztlich doch über all die kleinen Steckerstifte vom Add-On auf die CPU-Mutterplatinen und dann in Feinleiter-Technik vom Multi-Layer in ein Flachbandkabel gefädelt werden. Immerhin schon 8 A bei 24 V. Wagt man dann mit vier Add-Ons das Maximum von 48 Kanälen,

müssen immerhin 32 A bei 24 V (in Worten siebenhundertachtundsechzig Watt) im fast luftfreien Zwischenraum von CPU und Add-Ons geschaltet werden. Vabanquespiel? Oder 'Rien ne va plus'? Also Augen auf: Papiertiger entlarven.

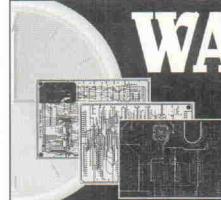
Diese kleinen Stolpersteine sollten einem aber nicht die Freude an den Mezzanines verriesen. Auch konventionelle I/O-Boards kämpfen mehr oder weniger mit diesen Schwierigkeiten, nur daß dort nicht durch die zahlreichen Kombinationsmöglichkeiten von Modul und Träger weitere Falltüren lauern. Letztlich hilft immer nur ein sauberes 'Engineering', in dem bereits zum Zeitpunkt der Karten-Auswahl das anstehende Problem möglichst tiefgehend analysiert wird.

Die Übersicht zeugt von einer großen Anzahl verschiedener



**Bei Force ersetzt der FLXibus mittlerweile herkömmliche Standardanschlüsse wie SCSI und Ethernet.**

## WAS KOSTET EIN PCB-LAYOUT SYSTEM?



Bei ULTImate Technology können Sie für nur DM 1.395 (DM 1.615 inklusive MwSt und Versand) das CHALLENGER 700 System anschaffen. Dieses 32-bit-System mit einer Kapazität von 700 Pins ist aufrüstbar zu den größeren Systemen.

Vergleichbar mit 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 10.000 Anwendern weltweit gehört ULTIBOARD zu den führenden PCB-Layoutsystemen.

**ULTIMATE**  
TECHNOLOGY

Taube El. Design Tel. 030 - 691-4646 Fax -6942338  
Infocomp Tel. 09721-18474 Fax -185588  
Putberg D & E Tel. 06428 - 1071 Fax -1072  
Inotron Tel. 089 - 4309042 Fax -4304242  
Hauptsitz : NL Tel. 00-31-2159-44444  
BB Elektronik Tel. 07123 - 35143 Fax -35143  
Fax 00-31-2159-43345

Familien, die fast immer mindestens ein Bein im VMEbus stehen haben. Für den Nutzer, der sich hin und wieder auch in der PC-Welt herumschlagen möchte, mag die gleichzeitige Präsenz von PC-Trägerkarten ein Vorteil sein. Daneben werden teilweise noch eigene Systeme unterstützt, die in der Tabelle unter 'Diverse' zusammengefaßt sind. Dazu gehören auch erste Sprößlinge aus der SPS-Welt. Das sei hier kurz hervorgehoben, weil speicherprogrammierbare Steuerungen im Rechnermarkt häufig links liegengelassen werden, obwohl ihre Einsatzstückzahlen die des VMEbus um Zehnerpotenzen übertreffen.

## Flachmänner

Neben den bereits herausgegriffenen Modul-Familien könnte sich die PCMCIA-Schnittstelle in naher Zukunft noch stark hervortun. Ursprünglich als handliche Speicherplatte aus der PC-Welt gekommen, gibt es mittlerweile auch für den VMEbus Trägerkarten, die einen Quasi-Standard-Anschluß an die Außenwelt bieten. Wenn einem auch die Vorstellung, mit diesen flachen Kärtchen irgendwann Leistung zu schalten, heute noch eine leichte Gänsehaut über den Rücken jagt, so sind doch einige Anbieter schon

**MCB 600 von Weza**  
**Systemtechnologie:**  
**Bis zu drei MIB-Module**  
**stecken kopfüber auf**  
**der VMEbus-Slavekarte.**  
**Gut erkennbar ist die**  
**saubere Trennung**  
**zwischen Prozeß und**  
**Rechner.**

dabei, Analog-Interfaces vorzubereiten. Und im PCMCIA-Standard ist von der Miniatur-Wechselseitplatte bis zum GPS-Sattelitenempfänger fast jede Spezialanwendung erhältlich, die die Phantasie hergibt.

Eine runde Sache ergibt sich aber jetzt schon, wenn über den PCMCIA-Port ein Feldbus angeschlossen wird. Hier eröffnet

sich dann sofort die große Welt der I/O-Anbindung mit industriegerechten Standard-Interfaces. Die dabei abfallende saubere Trennung von Prozeßwelt mit allen ihren Stör- und Schmutzsignalen und der empfindlichen Rechnerwelt können den Projektierer endlich ruhig schlafen lassen. Ein weiterer Vorteil ergibt sich außerdem aus der einfachen Möglichkeit,

Signalumsetzerkarten oder auch PCMCIA-Einsteckkarten in laufenden Systemen zu tauschen. Hier gerät nämlich die Kompatibilität der Mezzanine zum Nachteil: Zwischengeschosse lassen sich nur wechseln, trennen oder herausnehmen, wenn man das ganze Haus zerlegt. Und dazu schaltet man den Rechner besser aus.

## Vom PC zu VME

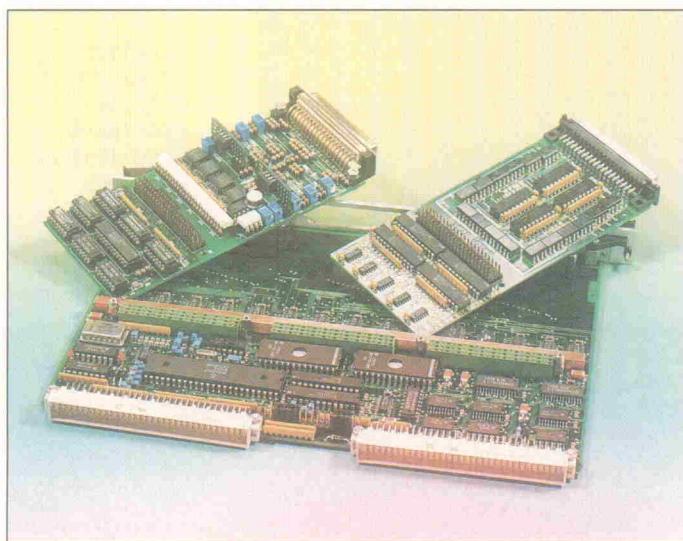
Ein anderes Stiefmütterchen blüht in Form der hierzulande nahezu unbekannten PC/104-Familie. Dieser in den USA sehr beliebte Mezzanine-Standard wurde bereits 1987 unter dem Motto 'The Need for an Embedded-PC Standard' ins Leben gerufen. Er sollte der weitverbreiteten PC-Hardware einen industrieverträglichen PC-Bus verschaffen. Vor allem mit Steckern und Buchsen anstelle von goldangehauchten Platinenkanten konnte dieser Unterbus das Vertrauen der industriellen Kundenschaft in saubere Kontakte gewinnen.

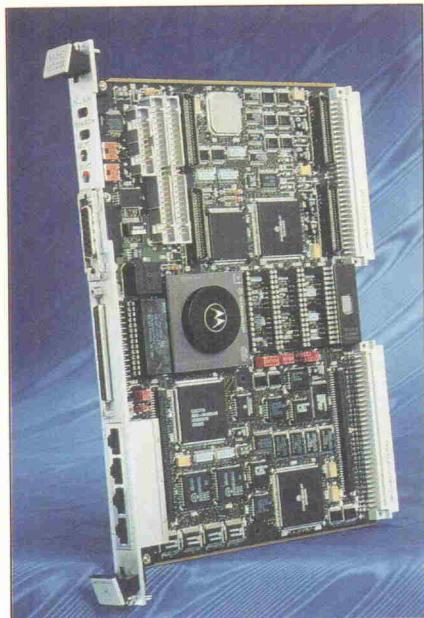
Das 'PC/104 Consortium', eine Herstellervereinigung, die inzwischen über 40 Mitglieder aufweist, legte 1992 mit der IEEE P996.1 einen Vorschlag zur Standardisierung vor. Diese

**Tabelle 6. PC/104-Module (Vertrieb Tekelec)**

Hersteller	Land	Analog In	Analog Out	Analog I/O	Digital In	Digital Out	Digital I/O	Multi I/O	Serial	Ethernet	Diverse
Acquire	TAIW						●		●		
Adtron	USA								●		
Ajeco	SF	●	●	●	●	●	●	●	●		
Ampro Com.Inc.	USA								●		
APC (Auto.Proc.Con.)	USA						●				
Aprotek	USA								●		
Arise Computer	USA						●				
ASEM	I								●	●	
ATEN	D								●		
Control Tech. Syst.	USA					●	●	●	●	●	
DDI	USA			●							
Diamond Syst.	USA	●	●			●	●				
Digital-Logic	SWI								●	●	
EnclosureTech.	USA								●		
Informativ	D								●		
Liyuan Com.Tech.	CHIN		●		●	●					
Megatel	CAN								●		
MESA Electr.	USA	●	●			●		●	●		
Microproc. Ing.	USA							●	●	●	
Microware	USA								●	●	
Mitac	TAIW					●			●		
Motion Engineering	USA					●					
N4 Communications	USA							●	●	●	
Paravant	USA								●		
Rapid Controls	USA							●			
Real Time Devicer I.	USA	●	●	●		●	●				
Real Time Devices	USA							●	●		
SBS Science&Tech.	CHIN							●			
Scanning Devices	USA				●	●					
Sealevel Systems	USA								●		
Technology 80	USA							●			
XYCOM., INC.	USA								●	●	●

**Im Anflug auf die**  
**Trägerkarte.**  
**Der Modulbus bietet**  
**eine solide mechanische**  
**Lösung für die**  
**Signalanbindung.**





**MVME 162:  
Motorolas 68040-  
Karten-Serie für zwei  
bis vier IP-Module  
hat die Verbreitung  
der modularen  
Bauweise in  
Schwung gebracht.**

Norm regelt die Größe von  $3,6 \times 3,8"$ , 'robuste und zuverlässige' Steckkontakte in zwei Reihen zu 64 plus 40 Pins (= 104!) sowie eine Treiberleistung von 6 mA per Pin. Die pfiffige Idee der Verkupplung von Männchen und Weibchen auf der Ober- und Unterseite des PC/104-Moduls erlaubt dabei die Möglichkeit des

'self-stacking bus': Ein Aufeinanderstecken der Mezzanines führt so vom Zwischengeschoß zum Turmbau. Kostenmäßig verzichtet dieser Standard auf eine Backplane, allerdings zu Lasten der mechanischen Stabilität. Immerhin wagt die Gruppe, durch Erfolge im PC-Bereich mutig geworden, nun den Weg aus der

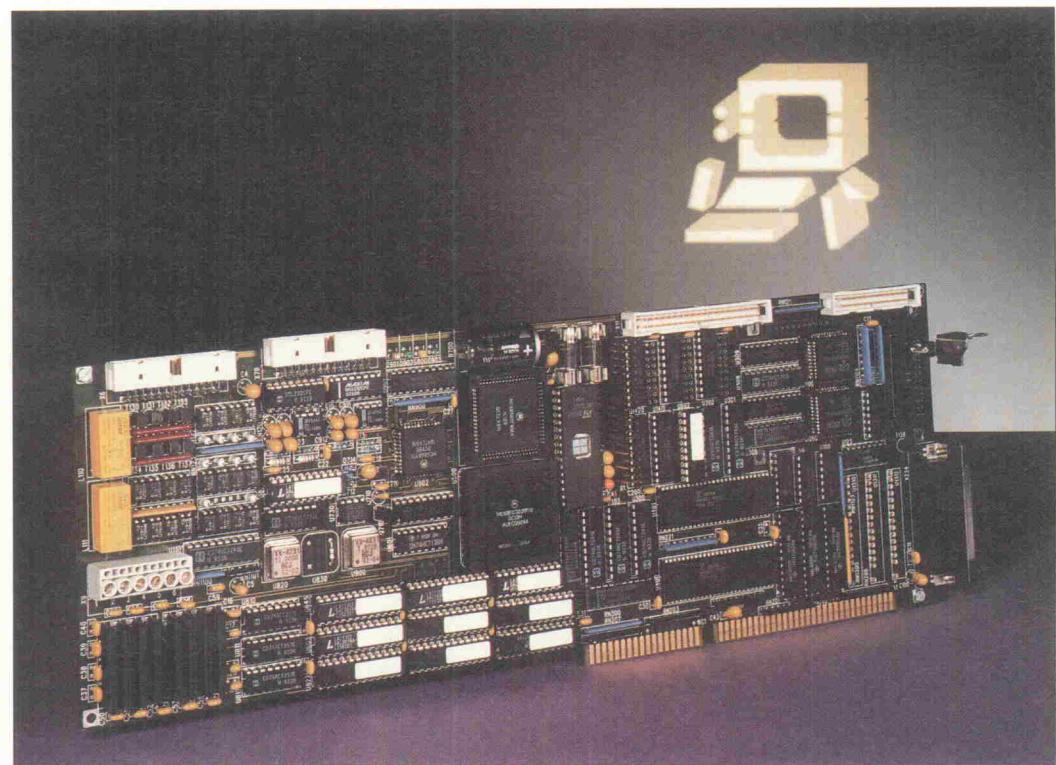
PC-Welt heraus und bietet auch Trägerplatten für den VMEbus an.

### Exoten

Ein weiterer Vertreter, der in diesen Übersichten dem Lager der Exoten zugeschlagen wurde, ist der S-Bus. Diese mit Sicherheit ungerechte Zuordnung eines Standard-Unterbusse, der in der Sun-Welt für den Unix-Anwender millionenfach zum Einsatz kommt, ergibt sich letztlich aus der geringen Präsenz von SPARC-RISC-Bausteinen im VMEbus-Bereich. Hier ist zur Zeit die Dominanz der 680x0-Familie noch ungebrochen. Jedoch erzielte Force im letzten Jahr einen Umsatzanteil von fast 40 % für VMEbus-Platten mit SPARC-Chips. Tendenz steigend, zumal auch andere Anbieter diese Alternative zum Motorola-CISC aufgriffen. Und dann könnte die große Vielfalt der bereits existierenden S-Bus-Module das Reich des VMEbus erobern. Allen voran die beeindruckend schnellen und hochauflösenden Grafik- und Grafikbeschleuniger-Platten.

Die in der 'Exoten-Tabelle' zusammengefaßten Anbieter sollen sich bitte nicht diskriminiert fühlen, schließlich erfüllen auch sie die Kriterien nach offen gelegter Schnittstelle und diversen Modulen mit Schnittstellen für analoge, digitale, serielle oder spezielle Schnittstellen. Allerdings liegt ihr Bekanntheitsgrad hinter den bisher untersuchten Mezzanine-Familien zurück, und auch eine Erweiterung der Angebotspalette durch Fremshersteller ist häufig nicht gegeben. Außerdem erhebt diese Übersicht keinen Anspruch auf Vollständigkeit, wenngleich die aufgeführten Produkte nach bestem Wissen und Gewissen kategorisiert wurden. Eine Zuordnung zu dieser Tabelle sollte keinen Anwender davon abhalten, sich auch mit diesen Produkten auseinanderzusetzen. Vielleicht liegt hier genau die Lösung für sein ganz spezielles I/O-Problem. Im Zweifelsfall empfiehlt sich aber ein gezieltes Nachhaken, um die Offenlegung der Schnittstelle für Hardware und Software sowie die garantierte Lizenzfreiheit zur Nutzung der Schnittstelle sicherzustellen. Auch die Frage nach dem Support muß gestellt werden sowie natürlich die nach der Verfügbarkeit von Trägern und Modulen auch über längere Zeiträume. Herstellerübergreifend gefertigte Produkte genießen einen zusätzlichen Vertrauensbonus.

Wer das gewünschte Modul mit Hilfe dieser Übersicht nicht findet, aber bereit und in der Lage ist, eigene Mezzanine-Entwicklungen durchzuführen, sollte vielleicht aktiv in das Marktgeschehen eingreifen. Denn Zwischengeschosse lassen sich leichter einziehen als neue Häuser bauen. ELRAD stellt dazu demnächst detailliert Technik und Grundlagen einzelner Modulsysteme vor. cf



**Die WEPC-Karte von  
provME bringt einen  
68EC020 und M-Module  
in den PC.**

# 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.

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 10.000 Anwendern weltweit gehört ULTIBOARD zu den führenden PCB-Layoutsystemen.

**ULTIBOARD** COMPUTERAIDED PCB DESIGN

**ULTIMATE** TECHNOLOGY

Hauptsitz : NL  
Tel. 00-31-2159-44444  
Fax 00-31-2159-43345

Taube El. Design Tel. 030 - 691-4646 Fax -6942338  
InfoComp Tel. 09721-18474 Fax -185588  
Pulberg D & E Tel. 06428 - 1071 Fax -1072  
Innotron Tel. 089 - 4309042 Fax -4304242  
BB Elektronik Tel. 07123 - 35143 Fax -35143

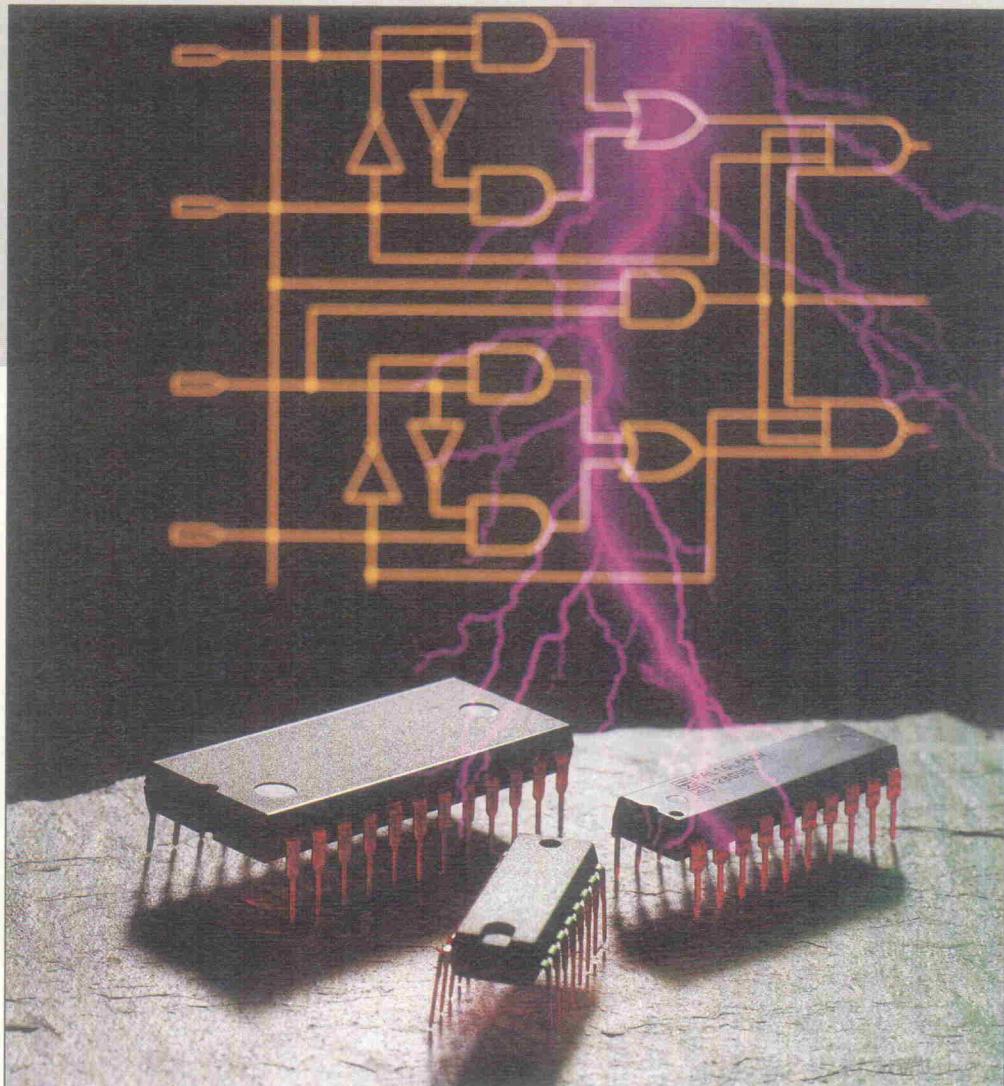
# PALASM & Co

## Marktreport PLD-Software (Teil 3): proLogic und OPAL jr.

Markt

Ulrike Kuhlmann

Wer den Tiefen der TTL-Logik entsteigen und in die Programmierung komplexerer PLDs einsteigen möchte, dem stehen immer mehr Tools zur Verfügung. Und nicht nur, daß diese Designwerkzeuge immer mehr leisten – ihr Preis sinkt auch immer mehr Richtung Null.



Die vorgestellten Systeme proLogic und OPAL junior sind herstellerabhängige Werkzeuge für die Entwicklung von PALs und GALs. Sie stehen in einer Reihe mit Tools wie PALASM, XEPLD, PLDShell oder First Step, die bereits im ersten Teil beschrieben wurden. OPAL junior ist eine eingeschränkte Version des Komplettpakets OPAL (Open Programmable Architecture Language) von National Semiconductor. Der Junior unterstützt alle NSC-PLDs bis zur Komplexität eines GAL und ermöglicht zudem unter eigener Oberfläche die Konvertierung von bestehenden PALs in GALs.

Der Logik-Compiler proLogic ist für den Entwurf von PLDs der Firma Texas Instruments vorgesehen. Er ist ein reines Konvertierungsprogramm ohne User-Oberfläche, erfordert also immer einen separaten Texteditor zur Schaltungsbeschreibung. Die Software erlaubt die einfache Umsetzung von TTL-Logik in komplexere PLD-Designs.

### proLogic

proLogic erwartet in der Version 3.0 als Systemvoraussetzung einen PC mit 1,8 MByte Platz auf der Harddisk. Die Installation ist schnell getan, nur

den Disketteninhalt in ein Unterverzeichnis kopieren und mit dem Befehl 'Prologic' das selbstextrahierende Programm aufrufen. Der TI-Compiler läßt sich auch unter Windows starten. Bedingung dafür ist Windows 3.1 und die Verknüpfung aller PLD-Dateien (\*.pld) mit der Datei LCP.PIF sowie aller Jedec-Dateien (\*.jed) mit LS.PIF – was man im Windows-Dateimanager vornimmt. Möchte man ohne Windows-Einbindung kompilieren, bedient man sich einfacher DOS-Befehle.

TI liefert die Software auf einer 5,25"-Diskette frei Haus. Dazu gibt's ein ausführliches 180sei-

## Der Buchtip

### ‘PLD-Schaltungsdesign auf dem PC’

Das Buch gibt eine Einführung in den Aufbau und die grundlegenden Eigenschaften von PLDs; genauer vorgestellt werden die MACH-Bausteine von AMD sowie Lattice LSI-ICs. Man findet allerdings keine näheren Angaben zu in system programmable ICs – was zu bedauern ist, da diese Bausteine einen Programmierer überflüssig machen und damit gerade für den Einsteiger mögliche Kosten senken. Die Ausführungen beschränken sich auf Logikbausteine mit PAL-ähnlicher Struktur, komplexere FPGAs werden bis auf einen sehr kurzen Hinweis nicht berücksichtigt. Viele konkrete Schaltungsentwürfe in Form von Listings und dazugehörenden Erläuterungen machen den Anwender außerdem mit den Strukturen der passenden Software-Tools vertraut.

Eine Diskette mit der PLD-Software proLogic von Texas Instruments liegt dem Buch bei. Auf dieser sind auch die aufgeführten Beispiele hinterlegt, so daß man sofort alle Schaltungen selbst nachvollziehen kann. Außerdem ist ein PAL-zu-GAL-Konverter von Lattice integriert, mit dem für PALs erstellte Jedec-Files in ein GAL umgeschrieben werden können. Sämtliche Programme sind unter einer Oberfläche zusammengefaßt. Man muß nur einen eigenen Editor einbinden, dann sind von dieser alle Compiler-Stationen komfortabler erreichbar.

Adolf Auer  
PLD-Schaltungsdesign auf dem PC  
München 1193  
Franzis-Verlag GmbH  
192 Seiten  
DM 78,-  
ISBN 3-7723-4811-4

tiges Handbuch, das auf knapp 80 Seiten alles Wissenwerte über das Arbeiten mit proLogic enthält. Außerdem findet man auf 60 Seiten komplette Schaltungsbeispiele und im restlichen Teil sind Logikdiagramme der von proLogic unterstützten TI-PLDs abgebildet – laut Handbuch übrigens 33 Stück.

Das Programm erlaubt eine Schaltungseingabe in Form von Booleschen Gleichungen, Wertetabellen und Zustandsdiagrammen, wobei innerhalb eines Designs auch alle drei Formen mischbar sind. Außerdem steht ein funktionaler Simulator zur Verfügung, der eine schnelle und einfache Überprüfung der Schaltung erlaubt. Bild 1 zeigt schematisch den Entwurfsablauf mit proLogic. Nach der Designeingabe wird die Schaltung als PLD-File (\*.pld) abgespeichert. Der Com-

piler erzeugt hieraus ein Listing mit den reduzierten Gleichungen auf And-/Or-Basis sowie den Fuse Plot des ausgewählten Bausteins. Das Jedec-File (\*.jed) steht einerseits für den Programmierer zur Verfügung und dient zum anderen als Eingabeformat für den Simulator. Der wiederum gibt ein entsprechendes Test-File (\*.tst) aus.

Alle Dateien lassen sich im Editor ansehen, wobei insbesondere die letzteren aufschlußreich ist: Tritt bei der Simulation ein nicht erwarteter Wert auf, zeigt das Test-File hinter der entsprechenden Stelle den richtigen Pegel und ermöglicht so ohne langes Suchen eine Korrektur. Von Nachteil ist allerdings sicherlich, daß der Syntax-Check nicht schon beim Kompilieren angezeigt wird: erst ein kompletter Durchlauf einschließlich

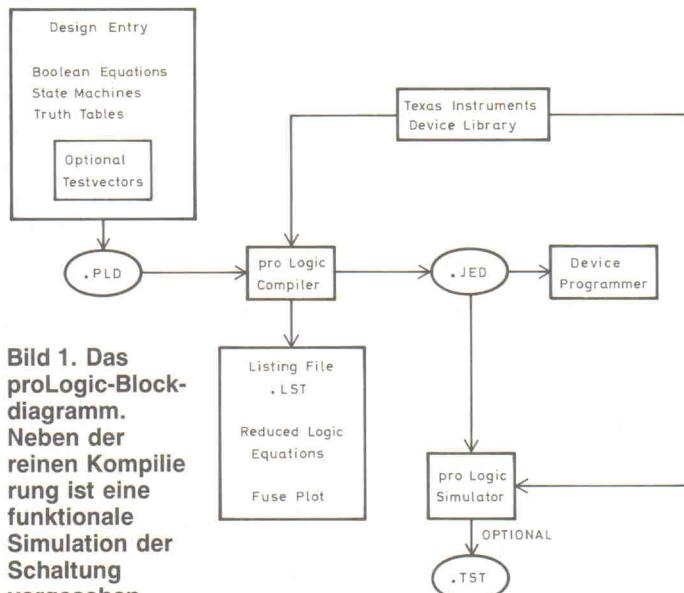
Simulation weist auf mögliche Fehler hin.

## Simulation inbegripen

Grundsätzlich beginnt jeder Entwurf mit dem Titelblock, der neben dem Design-Namen eine kurze Funktionsbeschreibung, die Releasenummer und das Datum enthält. Das INCLUDE-Statement legt den Device-Typ fest, im Listing 1 ist an dieser Stelle noch der EXOR-Operator eingefügt. Er ist in einem sogenannten Header-File XOR.H (im proLogic-Compiler enthalten) definiert und wird mit INCLUDE in das Design des Zählers eingebunden. DEFINE legt die Pinbelegung für den ausgewählten Baustein fest. Nur

so kann der Compiler das entsprechende Jedec-File erzeugen und eine korrekte, bausteinbezogene Simulation durchführen. Q0 = q legt die Ausgänge eines Registers auf active-high, !Q0 = q definiert einen Active-Low-Ausgang.

Nach diesen Deklarationen folgt die eigentliche Schaltungsbeschreibung. Sie kann über boolesche Algebra, Wertetabellen oder State Machines erfolgen. Für boolesche Gleichungen stehen die in Tabelle 1 aufgelisteten Operatoren zur Verfügung. Bei Wahrheitstabellen folgt auf das Schlüsselwort TRUTH\_TABLE eine Kopfzeile mit den Namen aller Ein- und Ausgangssignale, jeweils durch einen Doppelpunkt getrennt. Darunter stehen die gewünschten Werte. State



**Bild 1. Das proLogic-Blockdiagramm.**  
Neben der reinen Kompilierung ist eine funktionale Simulation der Schaltung vorgesehen.

## Testwerte von proLogic

Bedeutung	proLogic Testwerte-Operatoren
0/1	Eingang high/low
2..9	Eingang supervoltage #2..9
C	Eingang low-high-low
K	Eingang high-low-high
L/H	Ausgang high/low
F	Ein- oder Ausgang floating
X	Eingang fest, Ausgang ungetestet
Z	Ein- und Ausgang hochohmig
N	Ein- und Ausgang ungetestet
P	Register vorab geladen

## SIND AUTOROUTER BESSER ALS INTERAKTIVE DESIGNER?

Nein! Autorouter sind zwar schneller, aber ein guter Designer mit einem leistungsfähigen CAD-System ist qualitativ besser.

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 10.000 Anwendern weltweit gehört ULTIBoard zu den führenden PCB-Layoutsystemen.

**ULTIBOARD**  
COMPUTER-AIDED PCB DESIGN

D Taube El. Design Tel. 030 - 691-4646 Fax -6942338  
Infocomp Tel. 09721-18474 Fax -185588  
Patberg D & E Tel. 06428 - 1071 Fax -1072  
Inotron Tel. 089 - 4309042 Fax -4304242  
BB Elektronik Tel. 07123 - 35143 Fax -35143

```

title{   Filename: cnt51.pld
        Function: 5-bit loadable counter with synchronous
                  clear, active high carry-in and carry-out
        Designer: Dung Tu
        Date:      4.Sep.92
}

include p22v10;           /* Device */
include XOR.H;           /* header to define XOR=% */

define CLK = pin1;
define CLR = pin2;
define LD = pin3; /* load control pin, load when LD=H */
define CI = pin4; /* carry-in for cascading */

/* load inputs */

define P0 = pin5;
define P1 = pin6;
define P2 = pin7;
define P3 = pin8;
define P4 = pin9;

/* counter outputs */

define Q0 = pin14;
define Q1 = pin15;
define Q2 = pin16;
define Q3 = pin17;
define Q4 = pin18;

define CO = pin22; /* carry-out for cascading */

/* 22V10 outputs defined as active-high */

Q0 = q;
Q1 = q;
Q2 = q;
Q3 = q;
Q4 = q;

/* 5-bit counter equations */

Q0.d = ( LD & P0
        | !LD & (Q0.q % CI) ) & CLR;

Q1.d = ( LD & P1
        | !LD & (Q1.q % (Q0.q & CI)) ) & CLR;

Q2.d = ( LD & P2
        | !LD & (Q2.q % (Q1.q & Q0.q & CI)) ) & CLR;

Q3.d = ( LD & P3
        | !LD & (Q3.q % (Q2.q & Q1.q & Q0.q & CI)) ) & CLR;

Q4.d = ( LD & P4
        | !LD & (Q4.q % (Q3.q & Q2.q & Q1.q & Q0.q & CI)) ) & CLR;

CO = !LD & Q4.q & Q3.q & Q2.q & Q1.q & Q0.q & CI;

test_vectors {

CLK CLR LD CI P4 P3 P2 P1 P0 Q4 Q3 Q2 Q1 Q0;
C 0 X X X X X X X L L L L L /* reset counter */
C 1 1 X 1 0 1 0 1 H L H L H /* load 10101 */
C 0 1 X 1 0 1 0 1 L L L L L /* reset */
C 1 0 1 X X X X X L L L L H /* count 1 */
C 1 0 1 X X X X X L L L L H /* count 2 */

repeat 11 {
C 1 0 1 X X X X X X X X X X /* repeat 11 times */
} /* outputs not tested */

C 1 0 1 X X X X X L H H L /* now count 14 */
C 1 0 1 X X X X X L H H H /* count 15 */
C 1 0 1 X X X X X H L L L /* count 16 */
C 1 0 1 X X X X X H L L H /* count 17 */

repeat 13 {
C 1 0 1 X X X X X X X X X X /* repeat 13 times */
} /* outputs not tested */
C 1 0 1 X X X X X H H H H /* now count 31 */
}

```

**Listing 1. REPEAT verkürzt die Eingabe umfangreicher Testvektoren in proLogic ungemein.**

Machines werden in der üblichen Weise angegeben: Dem Ausdruck STATE\_DIAGRAM folgt die Aufzählung aller Zustandsvariablen. Weiterhin stehen die If-Else-Anweisungen zur Verfügung, um ausgehend von einem Zustand zu zwei weiteren zu kommen. Der grundsätzliche Aufbau eines Zustandsdiagramms lautet:

```

state_diagramm a, b {
state s0=a0,b0
    if (expression)
        statement-1 /*then part*/
    else statement-2 /*else part*/
state s1=a0,b1
    statement-3
state s2=a1,b0
    statement-0
...
}

```

Im Anschluß an die Schaltungseingabe beginnt der Testvektorblock, eingeleitet mit TEST\_VECTORS. Hier gibt man in Tabellenform die Signalnamen sowie die auf die jeweiligen Eingangszustände erwarteten Ausgangswerte an. Den Eingangsvariablen werden als mögliche Zustände 0/1, den Ausgängen L/H zugewiesen, zusätzlich gibt es sechs weitere definierte Bedingungen. Die Testwerte von proLogic sind in Kasten 1 aufgelistet. Sind in einem Testblock nicht alle Zustände von Bedeutung, kann man mit REPEAT aufeinanderfolgende Eingangssignale durchlaufen lassen, ohne sie näher zu beschreiben. In Listing 1 zählt der Counter von drei bis dreizehn, ohne daß die Ausgänge näher beobachtet werden. Erst ab Count 14 zeigt der Simulator die Ausgangssignale wieder an.

Der Logik-Compiler selbst wird mit dem DOS-Befehl 'lc <Schaltungsname>' gestartet, die anschließende Übersetzung läuft vollautomatisch. Danach erfolgt der Aufruf des Simulators mit 'ls <Schaltungsname>'. Das Ergebnis zeigt die zugehörige Testdatei (\*.tst) im Editor. Eine mögliche Fehlerursache ist aufgrund der übersichtlichen Darstellung im Simulations-File schnell behoben.

### Vom PLD zum FPGA

Sollte ein Design für die unterstützten PLD-Bausteine zu groß werden, erzeugt der Zusatz '-p' beim Compiler-Start (lc <Schaltungsname> -p) einen PDS-File (\*.pds). Danach kann das Texas-eigene Syntheseprogramm ALES die PDS-Datei übernehmen und daraus eine FPGA-EDIF-Netzliste erzeugen – wozu man natürlich im Besitz

der ALES-Software sein muß. Die neue Migration-Option -p sorgt dafür, daß mit dem proLogic-Compiler entworfene Schaltungen auch in weitergehenden FPGA-Entwürfen nutzbar sind. Wer die Möglichkeit der PALzu-GAL-Konvertierung sucht, werfe einen Blick in den Buchtip auf Seite 57.

proLogic stellt mit dem Compiler einige Header-Files zur Verfügung. In ihnen sind einerseits zusätzliche Operatoren wie größer/kleiner (>/<) oder exklusiv oder (XOR) zur Erleichterung der Schaltungseingabe definiert. Zum anderen finden sich hier weitergehende Informationen zu jedem Bausteintyp, so zum Beispiel eine genauere Angabe, ob der Compiler Ausgangspiegel automatisch enabled. Die Header-Files werden über das INCLUDE-Statement eingebunden. Minimierungs Routinen für Und/Oder-Strukturen stehen im File MINPAL.H beziehungsweise MINPAL8.H bereit. Der in proLogic implementierte X330-Translator übersetzt ein eingelegenes 20-pin-PLD-Jedec-File in den EP330-Jedec-Code.

### OPAL junior

Die abgespeckte Version 1.01 des Entwicklungstools OPAL – der Junior – benötigt zum Installieren knapp 600 KByte Festplattenspeicher, als Plattform reicht ein XT bereits aus. Ein integriertes Demonstrationspaket erläutert, was die komplette OPAL-Software alles kann – ein nicht zwingend notwendiger Modus für die Schaltungsentwicklung. Verzichtet man darauf, begnügt sich das Programm mit 430 KByte. Die Installation erfolgt mit dem Aufruf INSTALL, alles andere läuft von selbst. Zur kostenlosen Diskette gibt's ein 32seitiges Handbuch im Format einer 5,25"-Diskette, das alle wesentlichen Befehle, Fehlermeldungen sowie den grundsätzlichen Aufbau des Programms beschreibt.

Nach dem Programmstart erscheint die gleiche menügeführte, SAA-ähnliche Oberfläche, die auch das Komplettsystem besitzt. Demzufolge erhält man auch unter der Hälfte aller anzuwählenden Menüs die lapidare Auskunft, OPAL junior unterstützt die gewünschte Funktion nicht. Das wäre nicht weiter schlimm, wenn denn die verbleibenden Aufrufe einwandfrei funktionieren würden. Spätestens beim Aufruf einer Quell-

datei (\*.eqn) unter VIEW macht sich allerdings bemerkbar, daß dem nicht so ist. Nach einem nebulösen Muster lädt der Compiler das gesuchte Source-File ein oder bietet den Zugriff unter einer Art Dateimanager an. Häufig verweigert er aber auch jegliches Laden mit dem Hinweis, dies sei nicht möglich – oder bringt den Computer komplett zum Absturz.

Unbeirrt von derartigen Unbequemlichkeiten versucht man statt dessen das File unter dem Menü DATEI zu öffnen – was auch gelingt. Leider ist das Programm nicht sehr bedienerfreundlich: Es ist erforderlich, immer mit Tastatur und (!) Maus zu arbeiten – etwas gewöhnungsbedürftig, aber sonst wird's wirklich umständlich. Ist ein Source-File erstellt und als (\*.eqn) abgespeichert, wird unter MODULES mit 'eqn2jed' das Jedec-File erzeugt. Zuerst erscheint dann ein Feld, daß es auszufüllen Device zum Erzeugen der JEDEC-Datei. Die im Compiler-Lauf vorgesehene Vektordatei (\*.vec) führt übrigens konsequent zum Abbruch. OPAL jr. gibt es inzwischen in der Version 2.0. Bleibt zu hoffen, daß die genannten Unstimmigkeiten in dieser neueren Ausgabe behoben sind.

Vom PAL zum GAL

Zum Umwandeln von PAL-Schaltungen in die kompakteren GALs 16V8 und 20V8 bietet OPAL jr. das Programm 'pal2gal' an. Dies findet sich ebenfalls unter MODULES, wobei die Bedienung entsprechend der Kompilierung 'eqn2jed' verläuft – also auch hier der Überblick halber immer komplettete Pfade angeben. Liegt ein Design im Jedecl-Code vor und soll

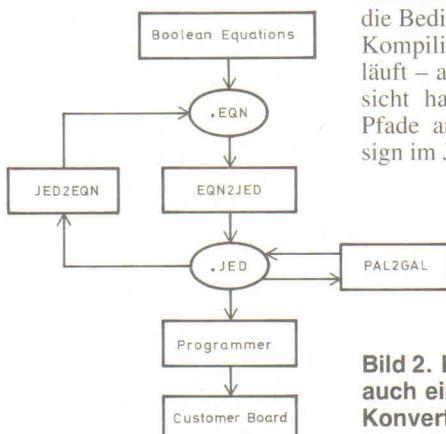


Bild 2. Im OPAL junior ist auch ein PAL-zu-GAL-Konvertierer enthalten.

## 6-Bit Cascadable Shift Register

```

CHIP 6_shift unknown ; Device not selected

sr  s1  d5  d4  d3  d2  d1  d0 ; Declare order of inputs
riro q5  q4  q3  q2  q1  q0  liro ; Declare order of outputs

#define Hold   "/sr * /s1" ; Declare Hold, Right, Left and Load
#define Right  "/sr * /s1" ; to the following equations
#define Left   "/sr * s1"
#define Load   "/sr * s1"

EQUATIONS

/q0 := /q0 * Hold + /q1 * Right + /liro * Left + /d0 * Load
/q1 := /q1 * Hold + /q2 * Right + /q0 * Left + /d1 * Load
/q2 := /q2 * Hold + /q3 * Right + /q1 * Left + /d2 * Load
/q3 := /q3 * Hold + /q4 * Right + /q2 * Left + /d3 * Load
/q4 := /q4 * Hold + /q5 * Right + /q3 * Left + /d4 * Load
/q5 := /q5 * Hold + /riro * Right + /q4 * Left + /d5 * Load

/liro = /q0
liro.oe = Right

/riro = /q5
riro.oe = Left

```

Listing 2. Mit der Direktive 'define' kann man in OPAL junior Synonyme für komplett Gleichungen einführen.

## Operatoren der vorgestellten Systeme

Bedeutung	proLogic	OPAL
NOT	!, /	!, !
AND	&, *	*, &
OR	, +	, +
XOR	%	^, \$, ±
XNOR	!%	
don't care	x, X	
Zuweisung	=	=
Registerzuweisung		:=
größer	>	
größer gleich	>=	
kleiner	<	
kleiner gleich	<=	
ungleich	!=	
gleich	==	
Bereich	..	
Ausdruck	0	0
Trennzeichen	;	;
Aufwärtszählen	++	
Abwärtszählen	-	
Kommentar	/* ... */	;{ }

in ein NSC-PLD implementiert werden, unterstützt OPAL jr. dies mit dem Disassembler-Aufruf 'jed2eqn'. Die anschließende Vorgehensweise erfolgt wieder nach dem genannten Schema. Bild 2 zeigt die möglichen Programmschritte des Junior.

Die beim Kompilieren erzeugte Listing-Datei (\*.lst) zeigt das Source-File ohne Einbindung von Kommentaren auf. Außerdem sind Warnungen und Fehlermeldungen genau an den Stellen aufgeführt, an denen sie bei der Umwandlung auftreten – was notwendige Syntaxkorrekturen erleichtert. Im File (\*.log) findet man das Pinning, eine detaillierte Anschlußbeschreibung sowie Aussagen über den Ausnutzungsgrad des Bausteins. Eine Auflistung der unterstützten Bausteine liefert das Handbuch und die Datei device.lib; sie umfaßt 44 PALs, 7 GALs und zwei komplexe MAPL-ICs.

Anhand eines 6-Bit-Shift-Registers wird in Listing 2 ein Entwurf mit OPAL jr. aufgezeigt. Wie jedes Source-File besteht dieses aus einer Kopfzeile, einem Block von Vereinbarungen und den Gleichungen. Deklarationen werden mit dem Schlüsselwort CHIP eingeleitet, EQUATIONS beendet diesen Block und eröffnet den Gleichungsteil. Zur Verfügung stehen hier die in Tabelle 1 aufgelisteten Operatoren. Eine Eingabe in Form von Wahrheitstabellen oder State Machines ist mit OPAL junior nicht mög-

lich. Man kann an jeder Stelle einen Kommentar einsetzen, entweder steht dieser in Klammern {...} oder im Anschluß an ein Semikolon – dann endet er mit dem Ende der Zeile. Jeder Deklarationsteil besteht grundsätzlich aus den drei Teilen:

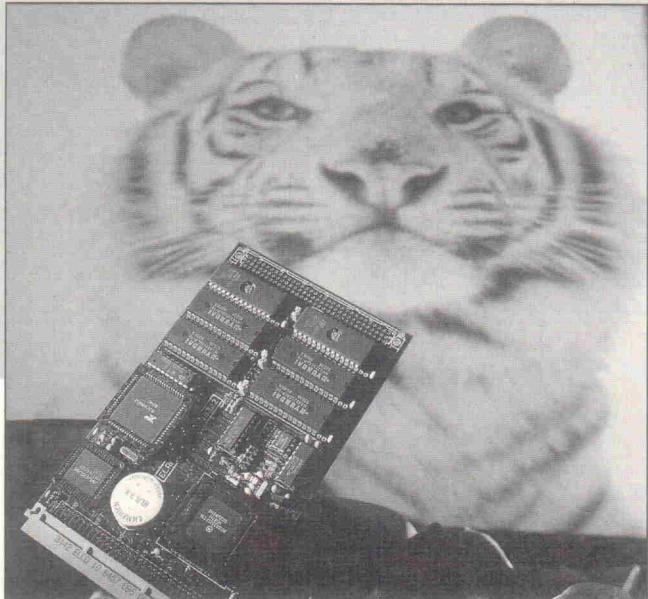
CHIP <Schaltungsname>  
<Bausteinname>  
[ <Pinliste> ]  
[ <Direktiven> ]

Anstelle der Angabe eines konkreten Bausteins im (\*.eqn)-File reicht der Eintrag 'unknow-n' aus. In der Pinliste werden einige oder alle Ein- und Ausgänge festgelegt. Geschieht dies nicht, muß man beim Compiler-Lauf die automatische Pinbelegung anwählen. Es wird zwischen vier Arten von Direktiven unterschieden: Die 'DEFINE'-Anweisung definiert Ausdrücke zum Verkürzen der Gleichungseingabe, 'UES' legt die elektronische Kennung eines GAL fest. Die zwei verbleibenden Direktiven 'ILCH' und 'IREG' deklarieren Eingänge als gelatcht beziehungsweise zwischengespeichert.

Sämtliche Compiler-Läufe lassen sich auch von DOS aus starten. Dazu muß man nur die DOS-Befehle 'eqn2jed' beziehungsweise 'jed2eqn' mit den entsprechenden Zusätzen eingeben – die ausführlich im Handbuch beschrieben sind. Alle erzeugten Files kann man anschließend im DOS-Editor überprüfen. uk

# Raubkatze

## Einplatinenrechner KAT-Ce 68332, Teil 2: Betriebssystem



**Wolfgang Mayer-Gürr**

**Das Betriebssystem eines Computers unterstützt den Ablauf von Programmen. Es stellt Funktionen für den Gebrauch von Schnittstellen und Speichern zur Verfügung. Komfortable Einplatinenrechner sollten dem Anwender aber noch weitere Hilfsmittel bereitstellen. In der Testphase eines Programms muß eine direkte Kontroll- und Eingriffsmöglichkeit bestehen.**

*Dipl.-Chem. Wolfgang Mayer-Gürr beschäftigt sich nebenberuflich mit der Entwicklung von Software für Einplatinenrechner mit 680xx-Prozessoren.*

Für die Programmierung ist ein Hostrechner erforderlich, der lediglich Tastatur, Bildschirm und Massenspeicher zur Verfügung stellt. Die Verbindung erfolgt über die serielle Schnittstelle. Herkömmliche Terminalprogramme eignen sich jedoch nicht für die Kommunikation mit der KAT-Ce. Das Betriebssystem fordert den Hostrechner auf, Daten von der Tastatur oder Diskette/Platte zu senden. Neben der Übertragung von Tastatureingaben muß der Hostrechner über eine direkte Cursor-Adressierung verfügen. Die Diskettenoperationen laufen grundsätzlich über Dateien mit wahlfreiem Zugriff und mit fester Blocklänge. Dies ist zwar eine Einschränkung, aber so lassen sich praktisch alle am Markt vorhandenen Computersysteme als Hostrechner verwenden. Will man KAT-Ce-Dateien im Hostrechner verwenden, ist eine Konvertierung erforderlich. Das Betriebssystem besteht aus einem Maschinenmonitor, Editor, Assembler, Disassembler, Pascal-Compiler und einer Bibliothek für reelle Zahlen.

Das Monitorprogramm enthält alle Routinen, die zum Auslesen und Verändern von Speicherstellen und Registern notwendig sind. Speicherinhalte lassen sich

wortweise oder zu je 16 Bytes pro Zeile anzeigen. Außerdem ist das Verschieben und Vergleichen von Speicherbereichen möglich. Für Rechnungen mit Hex-Zahlen gibt es einen Arithmetik-Befehl mit den vier Grundrechenarten. Man kann Daten von der Diskette des Hostrechners lesen oder dort ablegen. Programme lassen sich starten und testen, letzteres selbstverständlich auch im Einzelschrittmodus. Ein Disassembler für Seitenweises (jeweils 16 Zeilen) oder 'endloses' Rückübersetzen rundet das Bild ab. Alle Bildschirmausgaben des Monitors lassen sich parallel auch auf dem Druckerport des Hostrechners ausgeben. Zur Programmierung sind eine ganze Reihe von Unter- und Hilfsprogrammen des Monitors sowohl über eine Sprungliste als auch über einen TRAP-Aufruf zugänglich.

### Editor

Zur Eingabe des Programmtextes dient der KAT-Ce-Editor. Seine Bedienung orientiert sich an dem guten alten Wordstar, der einen Quasistandard für tastaturorientierte Bedienung gesetzt hat. Der Editor ist ein reiner Programmeditor, daher fehlen Routinen zum Formatieren

des Textes. Es gibt aber Blockbefehle und Such- und Austauschoperationen.

### Assembler

Die Übersetzung von Maschinensprache erfolgt in zwei Durchgängen und ist sehr schnell. Ist keine Startadresse (ORG) angegeben, so wird der erzeugte Maschinencode im Speicher abgelegt und läßt sich sofort ausführen. Ansonsten wird der Code in eine Datei des Hostrechners geschrieben. Die Bildschirmausgabe ist abschaltbar und läßt sich wahlweise auf einen Drucker umleiten. Tritt beim Übersetzen ein Fehler auf, wird eine Fehlermeldung ausgegeben und auf einen Tastendruck gewartet. Die Übersetzung kann dann abgebrochen werden. In diesem Fall landet man im Editor, und der Cursor zeigt auf das Ende der fehlerhaften Stelle. Ist der Quelltext länger als der verfügbare Speicher, lassen sich Quelltextblöcke über eine CHAIN-Anweisung oder per Include-Datei verkettet. Beim ersten Kontakt mit einer Assembler-Sprache ist man sicher dankbar, wenn einige Standardroutinen verfügbar sind. Solche Routinen stellt der Monitor zur Verfügung. Listing 1 zeigt als Beispiel, wie man einen Text über die dritte serielle Schnittstelle des 82684-Bausteins ausgeben kann.

Für die Verarbeitung von reellen Zahlen in einem Assemblerprogramm steht eine Bibliothek fertiger Routinen zur Verfügung. Der Aufruf erfolgt – mit dem entsprechenden Argument in einem Register – über einen Trap. Die interne Zahlendarstellung ist 64 Bit groß und erlaubt Zahlen von  $10^{-998}$  bis  $10^{999}$ . Ausgegeben werden maximal 13 Stellen in Dezimalschreibweise.

### Pascal

Komplexe und lange Programme in Assembler zu schreiben, ist nicht jedermanns Sache. Steht eine schnelle Compiler-Hochsprache zur Verfügung, dann reicht es, nur noch sehr zeitkritische Teile in Assembler zu schreiben. Aus Geschwindigkeitsgründen scheidet ein Interpreter aus. Bei der Programmierung ist die Übertragung von Daten über die serielle Schnittstelle der zeitliche Flaschenhals. Darum sollte die Übersetzung nur in einem Durchgang ablaufen und das Nachladen von Definiti-

## Steuerbefehle der KAT-Ce an den Hostrechner

\$00: Setup	Sende maximale X- und Y-Koordinate des Bildschirms.
\$01: UnitOut	Lies nächstes Byte und sende es zum Drucker
\$02: UnitInit	Initialisiere Druckerschnittstelle.
\$03: Blockread	Lies 1 Byte Filenummer und 2 Bytes Blocknummer; lies den dadurch spezifizierten Block (512 Bytes) von der Diskette und sende ihn an KAT-Ce.
\$04: Blockwrite	Lies 1 Byte Filenummer und 2 Bytes Blocknummer; lies 512 Bytes von KAT-Ce und schreibe diesen Block an die entsprechende Stelle auf der Diskette.
\$05: ResetFile	Lies von KAT-Ce 1 Byte Filenummer, 1 Byte Namenslänge, Namen; öffne File (Filename) zum Lesen.
\$06: RewriteFile	Lies von KAT-Ce 1 Byte Filenummer, öffne File (Filename) zum Schreiben.
\$07: CloseFile	Lies von KAT-Ce 1 Byte Filenummer, schließe das zugehörige File.
\$08: CloseDelFile	Lies von KAT-Ce 1 Byte Filenummer, lösche das zugehörige File.
\$09: IOResult	Sende das IOResult-Byte der letzten Diskettenoperation an KAT-Ce.
\$0A: GotoXY	Lies von KAT-Ce das X-Koordinatenbyte und das Y-Koordinaten-Byte. Setze den Cursor an diese Stelle des Bildschirms.
\$0B: Quit	Beende das Terminalprogramm.

ons- und Code-Modulen möglichst vermieden werden. Deshalb fällt die Entscheidung nicht auf C sondern auf Pascal in einer Version, die zum Turbo Pascal 3.0 weitgehend kompatibel ist. Die Erfahrung zeigt, daß aus 100 Textzeichen etwa 90 Bytes Code entstehen. Weil auch die Übersetzungszeit mit zirka 1200 Zeilen (nicht Zeichen!) pro Sekunde sehr hoch ist, wurde auf eine Unterteilung in vorkompilierte Module verzichtet.

Der Pascal-Compiler der KAT-Ce 68332 hat den vollen Sprachumfang nach Jensen/Wirth, darüber hinaus aber zahlreiche Erweiterungen. Gegenüber der Vorgängerversion für andere KAT-68-Systeme wurde die Code-Erzeugung vollständig überarbeitet und dadurch die Ausführungszeiten mehr als halbiert (ohne Berücksichtigung der höheren Taktfrequenz).

Sinnvoll ist eine Unterstützung der Hardware auf Hoch-

sprachenebene. So gibt es spezielle Funktionen und Prozeduren für die seriellen und parallelen Schnittstellen, zum Lesen und Stellen der Uhr und zum Gebrauch der Timer Processing Unit. Letztere ist nämlich auf Registerebene nicht ganz einfach zu programmieren. Die nächste Folge des Artikels beschäftigt sich eingehender mit der TPU. Einplatinenrechner werden meist zu Steuerungszwecken eingesetzt, dabei sind oft mehrere Vorgänge nahezu zeitgleich zu überwachen. Hier bieten sich in Pascal Parallelprozeduren an. Das sind kurze, also zeitlich begrenzte Routinen, die vom Timerinterrupt ausgelöst in regelmäßigen Zeitabständen unabhängig vom normalen Programm zur Ausführung kommen. Die Kommunikation mit dem Hauptprogramm läuft über globale Variablen. Ein Beispiel zeigt Listing 2. Das Hauptprogramm initialisiert den Timer mit einem Taktabstand von 10 ms und startet die Prozeduren <zaehler> und <zeit>. Der erste Prozeß ist lediglich ein Sekundenzähler, er zählt nicht nur, sondern steuert in Abhängigkeit vom Zählerstand noch weitere Aktivitäten. So wird ein weiterer Prozeß mit dem Taktabstand 10 ms gestartet. Schlecht wäre es nun, wenn mehrere Prozesse auf eine Schnittstelle gleichzeitig zugreifen. Deshalb gibt es die Prozedur Public und die Funktion Private. Mit ihnen kann man Schnittstellen beliebig sperren, freigeben sowie auf Sperrung prüfen. Das Hauptprogramm gibt in unserem Beispiel 30 Se-

kunden lang den Stand der globalen Variablen, die in den Prozessen bearbeitet werden, aus.

Der Timer steuert die Parallelprozeduren. Für andere Interrupt-Quellen steht eine Sonderform zur Verfügung, die wie eine normale Prozedur geschrieben wird, aber zum Hauptprogramm nur über die gemeinsame Verwendung von globalen Variablen in Beziehung steht. Interrupts lassen sich über eine vordefinierte Prozedur gezielt sperren und freigeben.

Während der Testphase stehen Text und Code im RAM. Wenn etwas nicht klappen sollte, kann man kritische Passagen mit den Befehlen 'Traceon' beziehungsweise 'Traceoff' klammern. Bei der Programmausführung geht der Prozessor in den Tracemodus über. Nun werden schrittweise der entsprechende Maschinensprachebefehl disassembliert und die Registerinhalte einschließlich des Statusregisters angezeigt. Außerdem kann man in den Monitor umschalten und dessen sämtliche Möglichkeiten nutzen. Noch weiter geht die Option 'Break', die vor dem Compilieren zu setzen ist. Sie hält das Programm ebenfalls an und auch hier kann man in den Monitor verzweigen. Zusätzlich zeigt 'Break' Namen und Adressen der globalen Variablen, Prozeduren und Funktionen an. Wenn die Variablen einen sinnvoll darstellbaren Inhalt haben, wird dieser ebenfalls angezeigt. Bei 'Sets' erscheinen Bitfelder. Nun kann man interaktiv während des Programm-

```
; Ausgabe eines Textes über die 3. serielle Schnittstelle des 82684
initser      equ      $2c          ; initialisierung
serout       equ      $2e          ; ausgabe
init          moveq   #$cc,d1      ; 19000 Baud
              moveq   #2,d2      ; 3. Schnittstelle
              moveq   %#1001,d3    ; 8 Bit, RTS, no parity
              move.l   #1000,d5      ; Länge Puffer
              move.l   #400,d6      ; Länge Lesepuffer
              lea      buffer(pc),a0  ; Zeichenpuffer
              move    #initser,-(a7) ; Monitorroutine
              trap    #4            ; aufrufen
              tst     d0            ; 0 = Fehler
              beq    error
textaus      lea      textaus(pc),a0 ; Zeiger auf Text
              moveq   #2,d2      ; 3. Schnittstelle
              move.b   (a0)+,d7      ; Textlänge
              move.b   (a0)+,d0      ; Zeichen
              move    #serout,-(a7) ; Monitorroutine
              trap    #4            ; ausführen
              subq.b   #1,d7      ; noch zeichen da?
              bne    textausloop
              rts
error         ...
austext      str     'Dies soll raus'
buffer       ds.b    1000          ; zeichenpuffer
```

Listing 1. Ansteuerung der dritten seriellen Schnittstelle per Assembler.

## Funktionen zur Verarbeitung reeller Zahlen

Umwandlung String zu Real	Transzendente Funktionen
Umwandlung Real zu String	Sinus
- Exponentialformat	Cosinus
- Festkommaformat	Tangens
- Ingenieurformat	Arcustangens
- Gleitkommaformat	Arcussinus
Umwandlung Real zu Longinteger	Arcuscosinus
Umwandlung Longinteger zu Real	Wurzel
Vergleichsoperationen	Zweierpotenz
=, < >, <=, >=, < , >	Exponential
Grundrechenarten	Zehnerpotenz
Vorzeichen wechseln	Potenz
Multiplizieren	Zweierlogarithmus
Dividieren	Natürlicher Logarithmus
Addieren	Zehnerlogarithmus
Subtrahieren	Sonstiges
Quadrieren	- Pi erzeugen
Kehrwert bilden	- Fakultät
	- Gauß-Klammer
	- Vorkommastellen beseitigen

ablaufs den Inhalt von Variablen ändern. Hilfreich für die Fehlersuche ist auch der Gebrauch von Parallelprozeduren, weil man hier in regelmäßigen Abständen bestimmte Zustände überprüfen kann.

Bei 'normalen' Programmierern ist es verpönt, in der Hochsprache maschinennah zu entwickeln, deshalb sind absolute Adressen oder die Ausnutzung prozessorspezifischer Eigenschaften tabu. Auf einem Einplatinenrechner erleichtert diese 'unsaubere' Programmierung häufig die Entwicklung. Daher erlaubt KAT-Ce Pascal den direkten Zugriff auf feste Adressen.

Die Verknüpfung von Pascal- und Assembler-Routinen kann auf drei Arten erfolgen. Dabei gibt es Unterschiede in der Übergabe der Parameter. Hält man sich an die Pascal-Konvention, werden Daten über den Stack ausgetauscht. Man deklariert eine Prozedur und gibt statt des Ausführungsteils das Schlüsselwort CODEFILE und einen Filenamen an. Pascal bindet dann an dieser Stelle ein vom Assembler bereits über-

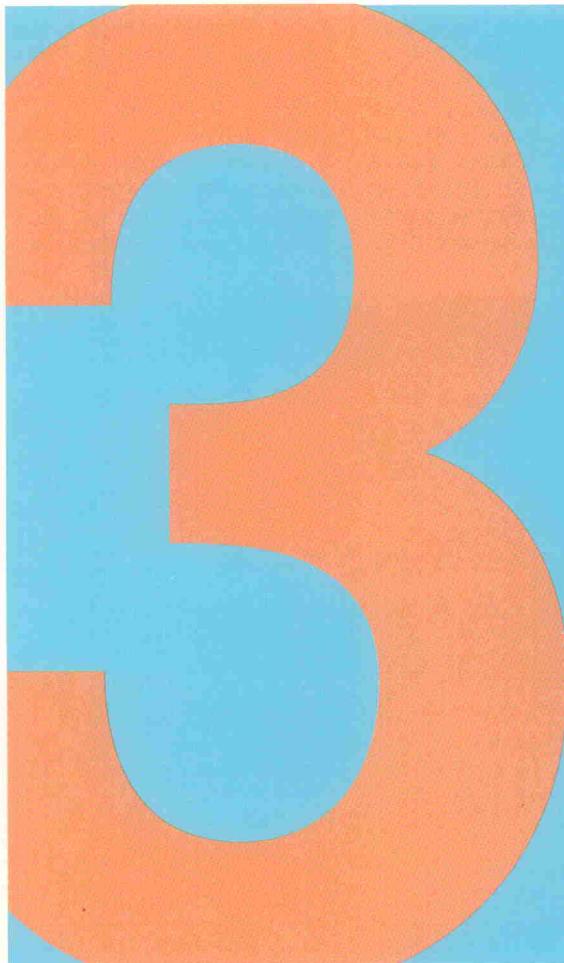
## Pascal-Prozeduren und -Funktionen im Überblick

ALLOCATE	INITCEN	SETREGISTER	CONCAT	POS
ASSIGN	INITLST	SHRINK	COPY	POT
BIN	INITTIMER	START	COS	PRED
BLOCKREAD	INSERT	STOP	EOF	PRIVATE
BLOCKWRITE	LMEM	STOPTIMER	EXP	PTR
BMEM	LOADFILE	STOREFILE	FAK	RANDOM
BREAK	LPSTOP	STR	FILEPOS	READTIMER
CALL	MASK	SYSTRAP	FILESIZE	READTP
CHAIN	NEW	TRACEOFF	FIRSTCALL	ROUND
CLEARIMER	PUBLIC	TRACEON	FRAC	SERIN
CLEARTP	READ	VAL	GETREGISTER	SERIN332
CLOSE	READCLOCK	WMEM	HI	SERINIT
CLREOL	READLN	WRITE	INT	SERSTAT332
CLRSCR	READSERSTAT	WRITLN	IORESULT	SIN
DAOUT	RESET	FUNKTIONEN		SIZEOF
DELAY	REWRITE	ABS	LENGTH	SQR
DELETE	SEEK	ADDR	LMEM	SQRT
DISPOSE	SELECTFILE	ARCCOS	LN	SUCC
EDITOR	SERINIT332	ARCSIN	LO	SWAP
ERASE	SEROUT	ARCTAN	LOG	SYSVAR
EXITUS	SEROUT332	BMEM	MAXAVAIL	TAN
GETCHAIN	SERQUIT	CHR	MEMAVAIL	TRUNC
GOTOXY	SETCHAIN	FUNKTIONEN		UPCASE
HALT	SETCLOCK	ABS	ODD	WHEREX
HEX	SETTP	ADDR	ORD	WHEREY

setzes File von Diskette ein. Bei der zweiten Möglichkeit steht im EPROM bereits fertiger Code. Hier gibt man dann nach der Deklaration mit EXTERNAL die Startadresse an. Erfolgt dagegen die Parame-

terübergabe über Register, setzt man vor Aufruf der Routine mit 'Setregister' die CPU-Register, führt dann mit CALL das Unterprogramm aus und kann anschließend mit 'Getregister' die CPU-Register zurücklesen.

Wenn man immer wieder bestimmte eigendefinierte Datentypen oder kurze Prozeduren oder Funktionen benutzt, ist es lästig, sie bei jedem neuen Programm neu zu schreiben oder zu laden. Da das Pascal im



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



1



2



3

```

PROGRAM parallel_verarbeitung;
VAR sekunde,b : integer;
a : longinteger;

PARALLEL zeit;
BEGIN
 sekunde := sekunde+1
END;

PARALLEL prozess;
BEGIN
 IF private(usr1)
 THEN BEGIN
 public(usr1); a := sqr(b);
 END
 ELSE a:= 111;
END;

PARALLEL zaehler;
BEGIN
 b:=b+1;
 IF b = 400 THEN start(prozess,1);
 IF (( b > 1000 ) AND ( b < 1600 ))
 THEN BEGIN
 IF private(usr1) THEN END
 ELSE public(usr1);
 IF b = 2400 THEN stop(prozess)
END;

BEGIN ( parallel_verarbeitung )
gotoxy(7,8);
write('Prozess Zähler Sekunden');
a := 0; b := 0; time := 0;
inittimer(10); start(zaehler,1); start(zeit,100);
REPEAT
 gotoxy(1,12);
 write(a:12,b:12,sekunde:12);
UNTIL sekunde > 30;
END.

```

EPROM liegt, bietet es sich an, den Sprachumfang des Compilers zu erweitern. Es existiert eine Schnittstelle, bei der man

an das Ende des Compilers leicht eigene Erweiterungen anfügen kann. Man muß dazu nur entsprechenden Text in die

### Listing 3. So legt sich die CPU schlafen.

```

PROGRAM Low_Power;
VAR flag : boolean;
PARALLEL ticktack;
BEGIN
 flag := NOT flag
END;

BEGIN
 flag := TRUE;
 inittimer(1024);
 start(ticktack,1);
 REPEAT
 IF flag THEN writeln('Tick')
 ELSE writeln('Tack');
 lstop($2000);
 UNTIL keypressed
END.

```

### Listing 2. Parallel- verarbeitung mit Echtzeit- strukturen in Pascal.

EPROMs brennen. Dieser Text ist in Hochsprache zu schreiben.

Im ersten Artikel wurde bereits die Funktion des CPU-Befehls LPSTOP beschrieben. Auch von der Hochsprachenebene läßt sich dieser Befehl vielfach anwenden. Das Programm in Listing 3 setzt eine boolesche Variable, initialisiert eine Parallelprozedur und startet sie. Diese Prozedur wird über einen Interrupt des Timers jede Sekunde ausgelöst und invertiert dabei die boolesche Variable. In der Schleife des Hauptprogramms wird in Abhängigkeit dieser Variablen ein Text aus-

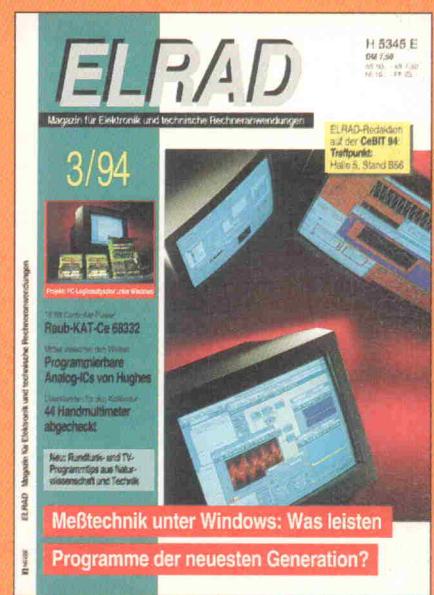
gegeben. Nach dieser Ausgabe geht die CPU in einen Modus mit extrem herabgesetzten Takt über und stellt die Befehlsausgabe ein. Dies senkt den Stromverbrauch der CPU auf ein Minimum. Das Argument in der Klammer wird in das Statusregister geladen und bewirkt, daß jeder beliebige Interrupt wieder den Normalzustand auslöst. Da der Timer normal weiterläuft, löst er nach einer Sekunde einen Interrupt aus und bewegt die CPU wieder zur Arbeit. Der Softwarezähler des Timers erhöht sich, und danach startet die Parallelprozedur. Im Hauptprogramm geht die Befehlsausführung mit der Textausgabe nach Auswertung der Variablen weiter. Noch interessanter wird der Betrieb, wenn der Aufwachbefehl durch einen extern angelegten Interrupt ausgelöst wird. Dazu beschäftigt sich die nächste Folge eingehend mit der TPU des 68332. cf

### Literatur

[1] Raubkatze, Einplatinenrechner KAT-Ce 68332, Teil 1: Die Hardware, H.-J. Himmeröder, ELRAD 3/94, S. 53

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

Leser werben Leser.  
Nutzen Sie die Gelegenheit.  
Die vorbereitete Bestellkarte  
finden Sie in diesem Heft.



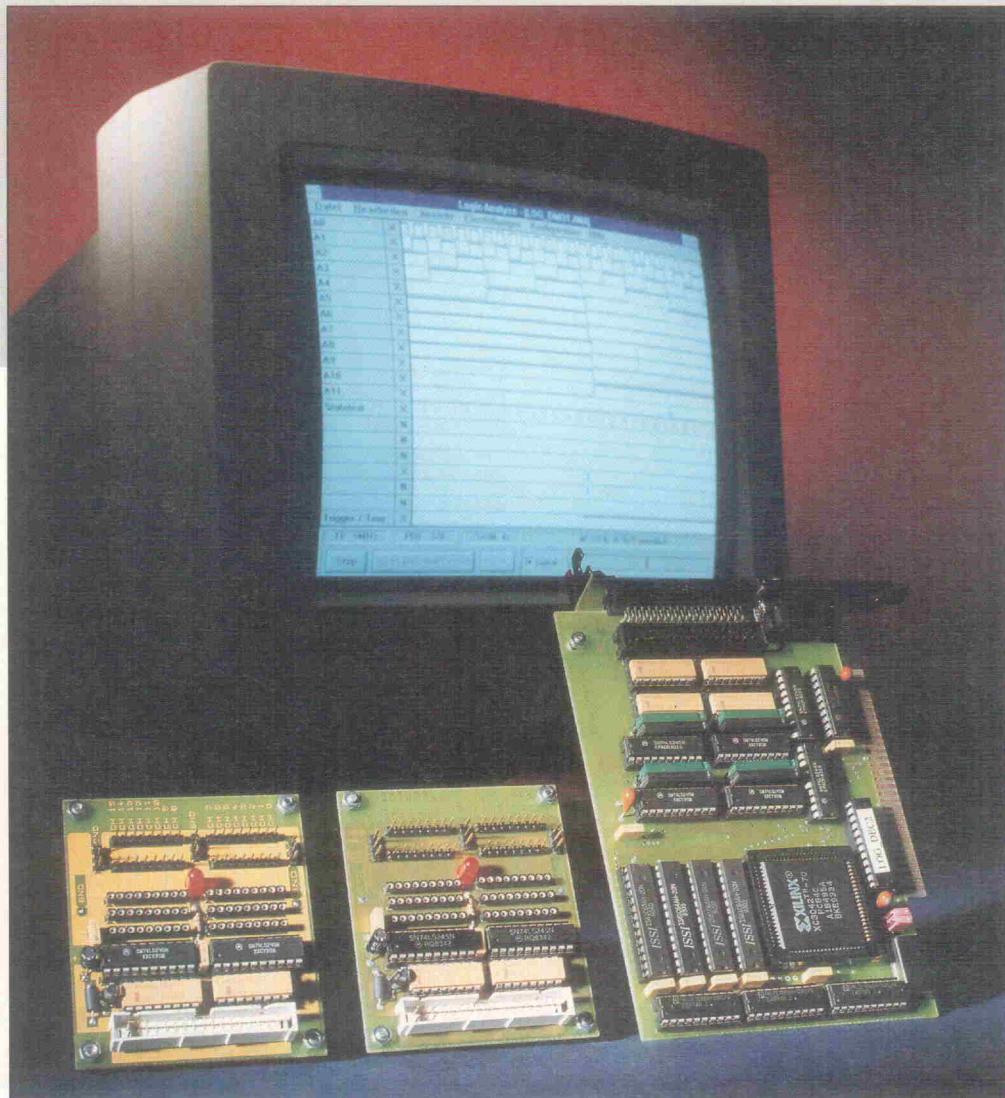
# PC-L.A.

Projekt

## PC-Logikanalysator, Teil 2: Die Windows-Software

Jürgen Siebert  
Volkan Kayrak

Glücklicherweise sind beim PC-L.A. alle Funktionen, die etwas 'zügiger' ablaufen müssen, auf die Einstekkarte ausgelagert, so daß man, ohne sich größeres Kopfzerbrechen über Geschwindigkeit oder gar Echtzeit machen zu müssen, Windows als Software-Front-End einsetzen kann.



**S**omit sind quasi wesentliche Bestandteile der Logikanalysesoftware wie Datei-Handling, Dokumentationsfunktionen (sprich: Druckertreiber und Capture) soweit fertigprogrammiert. Und wer unter Windows mit einer Textverarbeitung zu rechtkommt, wird die entsprechenden Befehle auf Anhieb nutzen können. Deshalb sollen nur die PC-L.A.-Windows-spezifischen Befehle und Menüs behandelt werden.

### PC-L.A.-Windows

Unter dem Punkt *Datei* in der Standardmenüzeile (Bild 1) fin-

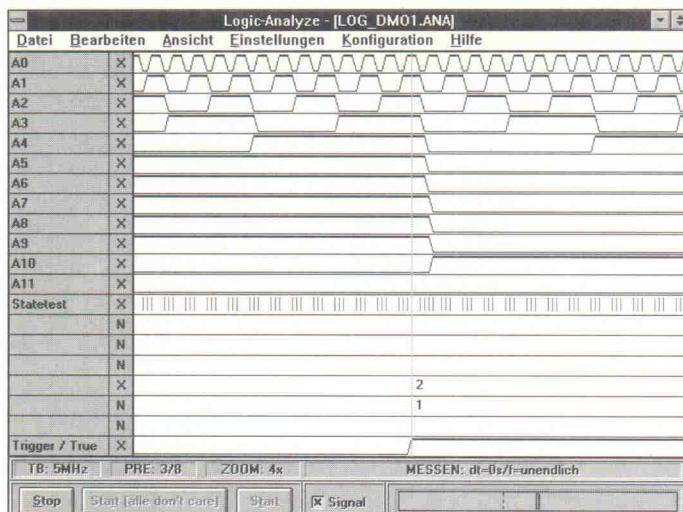
det man als PC-L.A.-typische Befehle *Export* und *Setup*. Mit *Export* können alle Meßdaten als ASCII-Datei mit der Endung '.TXT' abgespeichert werden, sie enthält in 'Klarschrift' die aktuelle Konfiguration sowie jeden Sample. *Setup* dient der I/O-Port-Zuweisung und der Auswahl unterschiedlicher Hardwareausführungen der Analysekarre. Unter dem Punkt *Bearbeiten* gibt es neben dem bekannten *Kopieren* einen *Notizzettel* auf dem Anmerkungen zur Messung verewigt werden können. Den Notizzettel kann man wahlweise 'verstecken' oder sichtbar auf das Diagramm

heften, er gehört auf jedenfall zur Meßwertedatei.

### Ansichtssache

Das Menü *Ansicht* bietet zwei Flankendarstellungen an: zum einen die akkurat rechteckige, zum anderen eine Version mit schrägem Anstieg und Abfall wie sie in Bild 1 zu sehen ist.

Untersucht man eine bestimmte Position im Zustandsdiagramm, so ist es hilfreich, daß man nach einem Neustart der Aufzeichnung diese Position beibehält, anstatt sie erst wieder suchen zu



**Bild 1.** Windows wie es lebt und lebt als PC-L.A.-Bediener- und Visualisierungs-Front-End. Datei-Handling und Dokumentationsfunktionen kennt man, wenn man eine Textverarbeitung kennt.

müssen. Zu diesem Zweck kann man die *Ansicht halten*. Aktiviert man diese Funktion (erkennbar am Häckchen), wird nach erfolgter Aufzeichnung die aktuelle Bildschirmposition beibehalten. Bei deaktivierter Funktion ist die Ansicht auf den Triggerzeitpunkt beziehungsweise auf den Nullpunkt gesetzt. Die jeweilige 'Stellung' innerhalb der Aufzeichnung ist der Anzeige rechts unten in Bild 1 zu entnehmen.

Mit *Position wählen* kann man folgende Markierungen und Positionen in den aufgezeichneten Daten anspringen: Triggerzeitpunkt (F5), Referenzlinie (F6), Meßlinie (F7).

Um Ausschnitte einer Messung detailliert untersuchen zu können, gibt es die Möglichkeit, die Darstellung zu vergrößern. Fol-

gende *Zoom*-Einstellungen sind möglich: 1x, 2x, 4x, 8x, 16x und 32x. Mit den  $\pm$ -Tasten des Zehnerblocks sind entsprechende Vergrößerungen beziehungsweise Verkleinerungen jeweils um den Faktor zwei machbar.

*Neuzeichnen* bringt die gemessenen Daten, die noch im Speicher sind, neu auf den Bildschirm.

## Einstellungssache

Um die Referenzlinie oder die Meßlinie an den Cursor zu heften, bediene man sich der entsprechenden Funktion unter dem Menü *Einstellung*. Die jeweilige Linie wird positioniert und per linkem Maustastendruck angeheftet. Mit F3 kann man die Referenzlinie mit F4 die Meßlinie anwählen.

Die *Hardware Optionen* erlauben zum einen sicherzustellen, daß nur Signale erfaßt werden, die mindestens eine Sampling-Periode stabil sind – Spikes kann man so als Triggerereignis ausschließen. Zum anderen ist hier mit *Triggeren auf Triggerende* der Beginn einer Aufzeichnung auf das Ende eines Ereignisses zu verlegen.

Beim Punkt *Abtastrate* hat man die Wahl zwischen den folgenden Einstellungen: 50 MHz, 25 MHz, 10 MHz, 5 MHz, 2,5 MHz, 1 MHz, 500 kHz, 250 kHz, 100 kHz, 50 kHz, 25 kHz, 10 kHz, 5 kHz, 2,5 kHz, 1 kHz, 500 Hz und 250 Hz. Zusätzlich besteht die Möglichkeit, auf Kanal 0 steigende Flanke, fallende Flanke, und auf Kanal 1 steigende Flanke zu triggern.

Mit *Pre-Trigger* kann man einstellen, wieviel Messungen vor dem Triggerzeitpunkt aufgezeichnet werden sollen. Die nachfolgenden Einstellungen als Angabe über den zu füllenden Trace-Speicher sind möglich: 1/8, 2/8, 3/8, 4/8, 5/8, 6/8 und 7/8. Bei einer Abtastrate von 50 MSA/s als Abtastrate, sind als Pre-Trigger-Werte nur 2/8, 4/8 und 6/8 gültig.

## Konfigurieren leicht gemacht

*Kanalzuweisungen* erfolgen unter dem Menü *Konfiguration*. Hier erscheint ein Extrafenster (Bild 2), und man kann den Hardwarekanälen (X-Achse) die gewünschten Softwarekanäle durch Setzen einer Kreuzung per Kreuz zuordnen. Sollten in der Waagerechten mehrere

Kästchen angeklickt sein, also einem Softwarekanal mehrere Hardwarekanäle zugeordnet sein, wird dieser Softwarekanal zu einem State-Kanal (Näheres hierzu unter State-Fenster).

Beim Aufruf von *Benennen der Softwarekanäle* befindet sich der Text-Cursor auf dem ersten Kanalnamen (Y-Achse, Pos 0). Nach erfolgtem Eintrag gelangt man mit der Tabulator-taste in den nächsten Softwarekanal. Die Hardwarekanäle sind analog zu beschriften.

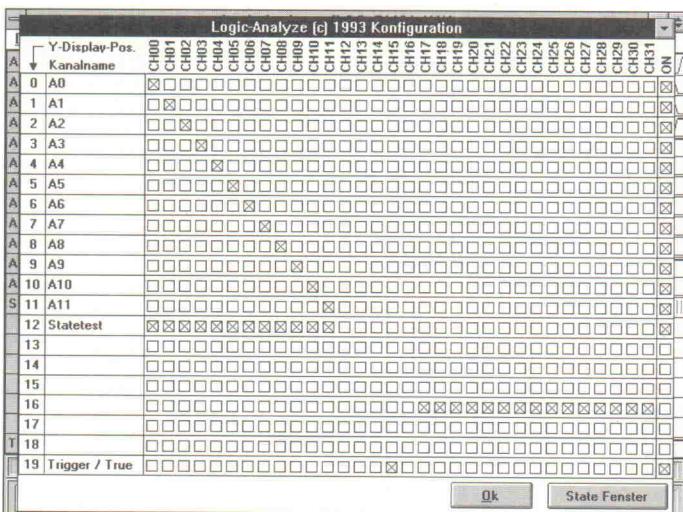
Sollen zwei Softwarekanäle vertauscht werden, so kann man einfach einen der beiden Kanäle an seiner Y-Display-Nummer anklicken (Maustaste gedrückt halten) und auf den anderen Kanal verschieben. Beim Loslassen der Maustaste werden die Kanalnamen und die zugeordneten Hardwarekanäle vertauscht.

## Statusfragen

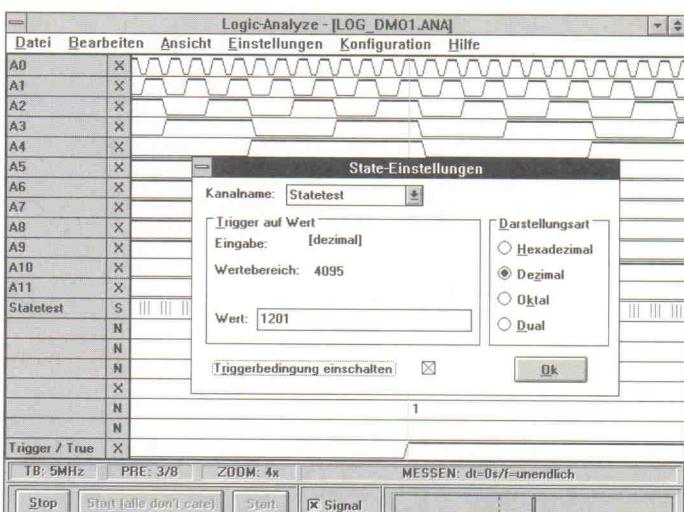
Sind einem oder mehreren Softwarekanälen mehrere Hardwarekanäle zugeordnet, können deren Darstellungsarten im State-Fenster (Bild 3) festgelegt werden.

Als Darstellungsmöglichkeiten stehen hexadezimal, dezimal, oktal und dual zur Verfügung. Zusätzlich kann man hier den Trigger einschalten und den Wert bestimmen, bei dem die Messung startet.

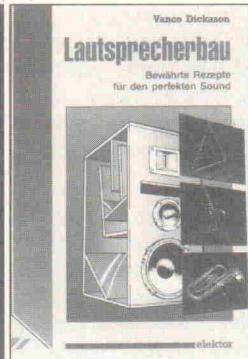
Dem praktischen Zusammenispiel der hier beschriebenen Software mit der PC-L.A.-Hardware widmet sich Teil 3 dieses Projekts in der nächsten Ausgabe. hr



**Bild 2.** Kanalzuweisungen erfolgen bei PC-L.A.-Windows per 'ankreuzen'.



**Bild 3.** Bei Statusmessungen kann die Triggerbedingung als Byte-Wert eingetragen werden.



## Lautsprecherbau

‘Das ultimative Buch zum Thema Lautsprecher’, ist man versucht zu sagen, wenn man dieses Werk nach der letzten Seite wieder aus der Hand legt – und tatsächlich, es scheint gelungen zu sein, die im amerikanischen unter dem besser passenden Titel ‘Loudspeaker-Design-Cookbook’ laufende Bibel für Lautsprecherentwickler ins Deutsche übertragen zu haben.

Viel mehr noch, das Buch ist ein kompletter Überblick, der sich auch in der Bibliothek von so manchem professionellen Entwicklungslabor gut macht. Der Autor beschränkt sich in seiner Darstellung ausschließlich auf den dynamischen Lautsprecher. Dafür bekommt der Leser aber auf 297 Seiten alles geboten, was es zu diesem Schallwandler Wissenswertes gibt: Der Wandler selbst, die verschiedenen Gehäuseformen und die Messungen am Chassis werden verständlich, aber trotzdem kompetent beschrieben. Einige Wermutstropfen sind die teilweise zu klein geratenen Frequenzschreibe und die ausschließlich am amerikanischen Markt orientierte Übersicht über Lautsprecherberechnungssoftware im Anhang.

rö

Vance Dickason  
Lautsprecherbau  
Aachen 1993  
Elektor-Verlag GmbH  
297 Seiten  
DM 59,-  
ISBN 3-928051-36-9

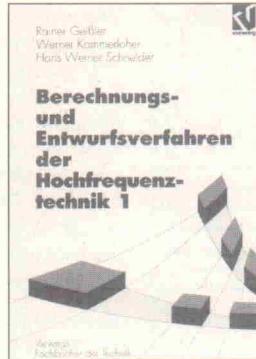


## Signal- und Systemtheorie in Beispielen

Ein sicheres, anwendungsbereites Wissen über Methoden und Ergebnisse der Systemtheorie ist für die Lösung fachspezifischer Aufgabenstellungen nicht nur für Studenten unbedingt erforderlich. Das vorliegenden Buch behandelt die wichtigsten Aspekte moderner Systemtheorie. Das Besondere an diesem Werk liegt jedoch nicht in der Darstellung des Stoffes. Der Autor steht auf dem Standpunkt, daß man sich am schnellsten durch selbständiges Lösen von Problemstellungen in die Materie einarbeiten kann. Eine Aufgabensammlung bietet dem Leser ein ausführliches Übungsfeld: Beispiele, die aus bedeutenden Anwendungsbereichen der Signal- und Systemtheorie wie digitaler Übertragungstechnik sowie Signalverarbeitung entstammen und die wesentlichen Bereiche erfassen. Den größten Raum – fast zwei Drittel – nehmen die Lösungen der Aufgaben im Buch ein. Da damit die Transparenz jedes Lösungsschrittes gewährleistet ist, bietet sich die Lektüre vor allem für ein Selbststudium an.

PvH

Eberhard Voigt  
Signal- und Systemtheorie in Beispielen  
Ehningen 1993  
expert Verlag  
251 Seiten  
DM 69,-  
ISBN 3-8169-0987-6



## Berechnungs- und Entwurfsverfahren der Hochfrequenztechnik 1

Dieses aus zwei Teiltiteln bestehende Lehrbuch wendet sich in erster Linie an Studierende der Nachrichtentechnik. Dank seiner ausführlichen und nachvollziehbaren mathematischen Herleitungen ermöglicht es ein besseres Verständnis praktischer Anwendungsfälle der HF-Technik, die allerdings Kenntnisse über komplexe Rechnung, Differential- und Integralrechnung sowie Fourier-Reihen voraussetzen. Themen des vorliegenden ersten Bandes sind Frequenzumsetzung, Mischung, Modulation, Demodulation, HF-Verstärker, Oszillatoren sowie Kreisdiagramme. Mit insgesamt 109 durchgerechneten Beispielen erläutern die Autoren – allesamt Professoren an Fachhochschulen – die vorgestellten Grundlagen, zudem kann man seine Kenntnisse an zahlreichen Übungsaufgaben (plus Lösungen) festigen. Über 280 Abbildungen unterstützen den Leser beim Erarbeiten der Grundlagen.

Rainer Geißler,  
Werner Kammerloher,  
Hans Werner Schneider  
Berechnungs- und Entwurfsverfahren der Hochfrequenztechnik 1  
Braunschweig/  
Wiesbaden 1993  
Vieweg Verlag  
480 Seiten  
DM 62,-  
ISBN 3-528-04749-6



## Programmsammlung HP 28S/48

Wer nach einer Möglichkeit sucht, seinen lieb gewonnenen HP 48 durch weitere Programme ‘noch mächtiger’ zu machen, der wird auf das genannte Buch stoßen. Genau das Richtige, um bei der nächsten Klausur den ‘Mistreitern’ eine Nasenlänge voraus zu sein? Leider nicht, denn der Untertitel hält nicht ganz, was er verspricht: Zwar gibt es sehr interessante Problemlösungen, aber ein Teil des Buches wird an Themen wie Spiele, Tabellenkalkulation und Datenbank verschwendet. Der Käufer erhält einige Programme, die nur für den HP 28S geschrieben sind. Viel Geld also für nichts? Weit gefehlt, denn das Buch ist eine Fundgrube für Informationen und Tricks, die sich in eigenen Programmen verwenden lassen, vorausgesetzt, man analysiert die undokumentierten Sourcecodes. Das Buch ist übersichtlich strukturiert, und die Programme werden auf Diskette mitgeliefert. Stellt sich am Ende die Frage nach der Zielgruppe. Für all diejenigen, die Schwierigkeiten bei der Realisierung eigener Programme haben, finden sich brauchbare Informationen.

OR

St. Rau, Ch. Giebelink  
Programmsammlung  
HP 28S/48  
Hannover 1994  
Verlag Heinz Heise  
208 Seiten  
DM 58,-  
ISBN 3-519-06166-X



## Einführung in die Halbleitertechnologie

Wieder einmal ein Buch aus dem Teubner-Verlag, das an vielen Universitäten zum Skript für die Vorlesungen im Bereich Grundlagen der Halbleitertechnologie avancieren wird. Das erklärte Ziel des Buches ist es, einen möglichst breiten Leserkreis mit der Halbleitertechnologie vertraut zu machen – was jedoch angesichts der trockenen, lehrbuchhaften Darreichungsform recht hoch gegriffen ist.

Rein inhaltlich jedoch wird der Autor dem genannten Anspruch gerecht: Von den grundlegenden Halbleitermaterialien über die Herstellung kristalliner Schichten, Dotierungs- und Strukturierungsverfahren bis zu Aufbau- und Verbindungstechniken erfährt man alles Wissenswerte zur Entstehung eines Chips. Auf circa sechzig Seiten findet man zusätzlich nähere Erläuterungen zum Aufbau von realen Bauelementen wie Dioden, Transistoren oder Lasern sowie die wichtigsten Methoden zur Isolationstechnik bei integrierten Schaltungen. Alles in allem ein Buch, in dem viel Wissen steckt, den Lesern allerdings auch einiges Interesse an der Materie abverlangt. uk

Waldemar von Münch  
Einführung in die Halbleitertechnologie  
Stuttgart 1993  
B. G. Teubner  
264 Seiten  
DM 36,-  
ISBN 3-519-06167-8

Ich habe bei  
MEILHAUS ELECTRONIC  
kostenlos angefordert:

- PC-MESSTECHNIK Gesamt-katalog
- IEEE488-BUS Produkte Katalog
- Kabelkatalog IEEE488

MEILHAUS ELECTRONIC GmbH  
Fischerstraße 2  
D-82178 Puchheim  
Fon: 0 89/89 01 66-0  
Fax: 0 89/80 83 16

## STOP!

### Kostenloses Informationsmaterial - noch heute anfordern!



#### PC-MESSTECHNIK Gesamt-katalog

Über 190 Seiten mit Einstekkarten, Zubehör etc. für die computergestützte Meßtechnik mit IBM-PC/XT/AT und Kompatiblen.



#### IEEE488-BUS Produkte Katalog

Alles für den IEEE488-Bus: Ein umfangreiches Angebot an Controllerkarten, Software, Boxprodukten, Kabeln, Zubehör etc.



#### Kabelkatalog IEEE488

Für den Aufbau eines IEEE488-Meßsystems wichtige IEEE488-Bus-Kabel, Adapter, Verteilerschienen, Anschluß- und Rackpanels in übersichtlicher Darstellung

MEILHAUS ELECTRONIC GmbH • Fischerstraße 2 • D-82178 Puchheim • Fon: 089/89 01 660 • Fax: 089/80 83 16

## 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 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!

**Absender:**

Name: \_\_\_\_\_  
 Vorname: \_\_\_\_\_  
 Firma: \_\_\_\_\_  
 Abteilung: \_\_\_\_\_  
 Straße/Postfach: \_\_\_\_\_  
 PLZ/Ort: \_\_\_\_\_  
 Telefon: \_\_\_\_\_  
 Fax: \_\_\_\_\_

Füllen Sie bitte diese Karte aus und vergessen Sie nicht, Ihre Telefonnummer anzugeben. Wir bearbeiten Ihre Anfragen schnellstmöglich.

Bitte ausreichend frankieren

**MEILHAUS ELECTRONIC GmbH**  
*Meßtechnik mit Weitblick*

**MEILHAUS ELECTRONIC GmbH**

Fischerstraße 2

D-82178 Puchheim

E 3/1994

**MEILHAUS ELECTRONIC GmbH**  
 Fischerstraße 2  
 D-82178 Puchheim  
 Fon: 0 89/89 01 66-0  
 Fax: 0 89/80 83 16

**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



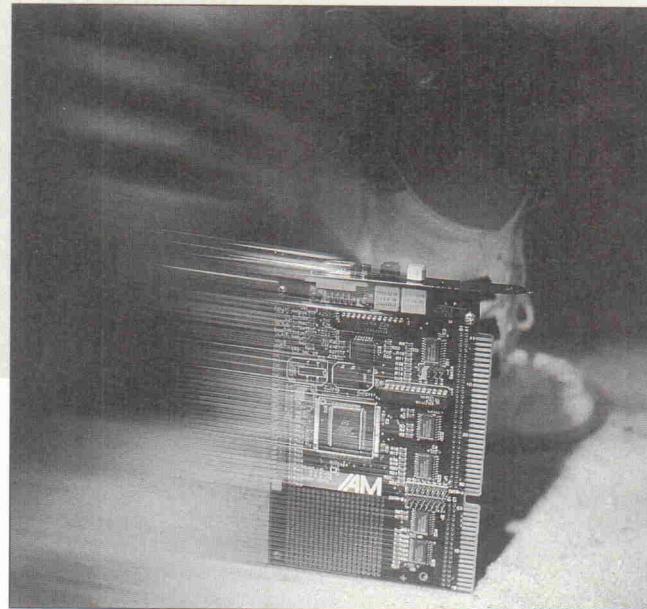


# Der Sprinter

## SERCOS interface, Teil 1: Busstruktur und Telegrammformat

Henning Quast

**Schnelle Prozesse erfordern schnelle Reaktion. Der Daten-sprinter SERCOS interface befindet sich seit kurzem auf der Rennstrecke. Er eignet sich für Feldbus-systeme mit hoher Datenrate und kleinen Zykluszeiten, die die Regelung hoch-dynamischer Antriebe erfordert.**



Die Diskussionen über den 'idealen' Feldbus lassen nach. Mehrere offene Kommunikationssysteme haben sich etabliert. Darunter gibt es einige vergleichbare Feldbusse, das heißt Systeme mit ähnlichen Kenngrößen und Anwendungsbereichen. Andere haben technische Nischen belegt und spielen dort ihre Stärken aus. Zur letzten Gruppe gehört das SERCOS interface (SERial Realtime COnnection System) als serielles Echtzeit-Kommunikationssystem für den Dialog zwischen Antrieben und Steuerungen in numerisch gesteuerten Maschinen.

Bei der Spezifikation des SERCOS interface standen die Kommunikationsanforderungen der NC-Maschinen Pate [1]. Lichtwellenleiter sorgen für eine störsichere Datenübertragung mit bis zu 4 MBit pro Sekunde. SERCOS interface realisiert ein deterministisches Übertragungsverhalten bei sehr kurzen Zykluszeiten bis herunter zu 62 µs. Dieses Verhalten erlaubt den Austausch von Soll- und Istwerten mit Synchronisierung von Meßzeitpunkt und Sollwerteneinsatz. Der Servicekanal gestattet die Übertragung von Parametern, Diagnoseinformationen und Kommandos parallel zum zyklischen Datenaustausch.

Weiterhin bietet das SERCOS interface eine Sensor/Aktor-Funktionalität (I/O [2]). Neben Antriebsdaten lassen sich auch parallele digitale, analoge, serielle und funktionelle I/O-Daten übertragen. SERCOS interface unterscheidet dazu zwischen Antrieben, I/O-Stationen und Mischstationen (kombinierte Antriebs- und I/O-Funktionen). Typische I/O-Daten sind beispielsweise:

- parallele digitale Ein- und Ausgänge (Näherungs-/Endschalter, Magnetventile)
- analoge Ein- und Ausgänge (Sensoren für Temperatur, Druck oder Geschwindigkeit, Stellwerte zu Regelventilen)
- digitale Kommunikations-schnittstellen (Terminals, Drucker)
- Zähler- und Zeitmeßfunktionen (Stückzahlen, Drehzahlen)
- Positionsmeßdaten (Kolbenweg, Stempelposition)

Hierbei haben Sollwerte die Bedeutung von Ausgangsdaten (Stellwerte) der I/O-Station zur Peripherie. Istwerte sind als Eingangsgrößen (Meßwerte) der I/O-Station von der Peripherie zu verstehen. Dank dieser Erweiterungen und der zeitäquiva-

distanten Übertragung hoher Güte eignet sich SERCOS interface auch für Anwendungen in der Meßtechnik.

War der Aufbau einer Anschaltung für das SERCOS interface bislang noch aufwendig, so hat sich dieses mit dem Controller-Baustein SERCON410 geändert. Mit ihm steht ein Chip zur Verfügung, der den Hardwareaufwand einer Anschaltung auf ein Minimum beschränkt [3]. Der zweite Teil dieser Artikelserie behandelt den Controller im Detail. Dieser Baustein ist ein Ergebnis der europäischen Bemühungen, die heimische Halbleitertechnik und Mikroelektronik zu fördern. Die Braunschweiger IAM hat im Rahmen der JESSI-SMI-Aktivitäten ('Joint European Submicron Silicon Initiative - Small and Medium Industries Support') den SERCON410 entwickelt.

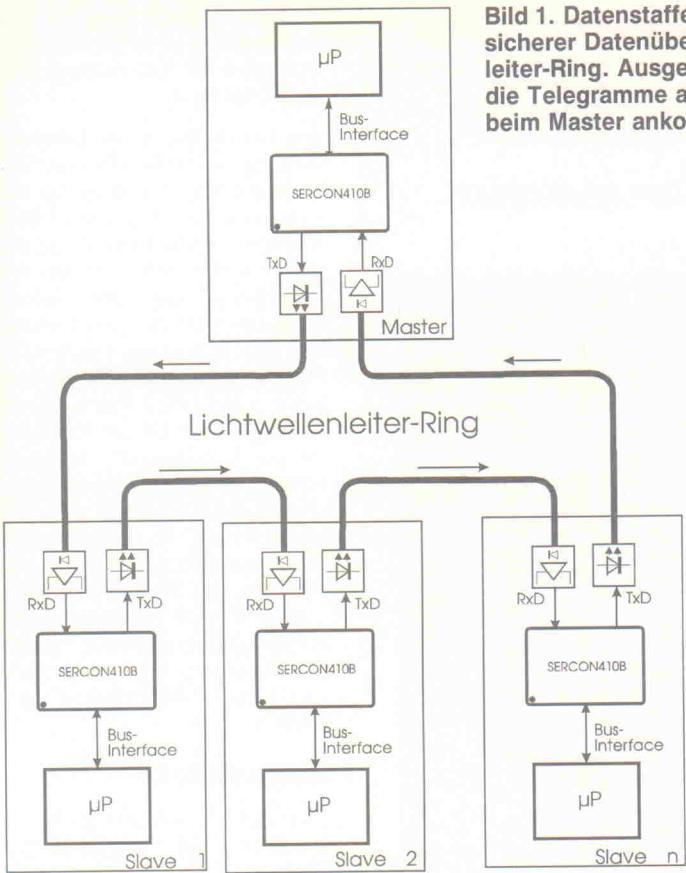
### Rennstrecke

Physikalisch stellt das SERCOS interface ein Master/Slave-System mit Ringtopologie (Bild 1) dar. Ein Lichtwellenleiter-Ring verbindet den Sender des Masters mit dem Empfänger des ersten Slaves, von dessen Sender geht 's weiter zum Empfänger des nächsten Teilnehmers und so fort. Ein Lichtwellenleiter vom Sender des letzten Slaves zum Empfänger des Masters schließt den Ring.

Die Kommunikation fußt auf einer zeitäquidistanten, zyklischen Folge von HDLC-Telegrammen ('High-Level Data Link Control', siehe Bild 2 und Kasten 'HDLC'). Zu jedem Zeitpunkt geht nur ein Telegramm über die LWL-Strecke. Schrittmacher des Datenrennens ist dabei der Master: Er startet die Kommunikationszyklen mit einer festen Wiederholrate ( $1/T_{SCYC}$ ). Die Slaves senden empfangene Telegramme mit einer geringen Verzögerung weiter (Repeaterfunktion). Zum Schluß empfängt der Master wieder alle Telegramme, auch seine eigenen. So kann er jederzeit Leitungsfehler feststellen.

Der Zyklus beginnt mit der Aussendung des Master-Synchronisationstelegramms (MST) durch den Master. Danach senden die Slaves ihre Istwerte in den ihnen zugeordneten Antriebs-Telegrammen (AT1, AT2 bis ATM). Der Zyklus endet mit dem Master-Datentelegramm (MDT), aus dem die

Dipl.-Ing. Henning Quast ist Applikationsingenieur für Feldbusse. Nach seinem Studium der Antriebs- und Regelungstechnik an der TU Braunschweig ist er seit 7 Jahren bei der IAM beschäftigt.



**Bild 1. Datenstaffellauf: SERCOS nutzt zwecks sicherer Datenübertragung einen Lichtwellenleiter-Ring. Ausgehend vom Master durchlaufen die Telegramme alle Teilnehmer, bis sie wieder beim Master ankommen.**

Über das SERCOS Interface können Betriebsdaten und Kommandos ausgetauscht werden. Beide Informationsarten sind in Datenblöcken beschrieben. Ein Datenblock besteht aus sieben Elementen:

Element 1	Identnummer
Element 2	Name
Element 3	Attribut
Element 4	Einheit
Element 5	min. Eingabewert
Element 6	max. Eingabewert
Element 7	Betriebsdatum

Der Datenblock beinhaltet neben dem eigentlichen Wert des Datums auch eine ihn eindeutig kennzeichnende 16 Bit lange Identnummer. Die Spezifikation des SERCOS Interface [1, 2] legt die Identnummern fest. So sind die Identnummern von 0 bis 32767 (also die Hälfte des möglichen Wertebereichs) reserviert, alle übrigen stehen den Anwendern zur freien Verfügung.

Jeder Datenblock beinhaltet einen Namen, ein Attribut und teilweise eine Einheit. Name und Einheit enthalten einen ASCII-Text. Das Attribut stellt alle Informationen zur Verfügung, um das Betriebsdatum verständlich darzustellen. In ihm ist unter anderem der Typ (numerisch oder Text) und das Anzeigeformat des Betriebsdatums kodiert. Das Betriebsdatum kann durchaus eine längere Liste sein. Jedes numerische Betriebsdatum besitzt einen minimalen und einen maximalen Eingabewert. Von den Elementen eines Datenblocks kann nur das Element 7, also das Betriebsdatum selbst, zyklisch übertragen werden. Zu diesem Zwecke werden während der Initialisierung (Phasenhochlauf) mit entsprechenden Identnummern die konfigurierbaren Teile der AT- und MDT-Datensätze festgelegt. Der dritte Teil dieser Artikelserie bringt ein Beispiel dazu.

Wie weiter oben bereits ange deutet, unterscheidet das SERCOS Interface zwischen zyklischen Daten und nichtzyklischen Bedarfsdaten: Zyklische Daten werden mit jedem Kommunikationszyklus ausgetauscht, sie liegen im konfigurierbaren Teil der AT- und MDT-Datensätze. Bedarfsdaten

sind Parameter und Kommandos, die einmalig oder selten ausgetauscht werden. Ihre Übertragung erfolgt wortweise segmentiert – also zeitlich nacheinander in 16-Bit-‘Happen’ – in den AT- und MDT-Infoworten. Längere Texte können so beispielsweise in Zwei-Byte-Schritten Zyklus für Zyklus übertragen werden. Die Status- und Steuerworte enthalten Handshake-Bits, die den schrittweisen Datenaustausch steuern. Dieser parallel zum zyklischen Datenaustausch bestehende Datenpfad heißt Servicekanal.

## Service, bitte

Über den Servicekanal hat der Master Zugriff auf jedes Element aller in einem Slave vorhandenen Datenblöcke. Jeder Slave hält sämtliche für die Kommunikation notwendigen Parameter in Datenblöcken gespeichert. Der Vorteil liegt darin, daß der Master vorab keinerlei Informationen über die angeschlossenen Slaves haben muß. Sämtliche Information kann er per Angabe der entsprechenden Identnummern über den Servicekanal anfordern. So ist natürlich auch hinterlegt, ob es sich bei dem angesprochenen Slave um einen Antrieb, eine I/O-Station oder um eine Mischform handelt, letztere trägt die Identnummer 290. Weitere Datenblöcke beschreiben die Eigenschaften der Station. So existiert beispielsweise unter der Identnummer 17 eine Liste aller vom Slave unterstützten Identnummern. Die Liste der implementierten Kommandos kann der Master über die Identnummer 25 abrufen.

Jetzt zurück zum Phasenhochlauf. Der Master legt stets die Phase vor, die Slaves folgen ihm. Tritt während des Hochlaufs ein Fehler in einem Slave auf, so schaltet dieser eigenständig in Phase 0 zurück und liefert kein AT mehr. Dieses wiederum bemerkt der Master, der daraufhin den gesamten Ring in die Phase 0 zurückbringt und gegebenenfalls den Phasenhochlauf neu startet. Der ‘Staffellauf’ beginnt mit...

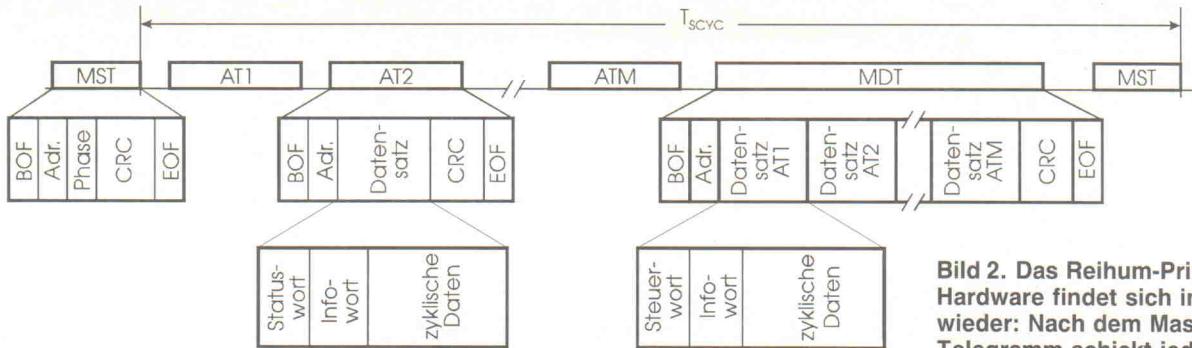
## Phase 0

Hier prüft der Master zunächst, ob der Lichtwellenleiter-Ring geschlossen und eine Rundum-Kommunikation möglich ist. Dazu sendet er zu Beginn jedes Zyklus lediglich ein MST. Bei geschlossenem Ring empfängt

Slaves die für sie bestimmten Informationen entnehmen. Nach Ablauf der Zykluszeit  $T_{SCYC}$  sendet der Master das nächste MST.

Die Telegramme werden in NRZI-Kodierung (‘Non-Return-to-Zero Inverted’) übertragen, zwischen den Telegrammen sendet der Master ein Füllsignal, welches Flanken zur Taktrückgewinnung enthält. Jedes Telegramm ist mit einem Begin-of-Frame(BOF)- und einem End-of-Frame-Feld (EOF) eingehrahmt. Alle Telegramme beinhalten ein 8 Bit breites Adressfeld und ein 16 Bit breites CRC-Feld (‘Cyclic Redundancy Check’). Das noch verbleibende Feld im Telegramm hat eine von der Telegrammarte abhängige Bedeutung. So führt das MST lediglich eine 8-Bit-Phaseninformation. Das betreffende Feld eines AT besteht aus einem Datensatz. Dieser ist in einen festen Teil, zusammengesetzt aus dem Statuswort und dem Service-Infowort, und in einen konfigurierbaren Teil für die zyklisch zu übertragenden Daten gegliedert. Im MDT stehen schließlich M-Datensätze, für jedes AT einer; das Statuswort heißt hier allerdings Steuerwort.

Man erkennt leicht, daß die erreichbare Zykluszeit abhängig



der Master sein MST wieder, andernfalls liegt eine Unterbrechung des Ringes vor. Hat der Master mindestens zehnmal in Folge sein MST empfangen, schaltet er den Ring in die nächste Phase um.

## Phase 1

Nun versucht der Master alle Antriebe beziehungsweise I/O-Stationen zu finden. Zu diesem Zweck spricht er Zyklus für Zyklus jede mögliche Adresse mit einem MDT ohne Datensatz an. Der so adressierte Busteilnehmer meldet sich im nächsten Zyklus nach Empfang des MST mit seinem AT, ebenfalls noch ohne Datensatz. Hat der Master entweder alle projektierten Stationen gefunden oder den Adressbereich durchlaufen, schickt der Master den Ring in die nächste Runde.

## Phase 2

Diese Phase dient dem Austausch der Kommunikationsparameter. Zunächst spricht der Master alle in Phase 1 erkannten Antriebe und I/O-Stationen über den Servicekanal an, um nach und nach alle kommunikationsrelevanten Identnummern und damit deren Betriebsdaten aus den Stationen zu lesen. Auf Basis dieser Informationen berechnet der Master die einzelnen Zeitpunkte, zu denen sich ab Phase 3 die Slaves mit ihren ATs melden sollen. Anschließend überträgt der Master über den Servicekanal diese Kommunikationsparameter in die einzelnen Slaves. Der Datenaustausch in Phase 2 läuft in jedem Zyklus nur zwischen dem Master und jeweils einem Slave.

## Phase 3

Gegenüber Phase 2 unterscheidet sich Phase 3 nur dadurch, daß in einem Zyklus jetzt alle Antriebe und I/O-Stationen gleichzeitig angesprochen werden können. Dieses erlaubt einen effektiveren Austausch

von noch nicht übertragenen Betriebsdaten. Hier erfolgt, wenn nicht schon in Phase 2 geschehen, die Festlegung des konfigurierbaren Teils der AT- und MDT-Datensätze.

## Phase 4

Erst mit Einnahme der Phase 4 – dem Normalbetrieb – werden die zyklischen Daten gültig. Die Bedeutung der zyklischen Daten bleibt während des gesamten Normalbetriebes gleich, sie kann nur durch einen erneuten Phasenhochlauf geändert werden. Der Austausch von Bedarfsdaten über den Servicekanal ist weiterhin jederzeit möglich.

Der nächste Teil dieser Artikel-Serie stellt eine Anschaltung für das SERCOS interface mit dem Controller SERCON410 am Beispiel der PC/AT-Einsteckkarte SERCEB (SERCOS interface Entwicklungs Board) vor. Darauf folgen einige Programmbeispiele für das SERCOS interface unter Nutzung der SERCEB. ea

## Literatur

- [1] N. N., SERCOS interface, Digitale Schnittstelle zur Kommunikation zwischen Steuerungen und Antrieben in numerisch gesteuerten Maschinen, Update 9/91 und
- [2] N. N., SERCOS interface, Digitale Schnittstelle zur Kommunikation zw. Steuerungen und Antrieben in numerisch gesteuerten Maschinen, I/O-Funktionen 03/93. Fördergem. SERCOS interface e. V. (FGS), D-50389 Wesseling
- [3] Kiel, E., Schierenberg, O., Einchip-Controller für das SERCOS interface. Elektronik 6/92
- [4] International Standard ISO 3309: Data Communications – High-Level Data Link Control Procedures – Frame Structures, Second Edition, 1979-07-01
- [5] Alexander von Stauffenberg, Schnittschnelle, ELRAD 11/93, S. 49

**Bild 2. Das Reihum-Prinzip der Hardware findet sich im Protokoll wieder: Nach dem Master-Sync-Telegramm schickt jede Station ihre Meldung, die der Master zum Schluß mit seinem Datentelegramm quittiert.**

## HDLC

HDLC steht für 'High-Level Data Link Control'. Dieses Protokoll wurde bereits 1979 international durch die ISO (International Standardization Organization) in der ISO 3309 [4] genormt. Diese Norm legt auf lediglich sieben Seiten das Rahmenformat zur Übertragung von Daten fest.

Der Begriff Rahmenformat beschreibt das Einrahmen der zu übertragenden Information durch zusätzliche Steuer- und Überwachungssequenzen. Der allgemeine HDLC-Rahmen kann eine beliebige Anzahl von Datenbits übertragen:

Flag	Address	Control	Information	FCS	Flag
0111110	8 Bit	8 Bit	n Bit	16 Bit	0111110

Die Abkürzung FCS steht für 'Frame Checking Sequence'. Diese stellt eine CRC-Prüfsumme dar, die dem Empfänger eines Rahmens ermöglicht, Übertragungsfehler festzustellen. CRC heißt ausgeschrieben 'Cyclic Redundancy Check' und bezeichnet ein Verfahren, das mit zusätzlichen Prüfbits fast alle möglichen Fehler aufdeckt.

Die beiden Flags '0111110' kennzeichnen den Beginn und das Ende eines Rahmens. Damit der Empfänger die Flags eindeutig erkennen kann, muß der Sender dafür sorgen, daß die Bitfolge des Flags nicht innerhalb des Rahmens auftritt. Deshalb fügt der Sender nach fünf Einsen *immer* ein 0-Bit in die gesendete Bitfolge ein. Der Empfänger muß also, um die ursprünglichen Daten zurückzugewinnen, eine nach fünf 1-Bits empfangene Null aus der erhaltenen Bitfolge entfernen. Hat er dagegen sechs 1-Bits empfangen, so war das eindeutig ein Flag. Diese Vorgehensweise nennt sich neudeutsch 'Bit Stuffing'.

Das Adressfeld enthält die Adresse des Empfängers des Rahmens. Dabei bezeichnet die Adresse 0FFH einen Rahmen an alle Empfänger (Broadcast) und 00H ist reserviert. Um mehr als 254 Empfänger unterscheiden zu können, sieht HDLC eine optionale Erweiterung vor: Ist das erste gesendete Adressbyte eine Null, dann enthält das folgende Byte ein weiteres Adressfeld. Wendet man dieses Verfahren wiederholt an, so kann man beliebig viele Empfänger adressieren. SERCOS interface nutzt diese Option allerdings nicht.

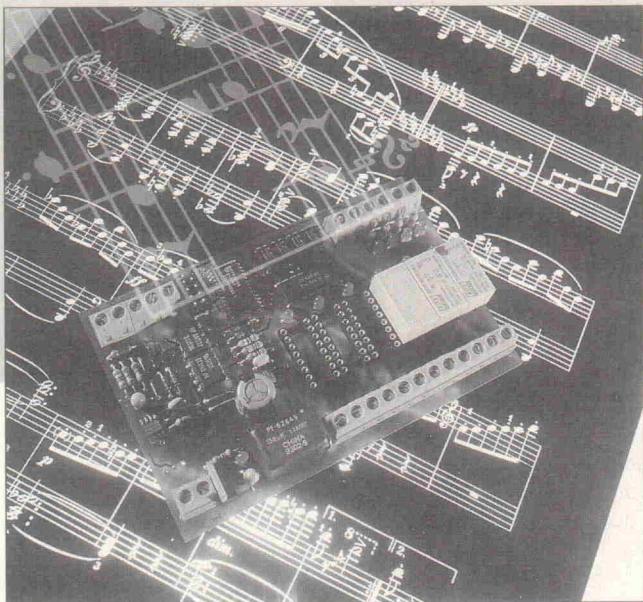
Das Steuerfeld dient dazu, Befehle von Anfragen zu unterscheiden. SERCOS benötigt dieses Feld nicht und läßt es folglich weg.

Das SDLC-Protokoll (Synchronous Data Link Control) stellt eine Untermenge von HDLC dar, die der blaue Riese IBM für seine Telekommunikationsprodukte einsetzt. Während HDLC viele Freiheitsgrade besitzt, spezifiziert SDLC manche Dinge etwas enger: Beispielsweise schreibt SDLC für das Informationsfeld eine ganzzahlige Anzahl von Bytes vor. Das SERCOS interface benutzt ebenfalls nur Vielfache von acht Bits im Informationsteil und läßt das Steuerfeld weg:

Flag	Address	Information	FCS	Flag
0111110	8 Bit	n x 8 Bit	16 Bit	0111110

# CANtate

## CAN-Bus, Teil 3: Feldknoten mit SLIO 82C150



**Bruno Sontheim**

**Einen Industrie-PC mit zwei Slotkarten für CAN-Bus-Anschaltung und Signalkonditionierung einzusetzen, wenn man lediglich einige wenige Signale aus dem Schaltschrank auf den Bus bringen will, bedeutet sicher, mit Kanonen auf Spatzen zu schießen. Das muß auch einfacher gehen ...**

Für 'simple' I/O-Teilnehmer am CAN-Bus entwickelte Philips einen passenden Chip, den 82C150, auch als SLIO (Serial Linked IO) bekannt. Im kompakten SMD-Outfit mit 28 Pins stellt er die richtige Wahl für unsere CANtate dar, die auf 110 × 72 mm hutschienengerecht 10 binäre und zwei analoge Signale vom und zum CAN-Bus rangiert. Die Möglichkeit der Pegelüberwachung, der Analog-Ein-/Ausgabe sowie der digitalen Ein-/Ausgabe machen ihn zu einem kostengünstigen Schaltbaustein. Mit ein wenig zusätzlicher Elektronik entsteht so ein leistungsfähiger CAN-Knoten.

### Partitur

Der hier vorgestellte SLIO-Knoten bietet für die Automatisierungstechnik und Gebäudeleittechnik folgende Eigenschaften:

- 6 Relais-Ausgänge
- 4 optoentkoppelte 24-V-Eingänge
- je ein Analog-Ein- und Ausgang
- Versorgung 24VDC
- optoisolierter CAN-Schnittstelle nach ISO-DIS 11898

Dipl.-Ing. (FH) Bruno Sontheim ist selbständiger Hard- und Software-Entwickler in Kempten.

- Anschluß über Schraubklemmen
- Platinenformat für Hutschienen-Gehäuse geeignet

Um das Kernstück der Schaltung – den SLIO-Baustein 82C150 (IC1) – gruppieren sich noch einige Halbleiter, die das galvanisch getrennte Bus-Interface realisieren (IC5,6,8,9) und die binären Signale aufbereiten (IC1 und IC2). Ein MAX 701 (IC3) sorgt für ein sauberes Reset-Signal.

Die Beschaltung des SLIO-Knotens sieht vier digitale optoentkoppelte Eingänge vor. Deren Beschaltung ist für ein Signal von 24 V Gleichspannung dimensioniert. Das Eingangssignal geht über einen Widerstand (RN1A...D) durch eine LED an den Optokoppler IC2. Die Eingangssignale stehen dann an den Portpins P10...P13 negiert an.

Als digitale Ausgänge kommen sechs DIL-Relais zum Einsatz. Die digitalen Ausgangssignale P4...P9 des SLIO-Chips gehen auf den Darlington-Treiber IC1, der die Relais ansteuert. Die Zustände der Relais zeigen die LEDs D1 bis D6 an. P10 des SLIO stellt dabei einen Sonderfall dar, dies ist das DPM-Aus-

gangssignal, das auch für den Analogausgang herangezogen wird. Will man das DPM-Signal mit etwas mehr Leistung verwenden, kann man dafür den siebten Treiberausgang, Pin 10 von IC1, belegen.

### Klaviatur

Gemäß Herstellervorgabe können sich in einem SLIO-Netzwerk nicht mehr als 16 Knoten befinden. Deshalb reichen zur Adreßeinstellung auf dem Jumperblock J1/J2 vier Brücken aus. Diese legen die logischen Pegel an den Pins P0 bis P3 des SLIO fest. Eine gesteckte Brücke entspricht dabei einer logischen Null. Soll der SLIO-Knoten beispielsweise auf die Adresse 7 (0111 binär) eingestellt werden, so brückt man Pin 3 von J1 mit Pin 3 von J2.

### Instrumentierung

Busseitig ist der SLIO-Knoten mit einem Interface-Baustein 82C250 (IC8) ausgerüstet und entspricht somit der Norm ISO-DIS 11898. Die Optoentkopplung der Schnittstelle erfolgt mit den beiden IC5 und 6 sowie dem DC/DC-Wandler IC9. Überspannungen auf den Datenleitungen CAN-H und CAN-L fangen die Dioden D30...D33 ab. Die Widerstände R9 und R10 schützen dabei die Dioden vor Überlastung. Besondere Ansprüche an die DC/DC-Trennung erfüllen die Kondensatoren C8 und C9. Im Normalfall können diese jedoch durch Drahtbrücken ersetzt werden.

Den Busabschluß bildet R12. Sein Standardwert beträgt 120  $\Omega$ . Dieser Wert paßt in den meisten Fällen zu den Leitungsverhältnissen. Sollten sich Übertragungsfehler einstellen oder die CANtate überhaupt nicht reagieren, kann man R12 zwischen 100  $\Omega$  und 150  $\Omega$  variieren. Den passenden Wert findet man, indem man das Signal an den Busklemmen X15 und X16 mit einem Oszilloskop beobachtet und durch Anpassen von R12 auf möglichst gute Rechteckform bringt.

### Register

Für die Einstellung der Eigenschaften besitzt der SLIO-Knoten einen Registersatz (siehe Tabelle). Das Belegen der Register mit einem Wert sowie das Lesen eines Wertes erfolgt mit dem weiter unten beschriebenen

CAN-Objekt. Egal, ob ein Register gelesen oder beschrieben werden soll, der SLIO antwortet immer mit dem aktuellen Registerwert. Dadurch kann der Host-Rechner die korrekte Ausführung der Funktion überprüfen. Es ergibt sich folgender Ablauf: Zuerst sendet der Host Daten an ein Register, dann überträgt der SLIO den Registerinhalt zurück zum Host. Sind die empfangenen Daten für ein Read-Only-Register bestimmt, so ignoriert der SLIO die vom Host gesendeten Daten.

## Dirigent

Der SLIO-Knoten muß mit einem vom Hersteller vorge schriebenen Protokoll (Bild 1) konfiguriert und bedient werden. Der Datenaustausch mit der PCCAN geschieht mit einem Telegramm von drei Abschnitten, die folgende Bedeutung haben:

Das **Arbitration-Feld** beginnt nach dem Start-of-Frame-Bit (SOF), das immer logisch Null ist. Die ersten 10 Bit des Arbitration-Feldes enthalten die Knotenadresse, wobei einige Bit auf feste Zustände gelegt sind (vgl. Bild 1). Die mit P0 bis P3 gekennzeichneten Bits stellen die Adresse des anzu sprechenden SLIO-Knotens dar. ID0 (Bit 0 des Identifiers) kennzeichnet die Datenrichtung: DIR = 1 kennzeichnet die Datenübertragung vom SLIO zum Host, bei DIR = 0 geht's in die andere Richtung. Das Remote-Transmission-Request-Bit (RTR) liegt normalerweise auf Null. Nur wenn der Host Daten zum SLIO schickt, muß das

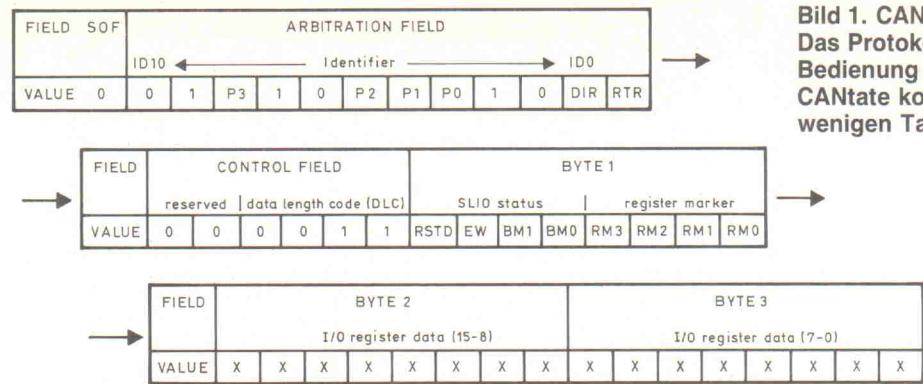


Bild 1. CAN-Kanon:  
Das Protokoll zur  
Bedienung der  
CANtate kommt mit  
wenigen Takten aus.

RTR-Bit gesetzt sein, damit der SLIO das Ergebnis der Schreib operation quittiert. Dazu schickt er per Retransmit die aktuelle Registerbelegung dem Host zurück.

Nach dem **Control-Feld**, das mit dem Bitmuster 000011 (Datenlänge drei Bytes) fest vorbelegt ist, schließt sich das **Datenfeld** an: Im Byte 1 meldet der SLIO seinen Status: RSTD = 1 bedeutet, daß der SLIO-Oszillator kalibriert ist, eine Null zeigt einen normalen Datenrahmen an. Das Bit EW zeigt mit '1' an, daß mehr als 32 Fehler aufgetreten sind. BM1 und BM0 geben den Busstatus wieder, bei der Differenzschnittstelle nach ISO DIS muß man hier immer das Bitmuster 00 finden. RM3...0 stellt die Nummer des Registers dar, dessen Inhalt in Byte 2 (Register-Bit 15...8) und Byte 3 (Register-Bit 7...0) steht.

## Metronom

Eine günstige Eigenschaft des SLIO-Knotens stellt seine Fähigkeit dar, sich in einem Frequenzbereich von 20 kBd

bis 125 kBd auf die gewählte Baudrate (Busfrequenz) automatisch einzustellen. Um dem SLIO-Knoten die gewählte Baudrate mitzuteilen, wird ein definierter Identifier mit einer definierten Bitfolge auf den CAN-Bus gelegt (siehe Listing 1). Der SLIO-Knoten kann anhand dessen dann die Bitzeiten und somit die Baudrate ermitteln. Danach ist er für die Konfiguration vorbereitet. Folgende Bit-Kombination wird von Philips für die Baudraten synchronisation vorgeschrieben:

Identifier	000 1010 1010
(0 = dominant)	
RTR-Bit	0
Data Length Code	0010
Datenbyte 1	1010 1010
Datenbyte 2	0000 0100

Ein Nachteil der automatischen Baudratenerkennung ist, daß sie mit einem RC-Oszillator realisiert wurde und somit nach der Initialisierung allmählich den Takt verliert. Deshalb wird nach einer bestimmten Zeit, beim SLIO spätestens nach 8192 Bit, eine Nachsynchronisation fällig. Damit der PC nicht unnötig belastet wird, übernimmt die PCCAN diese Aufgabe. Immer

dann, wenn eine Lücke in der Datenübertragung entsteht und eine bestimmte Zeit abgelaufen ist, sendet die PCCAN das Synchronisations-Objekt automatisch aus. Dazu benötigt die PCCAN allerdings mindestens die EPROM-Version 2.0, die den SLIO mit einigen neuen Befehlen unterstützt.

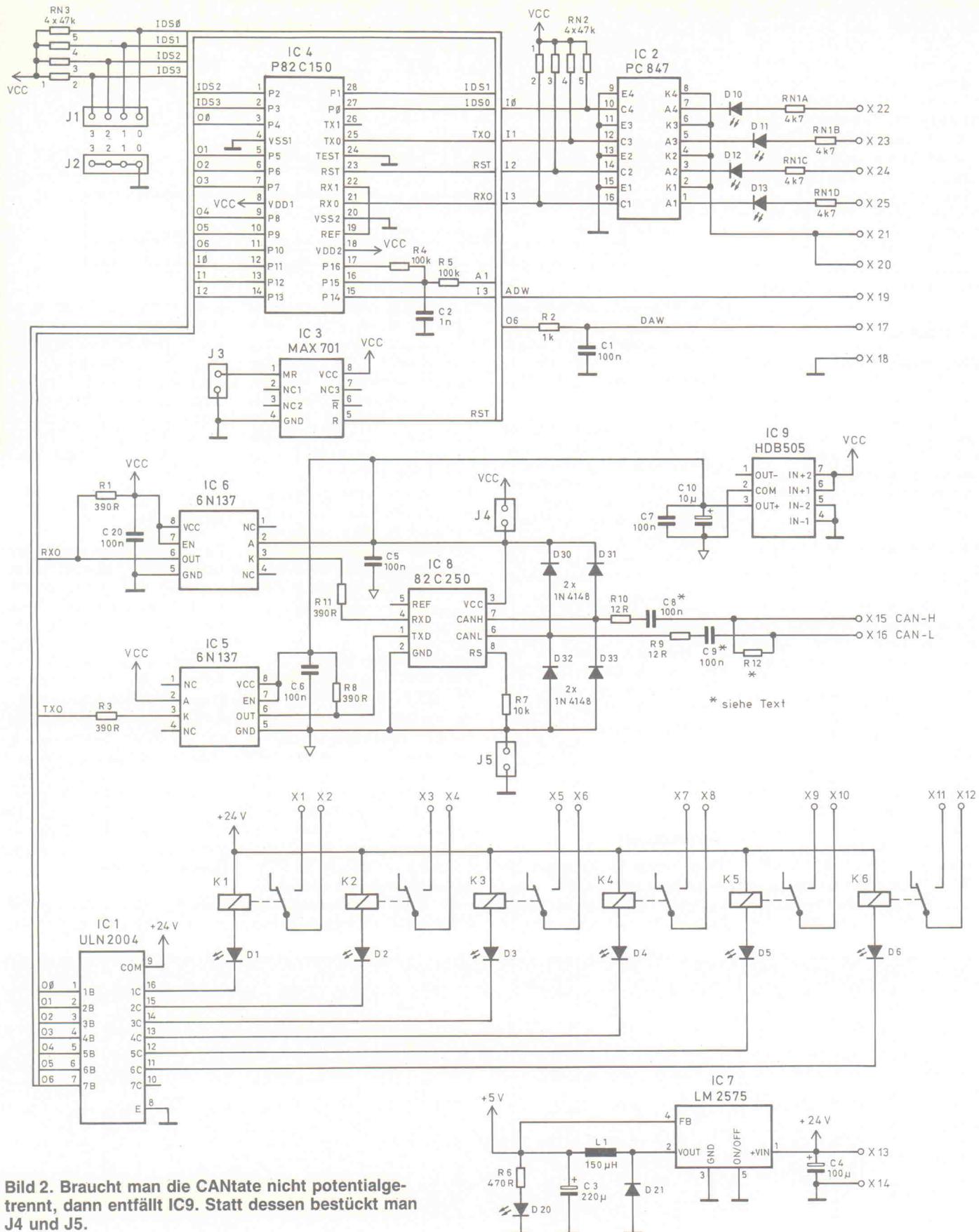
## Auftakt

Der SLIO-Knoten bietet eine Anzahl von Einstellungsmöglichkeiten, die hier besprochen werden sollen. Der 82C150 besitzt 16 digitale I/O-Ports, wobei einige Pins mit einer zweiten Funktion belegt werden können. Vier Port-Pins (P0...P3) dienen dazu, die SLIO-Adresse einzustellen. Bei der High-Low-Flanke des Reset übernimmt der Chip das anliegende Bitmuster. Danach kann man die Pins weiter als normale IO-Pins verwenden. Dieses Feature nutzt die CANtate allerdings nicht, da mindestens ein zusätzlicher Baustein nötig wäre.

Nach dem Reset sind alle Port-Pins zunächst als Eingänge kon

## SLIO-Register

Register (Adresse)	Bit 15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Input Data (0000)	DI15	DI14	DI13	DI12	DI11	DI10	DI9	DI8	DI7	DI6	DI5	DI4	DI3	DI2	DI1	DI0
Positive Edge (0001)	PE15	PE14	PE13	PE12	PE11	PE10	PE9	PE8	PE7	PE6	PE5	PE4	PE3	PE2	PE1	PE0
Negative Edge (0010)	NE15	NE14	NE13	NE12	NE11	NE10	NE9	NE8	NE7	NE6	NE5	NE4	NE3	NE2	NE1	NE0
Output Data (0011)	DO15	DO14	DO13	DO12	DO11	DO10	DO9	DO8	DO7	DO6	DO5	DO4	DO3	DO2	DO1	DO0
Output Enable (0100)	OE15	OE14	OE13	OE12	OE11	OE10	OE9	OE8	OE7	OE6	OE5	OE4	OE3	OE2	OE1	OE0
Analog Config. (0101)	ADC	OC3	OC2	OC1	0	M3	M2	M1	SW3	SW2	SW1	0	0	0	0	0
DPM1 (0110)	DP9	DP8	DP7	DP6	DP5	DP4	DP3	DP2	DP1	DP0	0	0	0	0	0	0
DPM2 (0111)	DQ9	DQ8	DQ7	DQ6	DQ5	DQ4	DQ3	DQ2	DQ1	DQ0	0	0	0	0	0	0
A/D (1000)	AD9	AD8	AD7	AD6	AD5	AD4	AD3	AD2	AD1	AD0	0	0	0	0	0	0



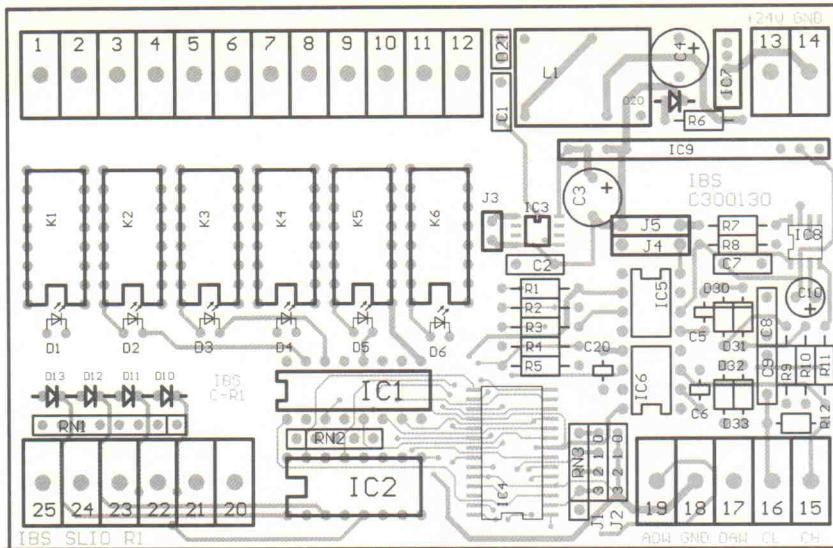
**Bild 2.** Braucht man die CANtate nicht potentialgetrennt, dann entfällt IC9. Statt dessen bestückt man J4 und J5.

figuriert. Jeder Port kann auch als Ausgang umdefiniert werden. Dazu programmiert man das Output-Enable-Register (OE) des SLIO. Jedem Port-Pin P0...P15 entspricht ein Bit im

OE-Register (siehe Register-Tabelle). Setzt man dieses Bit, dann wird der entsprechende Port-Pin zum Ausgang, umgekehrt entspricht eine Null der Konfiguration als Eingang.

Für die CANtate gelten folgende Einstellungen: P0 bis P3 sind der Adreßeinstellung vorbehalten (in den folgenden Beispielen sei die Adresse 0FH angenommen), P4...P9 steuern die

Relais an, P10 ist der Analogausgang, P11 bis P14 dienen als Digitaleingänge und P15 stellt den Analogeingang dar. Damit ergibt sich für die Konfiguration des Output-Enable-Registers



**Bild 3. Setzt man für C3 einen Standard-Elko ein, dann sollte vorher bei der nicht potentialgetrennten Version die Brücke J4 bestückt werden.**

Das Lesen und Beschreiben der Binär-I/O-Pins geschieht mittels entsprechender Befehle. Die Eingänge (P11 bis P14) können mit folgendem Befehl gelesen werden: Die PCCAN sendet zunächst die Bytefolge 77H, 88H, 00H, 00H. Darauf antwortet die CANtate mit 77H, A3H, 00, xxH, xxH. Hier stehen die xxH für den Inhalt des Input-Data-Registers. Die entsprechenden Bits der Pins P11 bis P14 muß man dann lediglich per logischem Und ausmaskieren.

Das Setzen aller Ausgänge (P4...P9) nimmt man mit folgender Bytesequenz vor: Die PCCAN sendet 77H, 88H, 03H, 03H und F0H. Hat alles geklappt, dann antwortet die CANtate mit: 77H, A3H, 03H, 03H, F0H. Zum Rücksetzen der Ausgänge schickt man die gleiche Folge, wobei das vierte und fünfte Byte gleich Null ist.

Im nächsten Teil folgt die weitere Beschreibung der SLIO-Programmierung sowie ein Applikationsbeispiel, das das harmonische Zusammenspiel zwischen PCCAN und CANtate demonstriert. ea

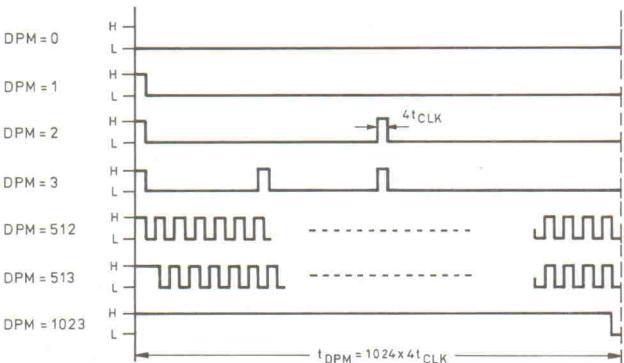
## Stückliste

CANtate	
<b>Widerstände</b>	
R1,3,8,11	390
R2	1k
R4,5	100k
R6	470R
R7	10k
R9,10	12R
R12	120R
RN1	4 x 4k7, kein gemeinsamer Anschluß oder Einzelwiderstände
RN2,3	4 x 47k
<b>Kondensatoren</b>	
C1,5,6,7,	
C8,9,20	100 nF
C2	1n
C10	10 µF, 16 V
C3	220 µF, 16 V
C4	100 µF, 35 V
<b>Halbleiter</b>	
D1,2,3,4,5,6,	
D10,11,12,13	LED, 3 mm, rot
D20	LED, 3 mm, grün
D30,31,32,33	1N4148
IC1	ULN2004
IC2	PC847

IC3 MAX701  
IC4 P82C150  
IC5,6 6N137  
IC7 LM2575-5  
IC8 82C250  
IC9 HDB0505, Burr-Brown

**Sonstiges**  
J1/J2 Pfostenleiste 2 x 4  
K1,2,3,4,5,6 DIL-Relais,  
z. B. Dold OW56911.11  
X1...X25 11 x Phoenix  
MKDSN-5,08,  
Art.-Nr. 17 29 12 8  
1 x Phoenix  
MKDSN-5,08,  
Art.-Nr. 17 29 13 1  
L1 Spule 150 µH/1 A,  
z. B. bei EBV,

**Optional**  
IC-Sockel DIL-16 für K1...6  
Hutschienen-Gehäuse Phoenix,  
bestehend aus je 2 x Randelement  
UMKSE11,25,  
Art.-Nr. 29 70 00 2  
Mittelstück UMKBE45,  
Art.-Nr. 29 70 01 5  
Fuß UMKFE, Art.-Nr. 29 70 03 1



**Bild 4. Der DA-Umsetzer erledigt seine Arbeit mit vielen kleinen Paukenschlägen. Je höher der DA-Wert, desto öfter kommt ein DPM-Puls, bis schließlich beim Maximum ein durchgehendes High ansteht.**

**GPIB Phase 2 unter Windows®**

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

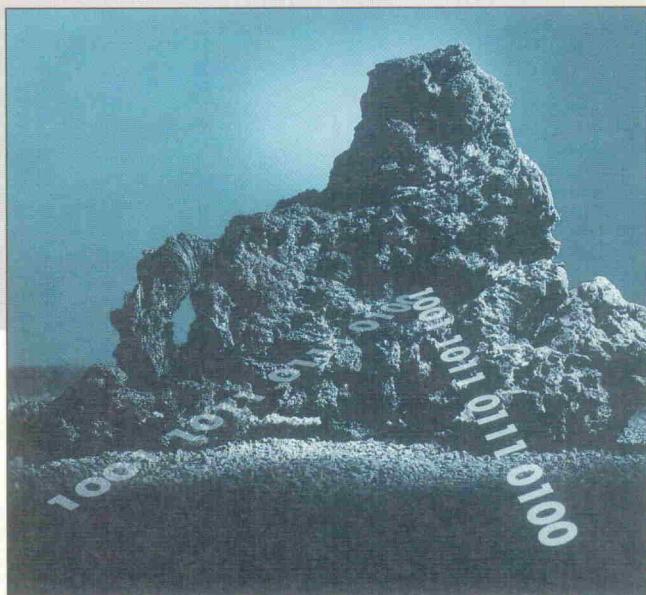


Systemlösungen für die  
Qualitätsicherung  
Software - Hardware

**GTI - Gesellschaft für technische  
Informatik mbH**  
Köhlerstraße 22 - D-12205 Berlin  
Tel.: (030) 8122728 - Fax: (030) 8122726

**OK**

## Teil 2: Verbindungsaufbau, Echounterdrückung und Modulationsarten



Dirk Hofmann

Will ein Modem die vielfältigen Eigenschaften von MNP 10 wie Datenkompression, Fehlersicherung und Geschwindigkeitsanpassung nutzen, so muß es sich mit der Gegenseite über deren Möglichkeiten einigen. Diese Verbindungsaufgaben übernehmen spezielle Protokolldatenelemente, die zunächst mit der eigentlichen Aufgabe eines Modems – Daten zu transportieren – scheinbar nichts zu tun haben.

**S** eine effizienzsteigernden Eigenschaften verwaltet und steuert das Microcom Networking Protocol mittels eines geeigneten Instruments, dem PDU. Das Protocol Data Unit verhilft MNP zu der Fähigkeit, eine Vielzahl verschiedener und erweiterter Protokoll-Merkmale zu unterstützen. Da die asynchrone und synchrone Datenübertragung des MNP-Protokolls blockweise erfolgt, ist das PDU ein Teilstück der Rahmen (Bild 1).

Bei der Datenübertragung kommt ein einheitliches Format für das Protokolldatenelement zur Anwendung. Das LEN-Feld gibt die Länge des PDU in Byte an. Im Typen-Feld steht ein Code von 1 bis 9, der eine von den maximal 256 PDU-Arten kennzeichnet. Bisher kennt MNP acht PDU-Typen (Bild 2).

Das Parameterfeld enthält für jeden PDU-Typ die unterschiedlichen Parameter als Kette von Oktetts. Jene Kette kann aus maximal 256 Gliedern bestehen, deren Bedeutung jeweils von der PDU-Type abhängig ist. Dies eröffnet die Möglichkeit für eine große Anzahl von MNP-Erweiterungen, von der jede mit anderen völlig kompati-

bel ist und theoretisch ihre eigene Klasse von Diensten anbieten kann. Ein Beispiel für solch einen Parameter ist die Sende-Sequenz-Nummer (SSN). Sie zeigt dem Empfänger an, ob die Reihenfolge der empfangenen Datenblöcke noch stimmt oder ob er welche 'verpaßt' hat.

Während der Einrichtungsphase beginnt ein rufendes MNP-Modem die Kommunikation durch Senden eines Link-Request(LR)-PDU zum fernen MNP-Modem. Der Empfänger sendet seinerseits ein LR-PDU zurück zum rufenden Modem. Dieses wiederum bestätigt den Empfang des LR-PDU mit Senden eines Link-Acknowledgement-(LA)-PDUs (Bild 3). Damit ist die Verbindung aufgebaut.

In der auf die Einrichtungsphase folgenden Datenphase tauschen die Modems Nutzdaten in

Form von Link-Transfer-(LT)-PDUs aus. Über die Menge der in jedem Rahmen zu sendenden Nutzdaten einigten sich die Modems dabei bereits in der Einrichtungsphase.

Korrekt empfangene LT-PDUs quittiert ein Modem, indem es ein Link-Acknowledgement (LA)-PDU mit um eins erhöhter Sende-Sequenz-Nummer zurückschickt und so den nächsten Datenblock anfordert. Ereignet sich während der Datenübertragung jedoch ein Fehler, so sendet das empfangende Modem ebenfalls ein Link-Acknowledgement(LA)-PDU, mit dem es dem Sender aufträgt, die Datenpakete ab der im LA-PDU enthaltenen Sende-Sequenz-Nummer erneut auf die Reise zu schicken. Mögliche Fehlerquellen sind beispielsweise eine falsche Prüfsumme, das Eintreffen von mehr Nachrichten, als der Empfänger verarbeiten kann (Receiver Overrun), oder der Empfänger erkennt anhand der SSN, daß Datenpakete fehlen.

Will ein Modem die Verbindung trennen, so sendet es ein Link-Disconnect(LD)-PDU. Damit ist für das sendende Modem die Verbindung aufgelöst. Erhält der Empfänger das LD-PDU, so betrachtet er die Sitzung ebenfalls als beendet.

Bisweilen kommt es vor, daß ein Benutzer mit Schreiben eines Break ein Out-of-Band-Signal senden möchte, beispielsweise um eine Unterbrechung der Übertragung von der Gegenseite zu veranlassen. Das Modem reagiert auf das Break-Signal, indem es ein Link-Attention(LA)-PDU aussendet. Dabei kann es der Gegenseite mitteilen, ob diese das zuletzt erhaltene Datenpaket noch auswerten oder verwerfen soll. Der Empfänger quittiert ein erhaltenes LN-PDU mit dem Link-Attention-Acknowledgement (LNA)-PDU, das als Parameter die SSN des LN-PDUs enthält.

Während das Modem auf einen Datenblock wartet, überprüft es die Leitungsbedingungen. Hierfür zählt die Modemsoftware die wegen Übertragungsfehlern

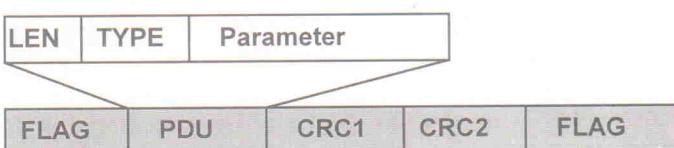


Bild 1. Der Kern des HDLC-Rahmens ist das PDU. Dieses wiederum enthält Verbindungssteuerdaten der Modems oder Nutzdaten.

Dipl.-Ing. (FH) Dirk Hofmann ist Applikationsingenieur bei Unitronics in Düsseldorf. Er betreut den Bereich Modems, GPS, ISDN und PCMCIA-Komponenten.

LEN 1 (LR)	Parameter	
LEN 2 (LD)	Parameter	
LEN 4 (LT)	Parameter	Nutzdaten
LEN 5 (LA)	Parameter	
LEN 6 (LN)	Parameter	
LEN 7 (LNA)	Parameter	Nutzdaten
LEN 8 (LM)	Parameter	
LEN 9 (LMA)	Parameter	

LINK REQUEST
LINK DISCONNECT
LINK TRANSFER
LINK ACKNOWLEDGEMENT
LINK ATTENTION
LINK ATTENTION ACKNOWLEDGE
LINK MANAGEMENT
LINK MANAGEMENT ACKNOWLEDGE

**Bild 2. Acht PDU-Typen ermöglichen MNP-Modems den Verbindungsauflauf, Datenübertragung, Verbindungskontrolle und Fehlersicherung.**

erneut angeforderten Datenpakete (Retransmission) und ändert die Übertragungsrate, um so einen Kompromiß zwischen der Anzahl der ausgefallenen Nachrichten und der Übertragungsrate zu erzielen. Zum Wechsel der Übertragungsrate bedient sich das Modem des Link-Management(LM)-PDUs. Als Parameter sendet es die neue Übertragungsrate und wechselt anschließend selbst darauf.

Erweiterungen des Microcom Networking Protocol fallen dank der vielen noch nicht definierten PDU-Typen leicht. Eine Aufwärtskompatibilität bleibt dabei gegeben, da jedes Modem, das neue Eigenschaften (z. B. V.fast) einführt, die grundlegenden MNP-Fähigkeiten abdecken muß. Neue PDUs können ohne Änderung der Funktionen der vorhandenen PDUs geschaffen werden: Data Phase Optimierung (MNP 4), Selektive Quittung (MNP 9) und Piggyback-Quittung (MNP 9) sind Beispiele von MNP-Erweiterungen, die ohne Kompatibilitätsprobleme zu existierenden Produkten verwirklicht sind.

Die Datenkompression kann durch drei unterschiedliche Algorithmen realisiert werden: MNP-Klasse 5, Klasse 7, oder

V.42bis, in Abhängigkeit des Einzelparameters im Link-Request-PDU. Wenn die Software einmal weiß, welcher Datenkompressionsalgorithmus für die Nutzdaten im LT-PDU zur Anwendung kommt, ist das verwendete Protokoll beliebig.

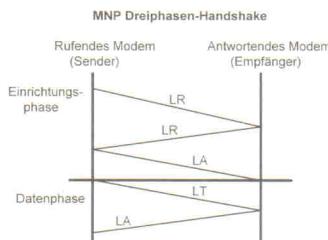
Sender und Empfänger verhandeln während der Einrichtungsphase einer Verbindung über den Gebrauch einer V.42bis-Datenkompression. Dabei nutzen sie die Parameter 9 oder 14 im LR-PDU. Der Parameter 9 teilt der Gegenseite mit, daß das Modem MNP-Kompression gemäß Klasse 5 oder 7 beherrscht. Entsprechend sagt der Parameter 14 aus, daß das Modem (auch) V.42bis-Kompression benutzen kann. Während des Verbindungsauflaufs darf das rufende Modem die Parameter 9 und 14 auch gleichzeitig schicken, falls es alle Formen der Datenkomprimierung abhandeln kann.

Das gerufene Modem entscheidet nun, welche Art von Datenkompression es nutzen will und schickt dem Rufer ein LR-PDU zurück, das den Typ der Komprimierung festlegt. Falls Sender und Empfänger verschiedene Datenkompressionstechniken unterstützen, so kann der Empfänger sich nach folgenden Prioritäten richten:

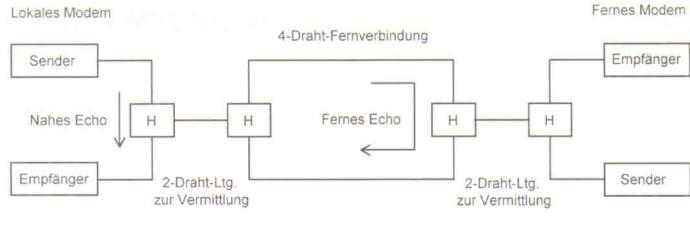
Kompression	Priorität
V.42bis	Hoch
MNP 7	Mittel
MNP 5	Niedrig

### Hallo Echo ...

Generell besteht bei einer Duplexübertragung über eine Zweidrahtleitung das Problem der Richtungstrennung, da sich sowohl Sende- und Empfangssignal gleichzeitig auf einer Leitung befinden. Für eine DÜE ist es unmöglich, zwischen gesendetem und empfangenem Signal



**Bild 3. Am Anfang steht ein Ping-Pong-Spiel: Während des Verbindungsauflaufs verstündigen sich die Modems über ihre gegenseitigen Fähigkeiten.**



**Bild 4. Die Übertragungsstrecke zwischen den Modems birgt zwei Echo-Quellen. Einerseits die Gabelschaltung im Modem, andererseits die 4-auf-2-Drahtumsetzung an der Empfangsseite.**

zu unterscheiden. Aus diesem Grund realisiert man eine Richtungstrennung mittels einer Gabelschaltung (Bild 4). Jedoch ist eine perfekte Gabelschaltung, die beide Richtungen vollständig trennt, nicht realisierbar, so daß sie selbst zur Quelle von Nah-Echos wird.

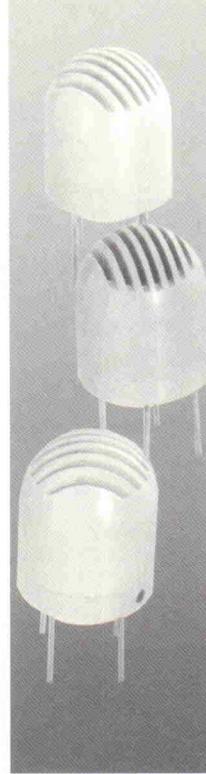
Ein reflektiertes Signal wird dann als Echo bezeichnet, wenn es aufgrund seiner Verzögerung gegenüber dem Nutzsignal getrennt wahrnehmbar ist. Hört ein Teilnehmer sein eigenes gesendetes Signal, so bezeichnet man dies als Nah-Echo. Dabei kann ein Nah-Echo einen Pegel erreichen, der die ankommen-

den gedämpften Signale der Gegenstation erheblich stört. Zusätzlich überlagert sich dem Nah-Echo noch ein Fern-Echo aufgrund der nicht exakten Anpassung des Zweidraht-Vierdraht-Überganges. Da eine exakte Anpassung der Gabelschaltung sehr teuer ist, nutzt man das Verfahren der Echokompensation.

Der Grundgedanke der Echokompensation besteht darin, die Übertragungsfunktion des echo-behafteten Kanals mit Hilfe eines digitalen Filters nachzubilden, das eigentliche Sendesignal damit zu filtern und vom Empfangssignal zu subtrahieren

**CAPTEUR**  
SENSORS & ANALYSERS LTD

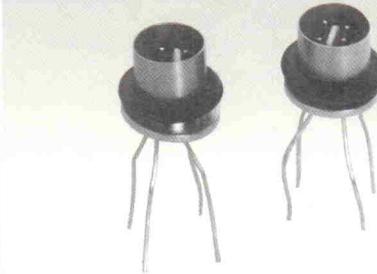
**NEU**  
ab Lager



## Oxyd-Halbleiter-Gassensoren

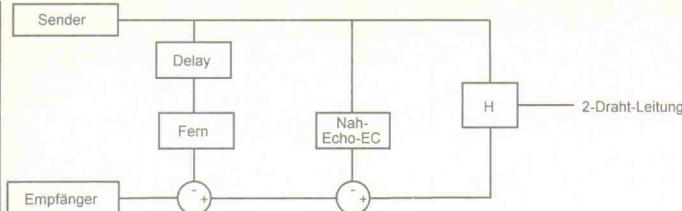
für

- **Sauerstoff**
- **Toxische Gase**
- **brennbare Gase**
- **(O, CO H<sub>2</sub> S Methan Propan Freone R22 R134a)**
- **keine Alterung durch katalytische oder galvanische Effekte**
- **extrem lange Lebensdauer**
- **Kurze Stabilisierungszeit**
- **Preiswert**



**SENSORTECHNICS** 

Aubinger Weg 27 • D-82178 Puchheim  
Tel. 089 / 80 08 30 • Fax 089 / 80 08 33



**Bild 5.** Um Echos 'herauszurechnen' setzt das Modem auf eine Leitungsnachbildung. Mit passenden Werten für Delay und Nah-Echo-EC kann der Modem-DSP das Echo aus dem empfangenen Signal abziehen.

(Bild 5). Im Idealfall erhält man dann am Empfängereingang nur das reine Empfangssignal.

Das DFÜ-Glossar des ersten Teils führt die einzelnen international standardisierten Übertragungsverfahren der CCITT auf. Diese sogenannten V.-Standards sorgen für eine Kompatibilität der Modems im Fernsprechnetz, so daß jedes CCITT-kompatible Modem mit jedem anderen auf der Welt kommunizieren kann. Mittlerweile wurde die CCITT von der Nachfolgeorganisation 'International Telecommunication Union' (ITU) abgelöst, die nun die neuen Standards ausarbeitet, prüft und verabschiedet. Momentan befaßt sich die ITU mit dem V.34(V.fast)-Standard, der bis Mitte 1994 verabschiedet werden soll. Alle V.-Standards geben das Verhalten von Modems in bezug auf die Schnittstelle, die Signale, die Endenrichtung und die elektrischen Größen wieder.

## V.21

Dieser Standard ermöglicht eine Voll duplex-Übertragung von 300 Baud auf Wählleitungen. Das Baud ist die Einheit für die Schrittgeschwindigkeit und wurde nach dem Franzosen 'Baudot' benannt. Hiermit wird die Häufigkeit von Wechseln des Signals angegeben, was in diesem Fall 300 Wechsel (Schritte) pro Sekunde bedeutet. Allerdings sollte man darauf achten, daß dies kein Maß für die übertragene Information ist, da pro Schritt auch mehr als ein Bit kodiert werden kann. Merke: Baud  $\neq$  Bit/s!

Als Modulationsverfahren verwendet man bei V.21 die Frequenzmodulation (FM oder FSK = Frequency Shift Keying). Bei dieser binären Modulation wird eine '0' durch die höhere, eine '1' durch die niedrigere charakteristische Frequenz eines Kanals wiedergegeben.

(Bild 6). Die Frequenzen von Hin- und Rückkanal sind gegeneinander versetzt, so daß die Datenübertragung in beide Richtungen gleichzeitig ablaufen kann. V.21 erlaubt sowohl asynchrone als auch synchrone Übertragung.

## V.22

V.22 definiert eine asynchrone oder synchrone Voll duplex-Übertragung auf Wählleitungen oder 2-Draht-Standleitungen. Dabei kommt eine Schrittgeschwindigkeit von 600 Baud und Phasenmodulation mit vier Zuständen zur Anwendung. Dies führt zu einer Datenübertragungsrate von 1200 Bit/s. Bei der Phasenmodulation (PM oder PSK = Phase Shift Keying) wird eine feste Trägerfrequenz für jeden Sendekanal genutzt (Frequenz-Getrenntlage-Verfahren). Da bezogen auf einen Sendekanal die Amplitude und die Frequenz gleichblei-

ben, wird das Signal durch Veränderung der Phasenlage (Phasensprung) übertragen. So bestimmen vier Phasenwinkel (0, 90, 180 und 270 Grad) die Signalzustände. Die Signalzustände werden für die vier Phasenwinkel zu Doppelbit (Dibit, Bild 7) zusammengefaßt, eine Zustandsänderung auf der Leitung entspricht also immer zwei Datenbits.

## V.22bis

V.22bis behält die Eigenschaften von V.22 bei, nutzt jedoch eine Quadratur-Amplituden-Modulation (QAM, vgl. Bild 9) mit 16 Zuständen, um mit einem Wechsel auf der Leitung vier Bit gleichzeitig zu kodieren. Dadurch schafft V.22bis gegenüber V.22 bei gleicher Schrittzeit von 600 Baud die doppelte Datenrate von 2400 Bit/s. Mittels der Quadratur-Amplituden-Modulation wird der zu sendende Datenstrom in Gruppen von vier aufeinanderfolgende Bits (Quad-Bit) unterteilt. Von den Quad-Bits legen die ersten beiden Bits einen neuen Quadranten fest und die weiteren zwei Bits bestimmen den aktuellen Signalzustand im neuen Quadranten. Ein Fall-Back-Mode stellt die Kompatibilität zu V.22 (1200 bps) sicher.

## V.23

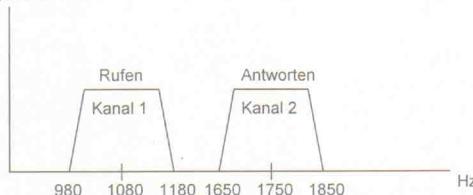
Zur Realisierung von Verbindungen, bei denen der Hauptda-

tenstrom immer in eine Richtung geht und aus der Gegenrichtung lediglich kurze Quittungen kommen, steht der Standard V.23 zur Verfügung. V.23 definiert eine Halbduplex-Übertragung mit Frequenzmodulation auf Wählleitungen oder 2-Draht-Standleitungen (Bild 8). Dabei ist wieder asynchrone oder synchrone Übertragung zugelassen. Der Sendekanal verfügt über 1200 Baud (hier = 1200 Bit/s), während der Rückkanal lediglich mit 75 Baud (hier = 75 Bit/s) arbeitet. Die typische Anwendung von V.23 ist der Datex-J-Dienst (früher Btx) der Telekom: Hierbei sendet der Datex-J-Knoten die Seitendaten mit 1200 Bit/s und empfängt Tastatureingaben des Benutzers mit 75 Bit/s.

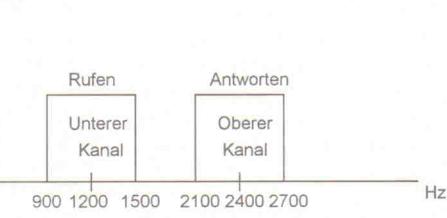
## V.27ter

V.27ter gehört zu den bei Fax-Modems verwendeten Übertragungsarten. Es definiert eine synchrone Halbduplex-Übertragung auf Wählleitungen mit Datenraten von 4800 Bit/s bei 1600 Baud oder 2400 Bit/s bei 1200 Baud bei vier- oder achtstufiger Phasenmodulation. Bei der achtstufigen Phasenmodulation nutzt man acht Phasenwinkel, so daß bei jedem Phasensprung (Zustandswechsel auf der Leitung) drei Bits – ein Tribit – übertragen werden können. Weiterhin bietet V.27ter einen Hilfskanal analog zu V.23.

Amplitude

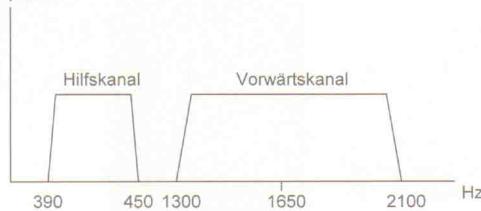


Amplitude



**Bild 6.** Die Voll duplex-Übertragung gemäß V.21 bedient sich 'klassischer' Frequenzumtastung (FSK). Hin- und Rückkanal liegen im Spektrum getrennt.

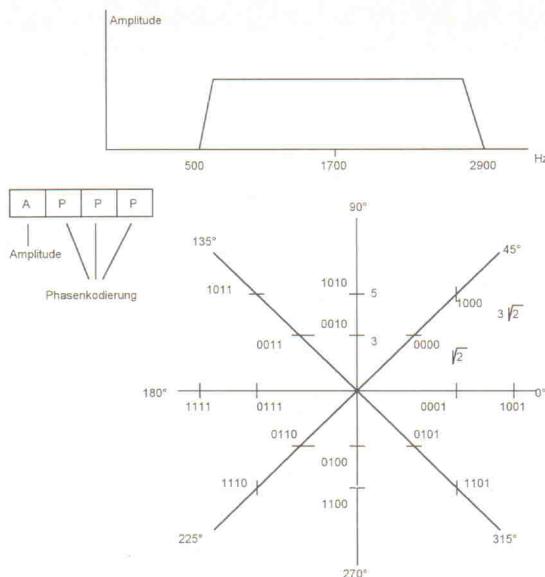
Amplitude



**Bild 8.** Von Datex-J, vormals Btx, bekannt: V.23 verteilt die Kanalkapazität für die Frequenzmodulation unterschiedlich, vorwärts geht's mit 1200 Bit/s schneller als zurück mit 75 Bit/s.

Di-Bit	Phasenwinkel
00	90°
01	0°
11	270°
10	180°

**Bild 7.** Bei V.22 zieht die Phasenmodulation (PSK, Phase Shift Keying) ein. Bei einem Übertragungsschritt gehen zwei Bit gleichzeitig auf die Leitung.



**Bild 9.** Die Quadratur-Amplituden-Modulation mit 16 Zuständen, wie beispielsweise bei V.32 verwandt, verschlüsselt in einer Zustandsänderung der Leitung vier Bit gleichzeitig.

## V.29

Wie V.27ter gehört auch V.29 zu den bei Fax-Verbindungen angewandten Übertragungsarten. Es steigert die Datenrate unter Verwendung eines kombinierten Modulationsverfahrens mit Amplituden- und Phasenmodulation auf 9600 beziehungsweise bei Fall-Back auf 7200 Bit/s und 4800 Bit/s. In beiden Fällen beträgt die Schrittgeschwindigkeit 2400 Baud. Bei 9600 Bit/s wird der übertragenen Datenstrom in ein Quad-Bit-Format aufgeteilt. Das erste Bit eines Quad-Bits wird zur Bestimmung der Amplitude des Signalelementes benutzt (vgl. Bild 9). Die weiteren drei Bits entsprechen einem Tribit der achtstufigen Phasenmodulation. Kombiniert man nun die absolute Phase mit der relativen Amplitude des Signalelementes, dann erhält man unterschiedliche 16 Zustände. Weitere Merkmale von V.29 sind Voll-duplex auf 4-Draht-Standleitungen und synchrone Übertragung.

## V.17

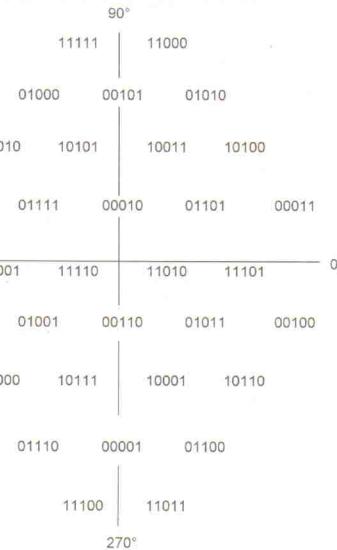
Die Spezialität von V.17 ist die Halbduplex-Übertragung auf 2-Draht-Leitungen für Fax-Applikationen. Dabei kommt synchrone Übertragung mit einer Geschwindigkeit von 14 400 Bit/s bei 2400 Baud zum Zuge. Eine Trellis-Modulation mit 27 Zuständen kodiert sechs Datenbits und ein Redundanzbit in einem Schritt. Bei schlechten Leitun-

gen fällt V.17 automatisch auf 7200 Bit/s (drei Datenbits plus ein Redundanzbit) zurück.

## V.32

Mit V.32 beginnt der Bereich der Highspeed-Übertragung. Die Datenrate von 9600 Bit/s realisiert V.32 dank einer Quadratur-Amplituden-Modulation mit 16 Zuständen (Bild 9) oder einer Trellis-Modulation mit 32 Zuständen. Bei der Schrittgeschwindigkeit von 2400 Baud erreicht man so 9600 Bit/s. Ein Fall-Back-Modus liefert bei schlechten Leitungen noch 4800 Bit/s. Bei V.32 ist Voll-duplex-Übertragung (auf Wählleitungen oder 2-Draht-Standleitungen) mit synchroner und asynchroner Übertragung zulässig. Die Trennung der Kanäle erfolgt per Echokompensierung.

Bei einer Trellis-Kodierung (TCM) wird der zu sendende Datenstrom ebenfalls in das Quad-Bit-Format unterteilt. Von diesem Quad-Bit werden das dritte und vierte Bit einem Kodierer zugeführt, der ein redundantes Bit erzeugt. Dieses redundante Bit wird dem Quadbit angehängt, so daß eine Fünf-Bit-Gruppe entsteht (Bild 10). Hierdurch erhöht sich zwar die Übertragungsrate auf 12 000 Bit/s, da aber auf der Gegenseite das Redundanzbit wieder entfernt wird, liegt die Übertragungsrate der reinen Nutzdaten bei 9600 Bit/s. Mittels der Trellis-Kodierung verfügt man über ein Verfah-



**Bild 10.** Fünf auf einen Streich: Die Trellis-Kodierung mit 32 möglichen Vektoren liefert fünf Datenbits pro Zustandsänderung auf der Leitung.

ren, das selbstständig Fehler korrigieren kann.

## V.32bis

V.32bis geht über die Möglichkeiten von V.32 noch etwas

hinaus. Es setzt statt der QAM-16- respektive Trellis-32-Modulation eine Quadratur-Amplituden- oder Trellis-Modulation mit 128 Zuständen (bei 14 400 Bit/s = 6 Datenbits plus 1 Redundanzbit) ein, um die Nutzdatenrate auf 14 400 Bit/s bei gleicher Schrittgeschwindigkeit von 2400 Baud zu steigern. V.32bis weist ebenso wie V.32 einen Fall-Back-Modus von 4800 Bit/s auf.

## V.34 (V.fast)

V.34 wird voraussichtlich Mitte 1994 verabschiedet. Es definiert eine Vollduplex-Übertragung auf Wählleitungen oder 2-Draht-Standleitungen. Dabei findet die Trennung der Kanäle per Echokompensierung statt. Weitere Eigenschaften sind: Multidimensionale Trellis-Kodierung, ein optionaler Hilfskanal mit einer synchronen Datenrate von 200 Bit/s, synchrone und asynchrone Übertragung, Channel Probing sowie ein dynamischer Anpassungsprozeß, der dem Modem ermöglicht, die maximale Datenübertragungsrate über den Kanal bei jeder Verbindung zu unterstützen. ea

**NEU**  
ab Lager

**Niederdruck-Sensoren HCX-Serie**

- 0-20 mbar bis 0-2 bar
- Großsignalausgang
- 0,5-4,5 V bei V = 5V
- Interne Spannungsstabilisierung
- Offset und Empfindlichkeit einstellbar
- kleine Abmessungen
- Groß-Serienpreis: < 50 DM/Stück!

**SENSORTECHNICS**  
GmbH

Aubinger Weg 27 • D-82178 Puchheim  
Tel. 089/80 08 30 • Fax 089/80 08 33

# Elektrolytkondensatoren in Schaltnetzteilen

## Einsatzmöglichkeiten und Dimensionierung

**Beim Entwickeln eines Schaltnetzteils gestaltet sich an bestimmten Stellen die Auswahl der Kondensatoren relativ kritisch. Aufgrund sehr unterschiedlicher Anforderungen und Arbeitsbedingungen kann man Kondensatoren gleichen Typs und gleicher Bauform nicht bedenkenlos an jeder Stelle im Schaltnetzteil einsetzen.**

Insbesondere ist zu beachten, daß für Kondensatoren im Eingangskreis zum Teil andere Bedingungen herrschen als für Kondensatoren im Ausgangskreis (Bild 1). Da für diese beiden Schaltungsteile spezifische Merkmale beziehungsweise Anforderungen vorliegen, ist auf einige Besonderheiten beim Einsatz von Elektrolytkondensatoren an diesen Stellen aufmerksam zu machen.

Bild 2 zeigt das Ersatzschaltbild eines praktisch ausgeführten Kondensators. Neben der gewünschten Kapazität  $C$  sind zahlreiche parasitäre Komponenten vorhanden:

- der Induktivitätsbelag  $L$ ,
- der durch die Leitung verursachte Vorwiderstand  $R_V$ ,
- der durch das Dielektrikum verursachte Parallelwiderstand  $R_P$  sowie
- der den Umpolungsverlusten im Dielektrikum zugeschriebene Widerstand  $R_D$ .

Dabei ist der Widerstand  $R_D$  stark frequenzabhängig. Die von diesem Widerstand verursachten Verluste wachsen proportional zur Frequenz. Es gilt:

$$P_{RD} = P_{RD0} \cdot \frac{f}{f_0}$$

In dieser Gleichung steht der Ausdruck  $P_{RD0}$  für die der Frequenz  $f_0$  zugeordnete Verlustleistung. Außerdem gilt:

$$P_{RD} = I^2 \cdot R_D$$

$$I = U_{\sim} \cdot \omega C$$

$$R_D = \frac{P_{RD}}{U_{\sim}^2 \cdot 4\pi^2 \cdot f^2 \cdot C^2}$$

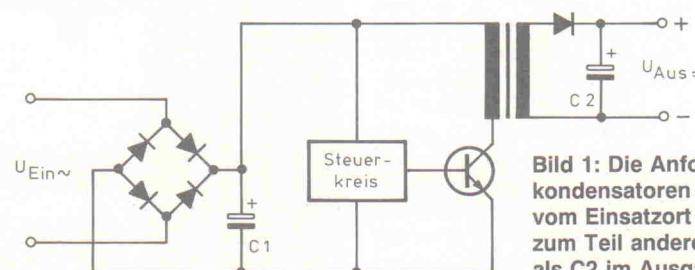
$$= \frac{P_{RD0}}{U_{\sim}^2 \cdot 4\pi^2 \cdot f_0^2 \cdot C^2} \cdot \frac{f_0}{f}$$

$$= R_{D0} \cdot \frac{f_0}{f}$$

Es ist zu erkennen, daß der Wert des Widerstands  $R_D$  mit zunehmender Frequenz sinkt. Dieses Verhalten gilt allerdings nur bis zu der Frequenz, bei der sich die Eigenschaften des Dielektrikums noch nicht verschlechtern.

Wegen des durch die parasitären ohmschen Komponenten verursachten Wirkleistungsabfalls im Kondensator liegt der Zeiger der komplexen Ebene nicht exakt auf der imaginären Achse, sondern weicht entsprechend Bild 3 um einen bestimmten Winkel von dieser Achse ab. Das Maß für die Verluste im Kondensator ist der Verlustfaktor  $\tan \delta$ , für den gilt:

$$\tan \delta = \frac{\text{Re}\{Z\}}{\text{Im}\{Z\}}$$



Der Verlustfaktor hängt stark von der Temperatur und der Frequenz ab. Bild 4 gibt den Verlauf des Verlustfaktors in Abhängigkeit von der Frequenz qualitativ wieder.

Der generelle Verlauf des Scheinwiderstandes bei einem Kondensator ist in Bild 5 dargestellt. Für Frequenzen oberhalb der Resonanzfrequenz

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

erhöht die parasitäre Induktivität die Impedanz mit steigender Frequenz.

Ein weiterer wichtiger Kondensator-Kennwert für den Einsatz in Schaltnetzteilen ist die Impulsbelastbarkeit, die man in Form eines Impulskennwerts angibt. Er gibt Auskunft über den maximalen, vom Kondensator noch verkraftbaren Differentialquotienten  $du/dt$  der angelegten Spannung.

Wegen der erforderlichen hohen Kapazitätswerte kommen für die Eingangs- und Ausgangskondensatoren nur Elektrolytkondensatoren in Betracht. In der Regel kommen Aluminium-Elkos zum Einsatz. Dabei handelt es sich um Bauelemente mit einer relativ kurzen Gebrauchsduer (niedriger MTBF-Wert) und vergleichsweise geringer Güte. Bei konstanter Belastung mit den vom Hersteller angegebenen Grenzdaten (maximale Betriebsspannung, maximale Umgebungstemperatur) geht man von einer typischen Betriebsdauer von  $10^4$  h – etwa 400 Tage – aus. Als Betriebsdauer bezeichnet man in diesem Zusammenhang diejenige

Zeitspanne, nach deren Ablauf sich die Nennwerte von Kapazität und Güte bei 10 % einer untersuchten Elko-Charge deutlich geändert haben.

Aufgrund der aufgezeigten Verhaltensweisen wird schnell klar, daß es sich bei den Elektrolytkondensatoren um Bauelemente handelt, die für Anwendungen in Schaltnetzteilen äußerst sorgfältig zu dimensionieren und auszuwählen sind.

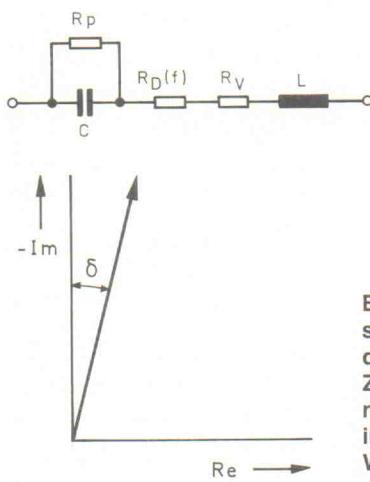
## Der Eingangskreis von Schaltnetzteilen

Die Aufgabe des Kondensators im Eingangskreis besteht primär darin, die Zwischenkreisgleichspannung aufrechtzuerhalten. Er wirkt demnach als Glättungskondensator für die gleichgerichtete Netzwechselspannung. Weiterhin muß der Kondensator bei kurzen Netzausfällen (je nach Auslegung einige hundert Millisekunden bis Sekunden) die Energieversorgung sicherstellen können. Für den Einsatz eines Kondensators im Eingangskreis beziehungsweise im Zwischenkreis eines Schaltnetzteils ist deshalb der Kapazitätswert von besonderem Interesse. Wegen der niedrigen Netzfrequenz (je nach Art der Gleichrichtung treten am Eingangskondensator Frequenzen von 50(60) Hz oder 100(120) Hz auf) kann man beim Eingangskondensator die Komponenten  $R_D$  und  $R_V$  vernachlässigen. Auch die parasitären Induktivitäten können unberücksichtigt bleiben. Dann kann man folgende Gleichungen aufstellen:

$$Z = \frac{\frac{1}{j\omega C} \cdot R_p}{\frac{1}{j\omega C} + R_p} = \frac{R_p}{1 + \omega^2 R_p^2 C^2} \cdot (1 - j\omega R_p C)$$

$$\tan \delta = \frac{\text{Re}\{Z\}}{\text{Im}\{Z\}} = \frac{1}{\omega R_p C}$$

**Bild 1: Die Anforderungen an Elektrolytkondensatoren in einem Schaltnetzteil hängen vom Einsatzort ab. C1 im Eingang muß zum Teil andere Spezifikationen erfüllen als C2 im Ausgang.**



**Bild 2: Ersatzschaltbild eines technischen Kondensators. Neben der eigentlichen Kapazität C sind weitere, unerwünschte Komponenten vorhanden.**

**Bild 3: Technische Kondensatoren sind nicht ideal. Aus diesem Grund weicht der Zeiger im komplexen Koordinatensystem von der imaginären Achse um den Winkel  $\delta$  ab.**

Aus diesen Gleichungen lässt sich das Verhalten des Verlustfaktors ablesen. Interessanterweise verbessert er sich mit steigender Frequenz:

$$\tan \delta \sim \frac{1}{f}$$

$$\omega = 2\pi f$$

Anders verhält es sich, wenn vor dem Zwischenkreis eine zusätzliche Wandlerschaltung, beispielsweise ein Hochsetzsteller, angeordnet ist. Dann sind in aller Regel Bedingungen wie beim Ausgangskreis des Schaltnetzteils anzunehmen.

Hinsichtlich der Spannungsfestigkeit ist zu berücksichtigen, daß der Eingangskondensator den Scheitelwert der maximal möglichen Eingangsspannung (Scheitelwert der Nominalspannung plus obere Toleranzgrenze) zu verkraften hat. Aus Sicherheitsgründen muß die Nennspannung  $U_N$  des Kondensators größer sein als dieser Wert; eine mäßige Überdimensionierung trägt außerdem sehr zur Zuverlässigkeit des Schaltnetzteils bei. Für die Netzspannung ist zum Beispiel nach DIN IEC 38 bis zum Jahre 2003 als obere Toleranzgrenze eine Effektivspannung von 244 V festgelegt. Ab diesem Zeitpunkt darf die effektive Netzspannung sogar Werte von bis zu 253 V annehmen. Dies entspricht einem Scheitelwert von

$$\hat{U} = U_{\text{eff}} \cdot \sqrt{2} = 253 \text{ V} \cdot \sqrt{2} = 358 \text{ V}$$

Neben der Nennspannung  $U_N$  ist in den Datenblättern auch die maximale Spitzenspannung  $U_S$  angegeben. Diese Spannung darf nur kurzzeitig anliegen, sie darf nicht für ein betriebsmäßiges periodisches Laden und Entladen des Kondensators in

Anspruch genommen werden. Am besten klammert man diesen Wert bei der Dimensionierung aus. Interessant ist diese Größe nur im Hinblick auf kurzzeitige Störspikes und Überspannungen, die aufgrund von Ausgleichsvorgängen immer wieder im Versorgungsnetz auftreten. Nach IEC 384-4 gilt (für Betriebsspannungen über 315 V)  $U_S = 1,1 \cdot U_N$ . In der Praxis sind Kondensator-Ausführungen verfügbar, die man mit zum Teil erheblich höheren Spitzenspannungen beladen kann. Allerdings ist stets zu beachten, daß die angegebenen Nendaten nur für Umgebungstemperaturen unterhalb von  $+85^\circ\text{C}$  gelten.

Das Schalten des Arbeitstransistors im SNT (Schaltnetzteil) verursacht eine Störwechselspannung, die sich der Zwischenkreisgleichspannung mehr oder weniger stark überlagert. Die Frequenz dieser Störspannung hängt von der Schaltfrequenz des Transistors ab. Der Eingangskondensator muß diesen Wechselspannungsanteil auf einen nicht mehr störenden Wert reduzieren. Dabei treibt die Wechselspannung einen Wechselstrom durch den Kondensator. Die Wirkverluste in einem Kondensator sind wiederum von seinem parasitären ohmschen Widerstandsanteil abhängig. Kennt man den Effektivwert des durch den Kondensator fließenden Stroms, so gilt die Formel:

$$P_V = I^2 \cdot R_{\text{ESR}}$$

Der Ersatzserienwiderstand  $R_{\text{ESR}}$  faßt hierin die ohmschen Verlustanteile zusammen.

Einerseits reduziert die Verlustleistung  $P_V$  den Gesamtwirkungsgrad des Schaltnetzteils, andererseits führt sie zu einer Erwärmung des

Kondensators. Selbst wenn dabei kein Grenzwert überschritten wird, stellt sich eine beschleunigte Alterung ein, die wiederum zu frühzeitigen Ausfällen beziehungsweise zu einer unzuverlässigen Arbeitsweise führen kann. Normalerweise ist die Strombelastung durch die überlagernde Wechselspannung beim Eingangskondensator eines SNT aber erheblich kleiner als bei einem Glättungskondensator eines konventionellen Netzgerätes gleicher Leistung. Die auftretenden Ströme erreichen nur vergleichsweise kleine Amplituden, in der Regel 5 %...25 % des Zwischenkreisstromes. Eine besondere Beachtung ist deshalb nur in Ausnahmefällen notwendig.

Gleichrichter abgegebene Energie speichern und die Ausgangsspannung glätten. Dabei bestimmt die Schaltfrequenz des Netzteils die Frequenz am Ausgang, sie liegt je nach SNT-Typ im Bereich von etwa 10 kHz bis rund 100 kHz, mit ansteigender Tendenz.

Im mittleren Frequenzbereich ist der Verlustfaktor eines Elektrolytkondensators nahezu frequenzunabhängig. Es gilt:

$$R_D \gg R_V$$

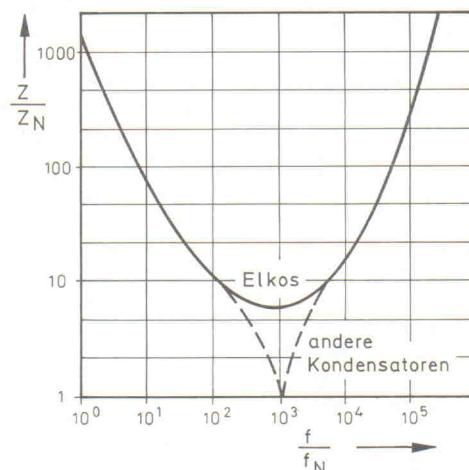
Da die Komponente  $R_p$  vernachlässigbar ist, kann man ansetzen:

$$Z = \frac{1}{j\omega C} + R_D$$

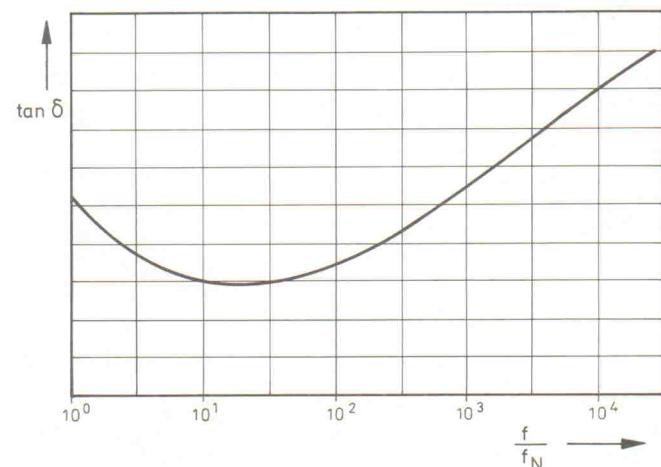
Für den Verlustfaktor gilt somit:

$$\tan \delta = \omega R_D C = 2\pi f R_{D0} \cdot \frac{f_0}{f} \cdot C$$

$$= 2\pi f_0 R_{D0} C$$



**Bild 5: Qualitativer Verlauf des Scheinwiderstandes von Elkos und sonstigen Kondensatoren. Bei der Resonanzfrequenz erreicht der Scheinwiderstand seinen Minimalwert. Unter- und oberhalb dieser Frequenz steigt der Wert von  $Z$  an.  $Z_N$  und  $f_N$  sind die Bezugsgrößen für die Normierung des Diagramms.**



**Bild 4: Qualitativer Verlauf des Verlustfaktors  $\tan \delta$  bei Kondensatoren mit der Bezugsfrequenz  $f_N$ .**

Der Verlustfaktor ist annähernd konstant. Bei höheren Frequenzen ergibt sich jedoch folgender Zusammenhang:

$$R_V \gg R_D$$

$$Z = \frac{1}{j\omega C} + R_V$$

$$\tan \delta = \omega R_V C$$

In diesem Frequenzbereich steigt der Verlustfaktor mit zunehmender Frequenz an. Was man unter den Bezeichnungen 'mittlere' oder 'höhere' Frequenz zu verstehen hat, hängt wesentlich von der Kapazität, den Kennwerten und der Bauart des Kondensators ab und ist deshalb in diesem Zusammenhang nur schwierig zu spezifizieren. Man sollte in den obigen Formeln deshalb vordergründig das generelle Verhalten sehen. Im Bedarfsfall sind nähere Untersuchungen an der praktischen Schaltung erforderlich.

Das Bestimmen der Kondensator-Nennspannung erfolgt über eine 'worst case'-Betrachtung der anliegenden Spannungen. Im übrigen gilt dafür dasselbe wie beim Kondensator im SNT-Eingang. Allerdings ist wegen der höheren  $R_{ESR}$ -Verluste die Oberflächentemperatur des Ausgangskondensators in der Regel erheblich höher als die des Eingangskondensators. Eine üppige Überdimensionierung bezüglich der Nennspannung  $U_N$  ist hier im Hinblick auf eine hohe Zuverlässigkeit sinnvoll.

In Abhängigkeit von der Schaltfrequenz bewegen sich die Zeiten für die Lade- und Entladezyklen des Kondensators im SNT-Ausgang im Bereich von Mikrosekunden (im Eingangskreis: Millisekunden). Im betreffenden Frequenzbereich ist die parasitäre Induktivität des Kondensators nicht mehr ohne weiteres vernachlässigbar. Der Scheinwiderstand der Induktivität erhöht die Kondensatorimpedanz (Bild 4). Die Kapazität des Kondensators wird nicht mehr vollständig ausgenutzt. Um dieses Problem zu minimieren, ist es ratsam, den benötigten Kapazitätswert aus mehreren parallelgeschalteten Kondensatoren aufzubauen. Nebenbei ergibt sich dabei noch ein anderer Vorteil: die in der Kapazität anfallenden Verluste (verursacht durch  $R_{ESR}$ ) verteilen sich auf eine größere Oberfläche. Deshalb ist die Oberflächentemperatur bei einer aus mehreren parallel geschalteten Kondensatoren aufgebauten Kapazität kleiner als bei der Verwendung eines Einzelkondensators mit gleich großer Kapazität.

In Schaltnetzteilen mit sehr hoher Schaltfrequenz ( $> 100$  kHz) werden im Ausgang zweckmäßigerweise vierpolige Kondensatoren eingesetzt. Bei diesen Typen sind die Kondensatorbeläge auf der gesamten Länge der Drähte angeschweißt. Dies bewirkt eine Verkleinerung der parasitären Induktivität und somit bei hohen Frequenzen eine erhebliche Verkleinerung

Umgebungs- beziehungsweise Oberflächentemperatur	zulässige Impulsbelastbarkeit (als Multiplikator mit dem Nennwert)
40 °C	1,83
45 °C	1,75
50 °C	1,68
55 °C	1,60
60 °C	1,52
65 °C	1,43
70 °C	1,33
75 °C	1,23
80 °C	1,12
85 °C	1,00
90 °C	0,90
95 °C	0,80
100 °C	0,70
105 °C	0,60

Bild 6: Impulsbelastbarkeit von Elektrolytkondensatoren in Abhängigkeit von der Temperatur.

des Scheinwiderstandes gegenüber der Standardausführung. Mit dieser Technik werden, selbst bei hohen Kapazitätswerten, Induktivitätswerte bis unterhalb von 2 nH erreicht.

In den meisten Datenblättern ist die maximale Impulsbelastbarkeit bei einer Frequenz von 100 Hz und einer maximal zulässigen Umgebungstemperatur von  $T_U = 85$  °C angegeben. Beim Ausgangskondensator wird die Impulsbelastbarkeit jedoch für die Schaltfrequenz des SNT benötigt. Dieser Tatsache ist durch ausreichende Überdimensionierung Rechnung zu tragen.

Der Einfluß der Umgebungstemperatur läßt sich im übrigen mit Hilfe der Tabelle im Bild 6 berücksichtigen. Diese Tabelle zeigt die zulässige Impulsbelastbarkeit in Abhängigkeit von der Umgebungstemperatur bezogen auf  $T_U = 85$  °C. Bei der Verwendung dieser Tabelle ist anstelle der Umgebungstemperatur die Oberflächentemperatur zu verwenden, wenn diese um mehr als 3K über der Umgebungstemperatur liegt. Dies ist am SNT-Ausgang eher die Regel als die Ausnahme, da dort hohe Frequenzanteile auftreten, die im ohmschen Verlustanteil des Kondensators ( $R_{ESR}$ ) Wärme verursachen. kb

## Der Markt

**ELZET**  
80

Verbelpartner  
in Ihrer Nähe:

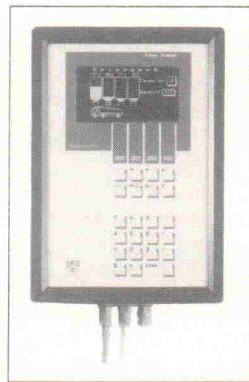
München: PTL  
089/6018020

Stuttgart: Busse  
07154/8160810

Gießen: TCI  
0641/66464

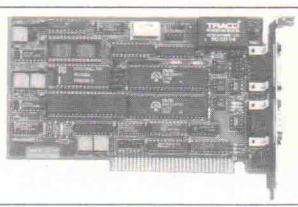
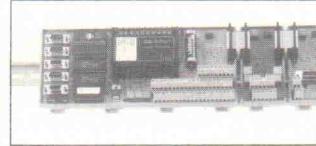
## Für GLT, MDE, BDE, CIM und QS: BITBUS, der internationale Feldbus

BITBUS ist ein RS485-Feldbus mit dem synchronen SDLC-Protokoll als unterste Softwareschicht. Standardcontroller (z.B. 85C30) prüfen in Hardware SDLC-Telegramme auf Adresse und CRC. BITBUS ist einfach und daher leicht zu beherrschen, in Millionen von Exemplaren im Einsatz, seit Jahren und international. ELZET 80 empfiehlt seit 1987 den von INTEL definierten BITBUS u.a. für Anwendungen in der Gebäudeleitechnik, der Qualitätssicherung und Maschinendatenerfassung.



ELZET 80 liefert ein komplettes Programm für den BITBUS:

Steuerungscomputer als Tragschienenmodule und Europakarten-Einschübe, LCD-Terminals wie die links abgebildete INDUTERM mit zwei RS232-Anbindungen pro Station und Masterkarten mit schneller FIFO-Kopplung für den PC.



TSM ist ein modularer Steuerungscomputer für direkte Tragschienenmontage. Ventile und Schütze, Sensoren und Servos können direkt über Schraubklemmen angeschlossen werden. Programmierung in MSRBASIC oder C.

ELZET 80 Vaalser Str. 148 D-52074 Aachen

0241 TEL 87 00 81 FAX 870 231

# ISO-Schock

## Kalibrieren, wie und wo?



Robert Schmidt,  
Klaus Ehlers

**Verkürzte Zeiten für Produktentwicklung, verstärkter Kosten- druck und Wettbewerb und eine verschärft internationale Rechtsprechung bewirken eine zunehmende Bedeutung der Qualitätssicherung. Viele Lieferanten und Abnehmer beziehen sich heute auf DIN ISO 9000...9004 beziehungsweise EN 29000...29004, in denen die Prüfmittel- überwachung als ein Element der Qualitäts- sicherung festge- schrieben ist. ELRAD beleuchtet in mehreren Artikeln das Thema Kalibrierung aus verschiedenen Perspektiven.**

Robert Schmidt studiert Elektrotechnik an der Universität Erlangen. Für das Institut für Warenprüfung und Umwelt erstellte er ein Meßmittelmanagement-Konzept.

**S**chon allein der Begriff ISO 9000 versetzt so manchen in Ehrfurcht. Selbst bei einem so einfachen 'Teil' wie einem digitalen Handmultimeter werden Distributoren oder Hersteller unsicher, sobald man sein Gerät mit dieser Norm in Verbindung bringt. So geschehen bei den Vorbereitungen zum letzten Handmultimeter-Test in ELRAD [1]. Die Redaktion verlangte nach Geräten, die sich entsprechend ISO 9000 kalibrieren lassen. Was im Klartext lediglich bedeutet: Die Multimeter brauchen zwecks meßtechnischer Überprüfung und Dokumentation ihrer spezifizierten Daten nur funktionstüchtig zu sein. Einige Firmen trauten sich – einzig aufgrund der Erwähnung von ISO 9000 – nicht, ihre Geräte zu schicken.

In der ISO 9001, Abschnitt 4.11 wird festgelegt: Der Lieferer muß

- sicherstellen, daß die Prüfmittel die nötige Richtigkeit und Präzision besitzen,
- zum Nachweis des Kalibrierstandes die Prüfmittel mit

einer geeigneten Kennzeichnung oder anerkannten Nachweisaufzeichnung versehen.

Grundgedanke ist nicht nur, Produktmerkmale zu prüfen, sondern auch die Prüfmittel einer regelmäßigen Verifikation und Justierung zu unterziehen. Dabei wird auch festgelegt, wie mit den Kalibrierergebnissen umzugehen ist.

In einer kurzen Einleitung klärt der Beitrag den Begriff Kalibrierung ab und diskutiert die Fragen: Für wen lohnt sich die Anschaffung einer eigenen Ausrüstung? Mit welchem Aufwand muß gerechnet werden? In einem Erfahrungsbericht wird am Beispiel des speziell zur Überprüfung von Handmultimetern entwickelten Multifunktionskalibrators Modell 9000 die Leistungsfähigkeit und die Arbeitsweise des Gerätes aufgezeigt. Schließlich verschafft eine Tabelle am Schluß Überblick über die verschiedenen Kalibrierlaboratorien und deren Leistungsspektrum (die Code-Nummern auf S. 89 verweisen auf die Leistungen des jeweiligen La-

bors). In weiteren Teilen geht es um spezielle Meßmittelmanagement-Softwarepakete.

### Von Normalen und Un-Normalen

Der Begriff Kalibrierung umfaßt mehrere Aspekte: Zunächst geht es um die Feststellung der Meßabweichungen am fertigen Meßgerät gemäß DIN 1319, dem ein Vergleich des Meßgeräts mit einem Bezugsnorm, das heißt einem Instrument einer höheren Genauigkeitsklasse zugrunde liegt. Zum anderen umfaßt er – falls möglich – die Korrektur dieser Meßabweichungen am Meßgerät, was oftmals auch als Justierung bezeichnet wird. Zum dritten – so will es die Qualitäts- sicherung – müssen alle Messungen und ihre Qualifizierung dokumentiert werden.

Um die Meßgenauigkeiten auf definierte Bereiche zu begrenzen, wurde eine bis auf internationale Ebene reichende Hierarchie von Meßnormalen geschaffen. Wer nach ISO 9000 zertifiziert sein will, muß si-

# Handmultimeter-Schreck

Moderne digitale Handmultimeter erfordern einen erhöhten Aufwand im Bereich Kalibrierung, Prüfung und Justierung. Speziell für diese Spezies hat die Firma Wavetek/Datron mit dem Modell 9000 einen neuen Multifunktionskalibrator entwickelt. Er bietet Testmöglichkeiten, wie sie bisher nicht in einem einzelnen Gerät vereinigt waren (Tabelle 1). Über einen Druckeranschluß sind umfangreiche Dokumentationsmöglichkeiten gegeben, die selbst hohen Qualitätsnormen wie ISO 9000 oder eigenen Normen gerecht werden. Eine Bibliothek mit den Kalibrierprozeduren verschiedenster Modelle auf Speicherkarten reduziert den Arbeitsaufwand auf ein Minimum. Beim letzten Handmultimeter-Test hat sich das Modell 9000, das uns freundlicherweise von der Firma System Engineering in Stollberg zur Verfügung gestellt wurde, als Referenz im ELRAD-Labor im Dauerbetrieb bewähren müssen [1].

Ausgestattet mit einem durchdachten Bedienkonzept erlaubt das Modell 9000 auch dem 'Neuling' einen raschen Einstieg. Sämtliche Bedien- und Anzeigeelemente sind gut zugänglich an der Vorderfront platziert. Sie gliedert sich in drei funktionell unterschiedliche Bereiche: Rechts das Hauptbedienfeld mit allen wesentlichen Tastenfunktionen und den darunter

angeordneten zwei Schlitzen zur Aufnahme von Speicherkarten für Prozedurbetrieb und Ergebnisseicherung, in der Mitte das LC-Anzeigefenster mit den Unterfunktionstasten, deren Bedeutung mit den Ausgaben im Display variiert. Im linken Bereich befinden sich die Signalausgangsbuchsen sowie eine Sub-D-Buchse als Zusatz für Gerätefunktionen mit speziellen Masse- und Schirmerfordernissen. Ein akustischer Signalgeber meldet bestimmte Betriebszustände, Fehlbedienung oder Fehlerzustände.

## Kontaktbörse

Zur optimalen Übertragung der vielfältigen Ausgangssignale zum Handmultimeter gibt es einen speziell angepaßten Kabel-



**Das Modell 9000 im Einsatz: Der Proband ist immer komplett verkabelt.**

satz. Integrierter Bestandteil ist eine isolierte, abgeschirmte Arbeitsunterlage für den Prüfling. Die Verkabelung des Multimeters erfolgt mit einzelnen, farblich gekennzeichneten, kurzen Anschlußleitungen. Kalibratorseitig erfolgt die Verbindung

über einen speziellen Systemstecker, der alle vorhandenen Ausgänge einschließlich dem Sub-D-Steckverbinder kontaktiert. Hierdurch wird die jeweils erforderliche Kabelkonfiguration auf ein Minimum reduziert und gleichzeitig ein Maximum an Sicherheit gewährleistet. Jedoch empfiehlt es sich, bei der Benutzung der Anschlußeinheit, den Kalibrator frontseitig 'aufzubocken'. Andernfalls erfährt der Spezialstecker eine derartige Belastung, daß er Schaden nehmen könnte.

Der Kalibrator überprüft eigenständig den Anschluß des Kabelsatzes und schaltet nur bei einwandfreier Konfiguration aktivierte Ausgangssignale zum Multimeter durch. Mittels Sensleitungen (Vierleitertechnik) wird das Testsignal direkt an den Steckern des Kabelsatzes überprüft und automatisch kor-

## Spezifikationen des Modell 9000

Toleranzen bei 180 Tagen, $T_{cal} \pm 5^\circ C$ . Anggeben als $\pm \%$ Einstellung $\pm \%$ Endbereich			
Funktion	Bereich	Auflösung	Genauigkeit
Gleichspannung	$\pm 1050 \text{ V}$	1 $\mu\text{V}$	$0,005\% + 0,001\%$ Ber.
Wechselspannung	1050 V	1 $\mu\text{V}$	$0,008\% + 0,002\%$ Ber.
	10 Hz...100 kHz		
Gleichstrom	$\pm 20 \text{ A}$	1 nA	$0,008\% + 0,003\%$ Ber.
Wechselstrom	20 A	1 nA	$0,027\% + 0,006\%$ Ber.
	10 Hz...30 kHz		
Widerstand	0...400 $\text{M}\Omega$	10 $\mu\Omega$	$0,006\% + 0,003\%$ Ber.
Leitfähigkeit	2,5 nS...2,5 mS	0,1 pS	0,06%
Kapazität	500 pF...40 mF	0,01 pF	$0,2\% + 0,04\%$ Ber.
Frequenz	0,5 Hz...10 MHz	1 mHz	0,0025%
Tastverhältnis	0,05%...99,95%	0,01%	0,005%
Impulsbreite	0,3 $\mu\text{s}$ ...1999,9 ms	0,1 $\mu\text{s}$	0,0025%
Logik	TTL-Pegel, TTL-Puls, CMOS-Pegel, CMOS-Puls, ECL-Pegel, ECL-Puls		
Preis	22 950,- D-Mark		

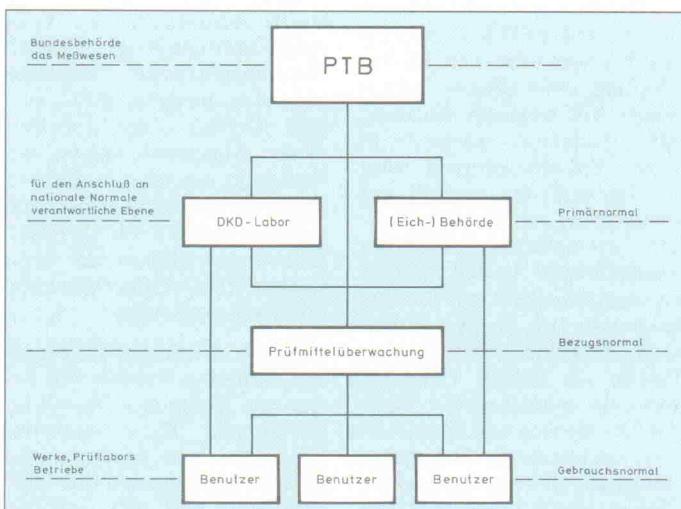
cherstellen, daß seine Meßmittelreferenz mit der Kette der übergeordneten Normale verknüpft ist (Bild 1).

Meßmittel im landläufigen Sinne werden auch als Gebrauchsnormale bezeichnet, die mit einem Bezugsnormal kalibriert wer-

den. Hier liegt der eigentliche Handlungsbedarf der Qualitäts sicherung im Unternehmen. Eine Hierarchiestufe höher angesiedelt sind die vom Deutschen Kalibrierdienst beziehungsweise den Eichämtern (oder anderer Behörden) vorgegebenen (Primär-)Normale, die auf die der physikalisch-technischen Bundesanstalt rückgeführt sind (nationale Ebene).

Kalibrierung war früher fast ausschließlich Sache der Meßmittelhersteller und weniger Kalibrierlabors. Für hochspezialisierte beziehungsweise hochpräzise Meßmittel gilt dies auch heute noch. Doch hat sich die Angebotspalette der Kalibrier-

dienste erheblich erweitert. Je weils geordnet nach Art der Meßgrößen und Meßgeräte bieten Kalibrierlabors Dienste an, die weit über die reine Kalibrier tätigkeit hinausgehen (siehe Übersicht am Schluß). Es ist möglich, den gesamten Meßmittelbestand von externen Dienstleistern nach Vorgabe der ISO 9000 überprüfen zu lassen, wobei Anforderung, Hin-/Rück transport und die Dokumentation der Meßdaten dort erledigt werden. So bestechend dieses Angebot einer umfassenden Dienstleistung auch auf den ersten Blick erscheinen mag, so ernüchternd wirkt auch ein Blick auf die damit verbundenen Kosten beziehungsweise Nachteile. Neben langen Ausfallzeiten und dem hohen Transportaufwand sind die Kalibrierkosten pro Meßgerät nicht



**Hierarchie der Normale.**

rigiert. Eine Verfälschung der Kalibratorgenauigkeit durch die Anschlußleitungen ist damit praktisch ausgeschlossen.

In allen aufgeführten Bereichen (Tabelle 1) lassen sich die Ausgangsgrößen innerhalb definierter Grenzen und im Rahmen der spezifizierten Auflösungen beliebig variieren. Besonders für Widerstands- und Kapazitätsmeßbereiche ein interessantes Leistungsmerkmal, da hier meist feste Dekadenwerte üblich sind.

## Von Tests und Selbsttests

Das Modell 9000 bietet fünf Betriebsarten: Prozedurbetrieb, manueller Betrieb, Konfiguration, Kalibrierung und Test. Letzterer stellt mehrere Selbsttestroutinen zur Verfügung, mit denen sich die Gebrauchssicherheit überprüfen lässt. Ein kompletter Diagnosetest ist laut Handbuch auch über die IEEE-488.2-Schnittstelle des Kalibrators zugänglich.

Der Kalibriermodus dient der auch beim Modell 9000 regelmäßig erforderlichen Überprüfung der spezifizierten technischen Daten. Diese Prozedur ist unmittelbar am Einsatzplatz mit dem transportablen 'Multifunction Transfer Standard' (MTS) 4950 von Wavetek ausführbar. Ausfallzeiten entstehen nur durch das unabdingbare zeitliche Minimum für den Kalibriermodus.

eben gering. Ein einfaches Multimeter für elektrische Größen schlägt leicht mit circa 300 – 400 D-Mark zu Buche. Andererseits ist gerade hier eine hausinterne Kalibrierung einfach zu handhaben und bei entsprechender Stückzahl wesentlich kostengünstiger (siehe Kasten: Multimeter-Schreck).

## In-house-Überwachung

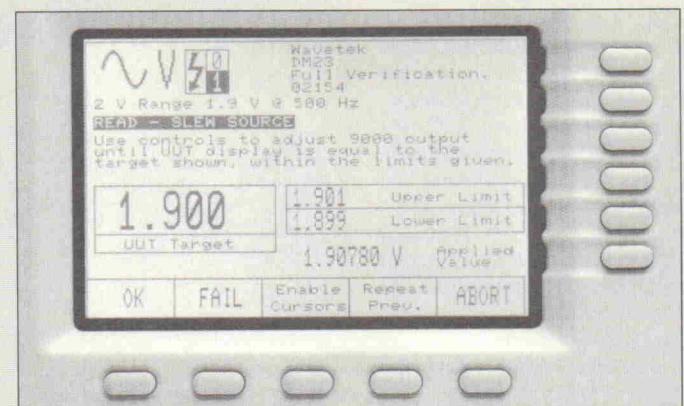
Ob es sich lohnt, die Kontrolle eines Meßmittelparks im eigenen Haus durchzuführen, und wie groß der Aufwand für die Einrichtung eines entsprechenden 'Labors' sein muß, hängt von verschiedenen Faktoren ab. Als Vorteil der Inhouse-Überwachung fällt der geringe Personalaufwand ins Gewicht. Nur für die Verwaltung der Meßmit-

tel an zentraler Stelle, die Sammlung, Transportvorbereitung und -organisation, den Test nach erfolgter Kalibrierung und die Abholung vom beziehungsweise den Rücktransport zum Einsatzort ist Arbeitskräfte-einsatz nötig.

Im Konfigurationsmenü kann der Anwender umfangreiche betriebsmäßige Einstellungen durchführen. Sie umfassen unter anderem die Bereiche Display, Power-on-Status, IEEE-488-Busadresse, Drucker und Ausdrucke, Ergebnissepeicherkarte, Anwenderliste, Sicherheitsgrenze der Ausgangsspannung, Datum und Uhrzeit, Grenzwerte für Multimeterspezifikationen und Paßworte.

## Arbeit abgenommen

Nur in den Einstellungen 'Manueller Betrieb' und 'Prozedurbetrieb' erfolgt das eigentliche Kalibrieren und Prüfen von Multimetern. Im ersten Modus erfolgt die Bedienung ausschließlich durch den Anwender. Der Prozedurbetrieb ist teilautomatisiert und läuft auf der Basis von Speicherkarten ab. Sie enthalten multimeterbezogene, vorprogrammierte Ablaufroutinen, die alle wesentlichen Einstellungen am Kalibrator automatisch vornehmen und sowohl Daten als auch Anweisungen für den Anwender anzeigen. Die Anordnungen beziehen sich vor allem auf die vorzunehmenden Einstellungen am ange-



LC-Display des Modell 9000 am Beispiel der Prozedur 'Vollständige Prüfung'.

schlossenen Handmultimeter. Die manuelle Bedienung des Kalibrators beschränkt sich hier im wesentlichen auf die Quittierung von Vorgängen oder Ja/Nein-Entscheidungen bezüglich einzuhaltender Fehlertoleranzen.

In einer Bibliothek sollen laut Wavetek in Zukunft für die gängigsten Handmultimeter Speicherkarten zur Verfügung stehen. Preis je Prozedurkarte 550 D-Mark. Bisher existieren jedoch nur zu sämtlichen Fluke-, Wavetek- und zu einigen Metrix-Modellen vollständige Prozeduren. Zu jedem Multimeter gibt es die drei Verfahrensweisen: 'Vollständige Prüfung', 'Justierung' und 'Gut/Schlecht-Prüfung', die auf veröffentlichten aktuellen Daten der jeweiligen Hersteller beruhen. Bei Bedarf kann parallel zu jedem Pro-

zedurablauf ein kompletter Ausdruck aller Ergebnisse in Verbindung mit organisatorischen Angaben als Beleg erstellt werden.

Optional soll in Kürze auch eine Anpassungssoftware für PCs zur Verfügung stehen. Damit kann sich der Anwender eigene Prozeduren schreiben und auf Speicherplatten übertragen. Mit den abgelegten Resultaten lassen sich beispielsweise anwenderspezifische Zertifikate erstellen und ausdrucken. Eine ebenfalls mitenthaltene Inventardatei ermöglicht eine effiziente Verwaltung aller regelmäßig zu kalibrierenden oder überprüfenden Geräte. Dabei lassen sich Abfragen nach den verschiedensten Kriterien durchführen.

Wavetek GmbH  
85737 Ismaning

tel an zentraler Stelle, die Sammlung, Transportvorbereitung und -organisation, den Test nach erfolgter Kalibrierung und die Abholung vom beziehungsweise den Rücktransport zum Einsatzort ist Arbeitskräfte-einsatz nötig.

Interne Kalibrierung umfaßt den Anteil periodischer Kalibrierung von Meßmitteln, der innerhalb des Unternehmens durch eigenes Personal und Gerät durchgeführt werden kann. Generell wird interne Kalibrierung um so lohnenswerter, je homogener der Bestand an Meßmitteln ist. Für jeden Meßgerätytyp muß eine Kalibrierroutine erstellt werden, die sämtliche meßgeräte-spezifischen Daten über Meßbereiche, Anschlußbilder, Betriebsmodi und anderes enthält. Hat man eine größere Anzahl von Geräten

eines Typs, fällt dieser relativ hohe Entwicklungsaufwand nur einmal an. Außerdem ist der Einarbeitungsaufwand für das Kalibrierpersonal geringer und die Umrüstung der Kalibrieraufbauten einfacher.

Der Kalibrierung im eigenen Haus ist dann der Vorzug zu geben, wenn der Aufwand an Kalibriergerät und Kalibrierumgebung klein im Verhältnis zur Auslastung ist und gegenüber externer Kalibrierung Kostenvorteile verspricht. Um vergleichen zu können, müssen alle erforderlichen internen Aufwendungen erfaßt werden, die zusätzlich zur Variante rein externer Dienstleistung anfallen. Dies beginnt bei der Einrichtung und Ausstattung der Arbeitsräume, deren Abschreibungen und reicht bis zum Per-

sonalaufwand für Kalibrieraktivitäten, Entwicklung und Schulung.

In jedem Fall ist die Anschaffung eines Gerätelparks notwendig. Die Grundausstattung mit Multifunktionskalibrator als Systemreferenz für elektrische Meßgrößen und PCs erfordert Investitionen ab 100 000 D-Mark aufwärts. Nicht unerheblich ist dabei auch der Betrag der externen Kalibrierung der Referenzgeräte selbst (circa 3000 – 5000 D-Mark jährlich). Hinzu kommt der Aufwand für die Kalibriersoftware, die Einrichtung und Instandhaltung des Kalibrierraumes, das notwendige Personal, die Kalibrierung der Referenzgeräte selbst sowie für Entwicklung und Verwaltung.

Gerade die Anfangsphase ist besonders aufwandsintensiv.

Von der Neuorganisation und Anlage der Inventardatenbank über die Installation der Kalibriersoftware bis zur Entwicklung von Kalibrierprozeduren, Gerätetreibern für den IEC-Bus sowie Verfahrensanweisungen für das Kalibrierpersonal ist Manpower in größerem Umfang nötig. Freilich reduziert sich dies in den Folgejahren und pendelt sich schließlich bei einem Bruchteil des Erstjahresaufwands ein, so daß dann der für die reine Abwicklung der Kalibriervorgänge nötige Aufwand überwiegt. Erst nach einer gründlichen, quantitativen und qualitativen Meßmittelbestandsanalyse sollte entschieden werden, ob und inwieweit die Kalibrierung intern realisiert werden soll.

## Nutzen nicht nur in D-Mark

Wer nach dem Nutzen fragt, sollte nicht nur auf die berechenbare Kosteneinsparung schielen, denn intensive interne Kalibrierung als Teil eines qualitätssichernden Meßmittelmanagements birgt zusätzlich direkte oder indirekte Innovationspo-

## Dimensionelle Meßgrößen

tentiale, die es nach und nach auszuschöpfen gilt:

- das Meßmittelinvantar wird entrümpelt,
- vorhandene Meßmittel werden durch sogenannte Meßmittel-Pools besser genutzt,
- das Kalibrier-Know-how kann der Meßplatzeinrichtung und der Schulung des Meßpersonals des gesamten Unternehmens dienen,
- durch Driftanalyse werden Kalibrierintervalle optimiert,
- eventuell bereits vorhandene hochwertige Meßmittel können auch als Referenzgeräte dienen,
- PC-gestützte Meßplätze mit AD-Wandler-Karten können ohne Zusatzaufwand entwickelt und kalibriert werden,
- das Interesse am richtigen Einsatz der Meßgeräte wird durch Kalibrierrückmeldungen aktualisiert.

- Neuanschaffungen basieren auf fundierter Erfahrung,

- PC-gestützte Meßplätze mit AD-Wandler-Karten können ohne Zusatzaufwand entwickelt und kalibriert werden,
- das Interesse am richtigen Einsatz der Meßgeräte wird durch Kalibrierrückmeldungen aktualisiert

## Meßmittel- management

Der Verwaltungsaufwand beim qualitätsorientierten Meßmittelmanagement umfaßt eine erweiterte Inventarverwaltung, Terminverfolgung, die Archi-

vierung und Generierung von Kalibrierberichten und Zertifikaten, um nur die wichtigsten zu nennen. Natürlich kann man dies auch manuell zum Beispiel mit Karteikarten erledigen, moderne Rechnerunterstützung aber übernimmt hier monotone Arbeitsabläufe und sorgt für die Konsistenz der Daten. Weit verbreitet sind vor allem zwei Meßmittelmanagement-Softwarepakete: von der Firma Fluke das Programm MET/CAL und von Wavetek/Datron das Paket Portocal II mit annähernd gleichem Leistungsumfang. Beide Pakete sind zugeschnitten auf die Verwendung der jeweils im gleichen Hause hergestellten Multifunktionskalibratoren für elektrische Meßgrößen. Im nächsten Heft folgt ein Erfahrungsbericht über das Programm Portocal II, für einen späteren Zeitpunkt – sobald die neueste Version vorliegt – ist die Vorstellung der Fluke-Software geplant. pen

## Literatur

[1] K. Ehlers, P. Nonhoff-Arps, Kalt erwischt, 44 Handmultimeter in allen Bereichen abgecheckt, *ELRAD* 3/94, S. 36 ff.

## Mechanische und akustische Meßgrößen, Durchfluß und Temperatur

Elektrizität, Zeit, Frequenz, Ionisierende Strahlung, Radioaktivität und opt. Größen

## Kalibrierlaboratorien

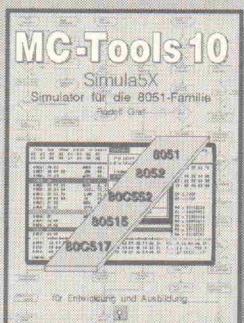
00101, 00102	Hottinger Baldwin Meßtechnik GmbH	Werk Köln	Postfach 100151 Postfach 980260	64291 Darmstadt 51130 Köln	Tel.: 0 61 51/80 32 91 Tel.: 0 22 03/4 92 36
00201	Rohde & Schwarz GmbH & Co KG	SI KD I, K-Lab. f. Meßger.	Landshuter Str. 26	85716 Unterschleißheim	Tel.: 0 89/31 79-21 31
00301	Siemens AG	d. Nachrichtentechn.	Otto-Hahn-Ring 6	81739 München	Tel.: 0 89/6 36-4 60 23
00302	Siemens AG	ANL. A4 SKD	Henkestr. 127	91052 Erlangen	Tel.: 0 91 31/84-24 17
00304	Siemens AG	Med. GQ 3, Kal.-Lab. für dosimetrische Meßgrößen	Postfach 1730	89007 Ulm	Tel.: 0 71 31/92-32 58
00401	Telefunken Systemtechnik GmbH	VR1 F53-UL	Postfach 1262	72795 Eningen u.A.	Tel.: 0 71 21/86 13 35
00501	Wandel & Goltermann GmbH & Co	Abt. TQPN	Albert-Schweitzer-Str.66	81735 München	Tel.: 0 89/6 38 11 52
00601	Schlumberger Technologies GmbH	ATE Division	Postfach 210420	80674 München	Tel.: 0 89/57 91-10 39
00701	TÜV Bayern e.V.	Abt.D1-WU 03	Postfach 210420	80674 München	Tel.: 0 89/57 91-10 39
01001	Volkswagen AG	Forschung Meß- und Prüfmethoden	Postfach	38436 Wolfsburg	Tel.: 0 53 61/9-2 63 26
01002	Volkswagen AG	Qualitätsicherung Teile- und Karosseriefertigung	Postfach	38436 Wolfsburg	Tel.: 0 53 61/9-2 34 11
01101	MBB Verteidigungssysteme	Kalibrierlabor	Postfach 801149	81611 München	Tel.: 0 89/60 72 32 26
01103	MBB Verteidigungssysteme	Abt. AFN 6145	Neue Straße 95	73230 Kirchheim unter Teck-Nabern	Tel.: 0 70 21/89-25 81
01201	TÜV Norddeutschland e.V.		Postfach 540220	22502 Hamburg	Tel.: 0 40/8 55 74 90
01301	Kolb & Baumann GmbH & Co KG		Daimlerstr. 24	63741 Aschaffenburg	Tel.: 0 60 21/34 63-0
01401	Industrieanlagen-Betriebsgesellschaft mbH		Einsteinstr. 20	85521 Ottobrunn	Tel.: 0 89/60 88-26 50
01501	Phys.-Techn. Werkstätten	Dr. Pychlau GmbH	Löracher Str. 7	79115 Freiburg	Tel.: 0 71 61/49 05 50
01701	Telefunken Systemtechnik GmbH	K-Stelle VE 1 E62	Industriest. 23-33	22880 Wedel	Tel.: 0 41 03/60 54 95
01801	Rhein.-Westf. TÜV e.V.		Postfach 103261	45032 Essen	Tel.: 0 21 08/25 27 21
01901	MBB Flugzeuge	Abt. LFM 265	Postfach 1149	85073 Manching	Tel.: 0 84 59/81-44 07
02001	Motoren- und Turbinen-Union				
	München GmbH	Abt. GKF	Postfach 500640	80976 München	Tel.: 0 89/14 89 37 38
02101	Burster Präzisionsmeßtechnik				
	GmbH & Co KG		Talstr. 1-7	76593 Gernsbach	Tel.: 0 72 24/6 45-0
02201	Hewlett-Packard GmbH	Vertriebszentrum Böblingen	Schickardstr. 2	71043 Böblingen	Tel.: 0 70 31/14-65 69
02301	Wallace & Tiernan GmbH		Postfach 1563	89305 Günzburg	Tel.: 0 82 21/9 04-0
02401	Hommelwerke GmbH		Alte Trutlinger Str. 20	78056 Villingen-Schwenningen	Tel.: 0 77 20/6 02-0
02501	Fraunhofer-Institut IPA		Nobelstr. 12	70569 Stuttgart	Tel.: 0 71 19/70 18 30
02601	DMT-Deutsche Montan Technologie		Postfach 102749	44727 Bochum	Tel.: 02 34/6 08 67
02701	Leybold AG	Abt. APE 11	Postfach 510760	50943 Köln	Tel.: 0 21 3/47 10 11
02801	Amtl. Materialprüfanstalt	Universität Hannover	Welfengarten 1A	30167 Hannover	Tel.: 0 51 11/7 62 21 55
02901	Deutsche Airbus GmbH	Abt. BFL 2452	Postfach 1120	27805 Lemwerder	Tel.: 0 41 21/67 23 15
03001	Deutsche Babcock-Borsig AG	Abt. Meßwesen	Postfach	13507 Berlin	Tel.: 0 30/43 01-23 79
03101	Isabellenhütte Heusler GmbH KG		Postfach 360	35663 Dillenburg	Tel.: 0 27 71/2 30 31
03401	VDO-Industriemeßtechnik GmbH		Postfach 501169	60392 Frankfurt	Tel.: 0 69/58 06-0
03501	Dresser Europe S.A.		Postfach 1120	52490 Baesweiler	Tel.: 0 24 01/8 08-0
03601	Dipl.-Ing. Otto Onnenken, Ingenieurbüro		Postfach 1480	61365 Friedrichsdorf	Tel.: 0 61 72/7 80 61
03701	Alexander Wiegand GmbH & Co KG		Alexander-Wiegand-Str. 1	63911 Klingenberg/Main	Tel.: 0 93 72/1 32-4 13
03801	TÜV Rheinland e.V.		Postfach 101750	50457 Köln	Tel.: 0 21 21/8 06-23 10
03901	ROTA YOKOGAWA GmbH		Postfach 20	79660 Wehr/Baden	Tel.: 0 77 61/55 07-0
04001	Rheinbraun AG	Gruppe Süd, Hauptwerkstatt Greifrah	Postfach 4140	50116 Bergheim	Tel.: 0 22 34/5 04-4 15
	Rheinmetall GmbH	Werk Unterlüß, Abt. SP-GP	Postfach 1127	29343 Unterlüß	Tel.: 0 58 27/80-65 13
04201	Motorenwerk Bremerhaven GmbH		Postfach 120364	27517 Bremerhaven	Tel.: 0 41 71/4 88-3 17
04301	Erb Meßtechnik GmbH & Co KG		Edisonstr. 14-16	60388 Frankfurt	Tel.: 0 61 09/60 05-26
04401	Robert Bosch GmbH	Abt. ZQT	Postfach 106050	70049 Stuttgart	Tel.: 0 71 11/8 11-70 03
04501	Karl Frank GmbH		Postfach 100362	69443 Weinheim	Tel.: 0 62 01/84-0
04601	MKS Instruments Deutschland GmbH		Schatzbogen 43	81829 München	Tel.: 0 89/42 00 08-0
04701	ALL-SYSTEM GmbH		Postfach 109	85509 Ottobrunn	Tel.: 0 89/6 09 10 56
04801	Drägerwerk AG	Abt. Qualitätssicherungsplanung	Postfach 1339	23503 Lübeck	Tel.: 0 41 51/8 29-27 72
04901	TÜV Südwestdeutschland e.V.	Abt. EU	Postfach 1380	70774 Filderstadt	Tel.: 0 71 11/70 05-3 38
05001	Gerhard Koop GmbH	International Pipeline Services	Postfach 1510	49785 Lingen	Tel.: 0 51 91/71 02-0
05101	Hydrotechnik GmbH		Postfach 1265	65532 Limburg/Lahn	Tel.: 0 64 31/40 04-0
05201	Carl Zeiss	Teilungslabor	Postfach 1369/1380	73444 Oberkochen	Tel.: 0 73 64/20-0
05301	Kalibrierlabor W. Kriebitz		Ernstsberger Str. 29	81241 München	Tel.: 0 89/8 34 17 34
05401	Carl Mahr GmbH & Co		Postfach 147	73702 Esslingen a.N.	Tel.: 07 11/31 94-0
05501	Yellow Springs Instrument Co.	Inc., BOX 279	Yellow Springs	Ohio 45387-USA	Tel.: 0 01-5 13/7 67-72 41
05601	Heraeus Sensor GmbH		Reinhard-Heraeus-Ring 23	63801 Kleinostheim	Tel.: 0 60 27/3 01-3 82
05701	SENSYCON GmbH	Geschäftsgebiet Sensorik	Postfach 2203	63412 Hanau	Tel.: 0 61 81/3 69-4 50
05801	Desgranges & Huot GmbH		Postfach 300207	63089 Rodgau	Tel.: 0 61 06/7 20 66
05901	Carl Schenck AG		Landwehrstr. 55	64293 Darmstadt	Tel.: 0 61 51/32-25 78
06001	Philips Kommunikations Industrie AG		Regensburger Str. 70	90478 Nürnberg	Tel.: 09 11/5 26-0
06101	Johann Fischer Präzisionswerk		Postfach 105	63702 Aschaffenburg	Tel.: 0 60 21/86 05-0
06201	Merz Meßfühlertechnik GmbH		Bahnhofstr. 3	82041 Deisenhofen	Tel.: 0 89/6 13 32 04
06301	Staatl. Materialprüfungsamt		Postfach 410307	44273 Dortmund	Tel.: 02 31/45 02-0
	Nordrhein-Westfalen		Postfach 1853	37008 Göttingen	Tel.: 05 51/70 73-3 24
06401	Feinprüf. Perthen GmbH		Postfach 1149	38001 Braunschweig	Tel.: 0 53 07/2 06-1 83
06501	amersham Buchler GmbH & CoKg		Postfach 129	55248 Mainz-Kastel	Tel.: 0 61 34/60 54 21
06601	ELSTER Produktion GmbH		Am Eichamt 4	97877 Wertheim/Main	Tel.: 0 93 42/82 80
06701	Ludwig Schneider Meßtechnik GmbH		Rudolfstr. 47	99092 Erfurt	Tel.: 0 61 51/8 34 49
06801	TÜV Thüringen e.V.		Puschkinplatz 1	06755 Wolfen	Tel.: 0 34 94/63-0
06901	Film GmbH		Tabbertstr. 14	12459 Berlin	Tel.: 0 30/6 35 18 29
07001	Kabelwerk Okerspree GmbH	Kalibrierdienst	Karl-Marx-Str. 32	19055 Schwerin	Tel.: 03 85/1 24 17
07101	Petr Förster		Amsterdamer Str. 176	50735 Köln	Tel.: 02 21/7 76 64 28
07201	Verband der Sachversicherer e. V.		Markt 5	09111 Chemnitz	Tel.: 03 71/66 03 02
07301	Sächsische Landesgewerbeförderungs-	gesellschaft mbH	Potsdamer Str. 10	14513 Teltow	Tel.: 03 33 28/4 77 31 68
07401	Industrie Service Teltow GmbH		Talstr. 11-13	04103 Leipzig	Tel.: 03 41/29 31 41
07501	Landesamt für Meß- und Eichwesen Sachsen		Bernhard-Liening-Str. 13	24376 Kappeln	Tel.: 0 46 42/8 10 88
07601	Decom Prüflabor GmbH		Postfach 110661	10836 Berlin	Tel.: 0 30/75 62-0
07701	TÜV Berlin-Brandenburg		Marschnerstr. 26	01307 Dresden	Tel.: 03 51/4 59 82 12
07801	A.S.T. Dresden GmbH		Rudolfstr. 47	01738 Klingenberg	Tel.: 03 51/9 02 83 61
07901	F.E.S. used electronics	Elektr. Gebrauchsgeräte GmbH	Salzstr. 1	50725 Köln	Tel.: 02 21/99-0
08001	Ford-Werke AG		Wilh. v. Polenz-Str. 12	02733 Cunewalde	Tel.: 03 58 77/43 35
08101	Ing. frad. Christian Hensel	Meß-, Regel- und Prüftechn.	Freisinger Str. 34	85738 Ismaning	Tel.: 0 89/96 09 49-0
08201	Wavetek Electronics GmbH		Lichtlöcherberg 40	06333 Hettstedt	Tel.: 0 34 76/7 24 84
08301	T.M.H. Temperatur Meßelemente		Fürstenwalder Damm 388	12587 Berlin	Tel.: 0 30/6 44 14 40
08401	Hettstedt GmbH		Bakanliklar	Ankara, Türkei	Tel.: 00 90-4/1 17 83 30
08501	Türk Standardlari Enstitüsü (TSE)	Necatibey Cad. 112	Telegraphenberg A 14	14473 Potsdam	Tel.: 03 31/2 25 76
08601	Landesamt für Meß- und Eichwesen Brandenburg		Postfach 1126	70807 Kornatal	Tel.: 07 11/83 26 39
08701	Elektrotechn. Laboratorium				
08801	Dipl.-Ing. R. K. Baumann				
08901	Endress + Hauser	Italia S.p.A.	Via A. Grandi 2A	I-20063 Cernusco S/N (MI)	Tel.: 00 39-2/92 19 24 23
09001	Michael Seltmann	Druck- und Temperaturmeßtechn.	Lilienstr. 7	15711 Zeesen/Steinberg	Tel.: 0 33 75/37 96
09001	MWQ-Meßtechn., Werkstoffprüfung, Qualitätsberatung GmbH		Bergbausstr. 1	01844 Neustadt/Sachsen	Tel.: 0 35 96/29 61
09201	AEG Automatisierungstechnik MODICON		Steinheimer Str. 117	63500 Seligenstadt	Tel.: 0 61 82/81 22 25
09301	Schatz GmbH		Kölner Str. 71	42897 Remscheid	Tel.: 0 21 91/6 98-0

# MC-Tools

Für Entwicklung und Ausbildung



MC-Tools 2  
Die 8051 MC-Familie  
Einführung in die Software



MC-Tools 10  
SIMULA5X

**Feger + Co.**

Hard- + Software Verlags OHG  
Marienstr. 1, D-83301 Traunreut  
Tel.: 08669/136-99, Fax: 08669/136-90



Ausführliche  
Prospekte  
erhältlich!

## Fuzzy-Logik

Ausbildungs- und Entwicklungssystem  
mit der PC-537-ADDIN-Karte

Josef Karber / Hans-Rainer Hermann

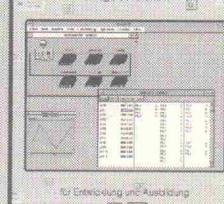


Fuzzy-Logik  
Ausbildungs- und  
Entwicklungssystem

## MC-Tools 12

Opto-Netz mit dem 80C537  
Netzentwicklung unter WINDOWS

O. Feger / J. Ortmann



MC-Tools 12  
Opto-Netz mit dem  
80C537

## MC-Tools 14

Datenerfassung unter WINDOWS  
frei konfigurierbar

O. Feger / J. Ortmann



MC-Tools 14  
Datenerfassung unter  
Windows

Das Buch beschreibt, wie eigene Programme für die 8051-Familie erstellt und assembliert werden.

Der mitgelieferte Assembler mit Linker und Disassembler erlaubt das Gelesene gleich in die Praxis umzusetzen.

Mit Diskette  
ISBN 3-928434-04-7  
DM 148,-

Symbolischer Simulator für 8051, 8052, 80C552, 80C535 und 80C537.

Zum Testen und Debuggen eigener Programme am PC.

Komfortables Entwicklungswerkzeug.

Mit Diskette  
ISBN 3-928434-14-4  
DM 178,-

Für den Entwurf und Test eigener Fuzzy-Applikationen mit der PC-537-ADDIN-Karte.

Ermöglicht dem Einsteiger und Profi einen detaillierten Einblick in die Fuzzy-Logik.

Mit Diskette  
ISBN 3-928434-25-X  
DM 168,-

Vernetzung von bis zu 16 80C537-Karten über Plastik-LWL.

Mit dem Windows-Programm lässt sich das Netz konfigurieren.

Die 537-ADDIN-LWL-Karte arbeitet als Knotenpunkt im PC.

Mit Diskette u. 3 Platinen  
ISBN 3-928434-23-3  
DM 148,-

Frei konfigurierbarer Datenlogger mit der PC-537-ADDIN-Karte.

Ersetzt MC-Tools 1 und MC-Tools 4!

Mit zahlreichen Programmen für die Software-Entwicklung.

Mit Diskette u. Platine  
ISBN 3-928434-24-1  
DM 178,-

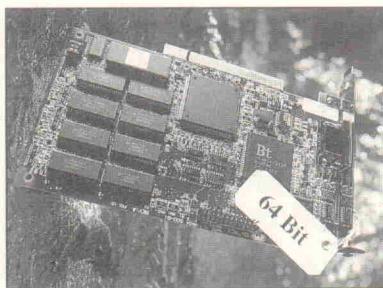
## Das bringen

Änderungen vorbehalten

**ct** magazin für  
computer  
technik

**GATEWAY**  
MAGAZIN FÜR DATEN- UND TELEKOMMUNIKATION

**X** MULTIUSER  
MULTITASKING  
MAGAZIN



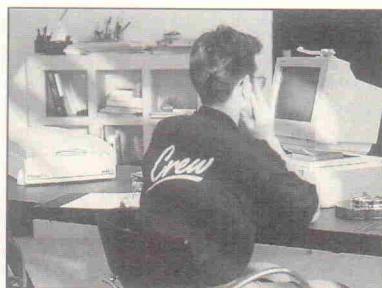
**64-Bit-Grafik:** Neue Grafikcontroller versprechen Geschwindigkeitsrekorde

**Betriebssysteme:** Windows NT im Wettstreit mit OS/2 und Nextstep

**Virenschutz im Netzwerk:** Test von Anti-Viren-Programmen für NetWare-Server

**Client-Server-Datenbanken:** Architekturmärkte und Marktüberblick

**Windows-Tabellenkalkulation:** Das neue Excel im Vergleich zur Konkurrenz



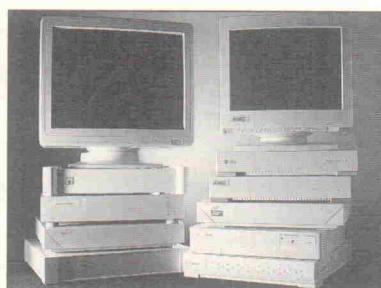
**Bürokommunikation:** Elektronischer Austausch von Nachrichten und Daten per EMail

**ATM und SDH:** Basistechnologie für den Breitbanddatenverkehr der Zukunft

**TCP/IP:** Aktuelle Protokollspezifikationen und Kommentare aus dem Internet

**Mailboxen:** Kommerzielle Betreiber in Deutschland – Dienstleistungen

**Full-Duplex-Ethernet:** Doppelte Bandbreite auf 10Base-T-Verkabelung



**Workstations:** 11 SPARC-10-Multi-processor-systeme im Vergleich

**Parallelrechner:** Die Marktlage in Deutschland

**Programmieren:** Eigene Klassen zur C++-Fehlerbehandlung

**Anwendererfahrungen:** LAN-WAN-Kopplung mit Hindernissen

**Sicherheit:** COPS – der Security-Scanner vom CEPT

Heft 4/94 am 17. März am Kiosk

Heft 4/94 am 17. März am Kiosk

Heft 4/94 am 21. März am Kiosk

## Von EMUFs & EPACs

lautet der Titel unseres über 100-seitigen Kataloges in dem wir die allermeisten der seit 1991 von der mc, c't und ELRAD vorgestellten Einplatinencomputer und die passende Software zusammengefaßt beschreiben. Wir bieten Ihnen Rechner vom 6504 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 Regeln gemacht und sind heute anerkannt als äußerst preiswerte und flexible Lösungen in den vielfältigen Aufgaben industrieller Steuerungen.

## Meßtechnik für PCs

unser neuer Katalog zu PC-Meßtechnik stellt Ihnen PC-Karten vor, die die Arbeit mit dem PC im Labor erleichtern, bzw. erst ermöglichen. Sie finden A/D- und D/A-Wandlerkarten, Multifunktionskarten, Timer- und Ein-/Ausgabekarten (auch optoelektronisch oder über Relais). Darüber hinaus 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-Programmierer. Allein an Universal-Programmierern bieten wir Ihnen MM-PROTOOL 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, auch mit Basic- und Pascal-Compiler (KAT-PASCAL).

KAT332-LP	Leerplatine, ohne Software	98,- DM
KAT332-LP/SW	Leerplatine, 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 Fertigkarte	498,- DM
KAT332-FB2	wie BS2, jedoch Fertigkarte	698,- DM
KAT332-FB1/SW	wie FB1, jedoch mit Software	598,- DM
KAT332-FB2/SW	wie FB2, jedoch mit Software	798,- DM
322-Term/PC	spez. Terminalprogramm für PC	15,- DM
322-Term/ST	spez. Terminalprogramm für Atari	15,- DM

## LOGIC-ANALYSATOR 50-32

Der Logicanalysator als PC-Einsteckkarte! Vorgestellt von Jürgen Siebert in ELRAD 3/94. Sowohl als Fertigkarte 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.

LOG50/32A/B	Teilbausatz für Version A. Enthält Leerkarte, LCA, GALS, SW u. Endblech	378,- DM
LOG50/32B	Teilbausatz für Version B. Enthält Leerkarte, LCA, GALS, SW u. Endblech	448,- DM
LOG50/32A/B	Fertigkarte Version A, mit Software	498,- DM
LOG50/32B	Fertigkarte Version B, mit Software	598,- DM
LOGAMV/LP	Leerplatine für aktiven Meßverstärker	29,- DM
LOGAMV/FB	aktiver Meßverstärker als Fertigkarte	107,- DM

## ST-35 CONTROLLER

Modul mit Siemens-80C535-Controller (12-MHz-Takt). Auf der 80 x 50 mm großen Karte sind noch je 32K RAM und EPROM und RTC untergebracht. Spannungsversorgung 5 V/80 mA. 80535-BASIC-Interpreter vorhanden. Fordern Sie Unterlagen an!

ST-35	Fertigkarte, aufgebaut und getestet. Mit je 32K RAM, EPROM und RTC	298,- DM
-------	--	----------

## CP-537 CONTROLLER

Modul mit Siemens-80C537-Controller (12-MHz). 32K EPROM, 32K RAM und 32K EEPROM sind onboard möglich. Zwei ser. Schnittstellen, RTC/BATT, optional. Gr. 80 x 90 mm, Spannungsversorgung 5 V/100 mA.

CP-537M-3/A	Fertigkarte ohne RAM, EPROM, RTC und seiti. Stiftleisten	360,- DM
-------------	--	----------

## BXC 51

Der Basic-Cross-Compiler für die gesamte 8051-Controller-Familie. BXC 51 ist kompatibel zum bekannten 8052AH-Basic-Interpreter (z.B. BASIC-EMUF und BasicControl). Das mit BXC 51 kompilierte Interpreter-Programm ist um bis zu Faktor 50 schneller als das Interpreter-Programm. BXC 51 übersetzt den Basic-Text zunächst in ein 8051-Assembler-Quellenprogramm, das noch optimiert werden kann. Dann wird die optimierte Quelle direkt in ein Intel-hex-fil überstellt.

Die Eigenschaften von BXC 51:	
• Verwendbar für alle CPUs der 8051-Familie, also auch für 8031, 8032, 8035, 8055.	
• Sparschumfang 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-Quellenprogrammes.	
• Einbinden eigener Assembler-Programme möglich.	
• Auch als eigenständiger Cross-Assembler benutzbar.	
• Handbuch in englisch - hotline in deutsch.	895,- DM

## ... weitere 8050-SOFTWARE

MI-C C-Compiler /Rose	1498,- DM
C51 C-Compiler /Keil	2223,- DM
SYS8052 Toolbox /MS-DOS	245,- DM
COMPRETR-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

## 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

## ZWERG 11

Unser allerkleinsten Rechner mit dem Motorola-HC11-Controller. Der ZWERG 11 hat eine Platinenfläche von nur ca. 55 x 50 mm. Ideal für den Serieneinsatz. Techn. Unterlagen, Preise und Lieferformen finden Sie in „Von EMUFs & EPACs“.

ZWERG 11 m.	Entwicklungsrumgeb.	ab ca. 250,- DM
ZWERG 11 ohne Software ab	1 St.	99,- DM
	10 St.	720,- DM

NEU: ZWERG/Plus mit 32K RAM und 32 K EEPROM. Bitte Info anfragen.

## MOPS 11

Kleiner, flexibler, preiswerter HC11-Rechner mit großer u. komfortabler Software-Umgebung (Basic + Pascal Compiler). Vorgestellt v. H.J. Himmeröder in ELRAD 3, 4 und 5/1991. Version 2.1 finden Sie in ELRAD 8/92.

MOPS-LP	Leerplatine	64,- DM
MOPS-BS1	Bausatz, enthält alle Teile außer RTC und 68HC24	220,- DM
MOPS-BS2	Bausatz, enthält alle Teile incl. RTC und 68HC24	300,- DM
MOPS-FB1	Fertigk., Umfang wie BS1	300,- DM
MOPS-FB2	Fertigk., Umfang wie BS2	380,- DM
MOPS-BE	MOPS-Betriebssystem für PC oder Atari	100,- DM

MOPS11/V.2.1 in allen Lieferformen im Katalog

## MOPS-light

Der ganz neue, ganz kleine „Minimops“ von MOPS-Entwickler H.J. Himmeröder erscheint in ELRAD 2/94. Es gibt den neuen MOPS in zwei Ausstattungs-Varianten: „MOPS-light“ (L) und noch kleiner als „MOPS-extraLight“ (XL). Zu diesen neuen MOPS ist eine spezielle auf die Gegebenheiten der light-Varianten umgeschriebene Version des bekannten MOPS-Betriebssystems erschienen.

Die Preise:		
MOPS-L-LP	Leerplatine	59,- DM
MOPS-XL-BS	Bausatz mit Leerkarte, CPU RS232, Kleinteile	160,- DM
MOPS-L-BS	wie XL-BS zusätzlich 32K RAM, Uhr, 74HC10, Fassungen	200,- DM
MOPS-L-FB	Fertigbaugruppe mit RAM u. Uhr	270,- DM
MOPS-XL	MOPS-Betriebssystem für XL- u. L-Version für PC	90,- DM

## TESTE68

Das bewährte Simulationsprogramm für Motorolas HC11 von Rudolf Graf (u.a. Autor von MC-Tools10). Damit läßt sich Ihre Software für HC11 noch im Eprobungsstadium, also vor dem Einsatz auf „realer Hardware“ ausführlich testen.

TESTE68 auf 5.25"-Diskette für PC (DOS) mit ausführlichem deutschen Handbuch

268,- DM

## IC11B

Nur Scheckkartengroßer (Aufsteck-) Rechner mit Motorola 68HC11A1-Controller, 32KB stat. RAM, 32KB Eeprom-Socket und Reset-Controller. Optional ist die RTC4553 mit Batterie möglich. Stromaufnahme 5V/35mA.

Die Preise:		
IC11B	Fertigkarte, ohne Handbuch	199,50 DM
IC11B/OPT	Option RTC und Batterie	39,90 DM
IC11MAN	Handbuch zum IC11B	34,20 DM
IC11ENT	Entwicklungsset zum IC11B. Enth. IC11B mit 64KB RAM, Handbuch, PC-Crossassembler, Monitor im EPROM, Terminalprogramm, IF232LP-Modul, RTC und Batterie	399,- DM

## FUZZY

Total „fuzzyonieren“: Das FUZZY-Projekt aus ELRAD 5/93 ff. Dort vorgestellt von Oliver Breiden und Olaf Bendix. PC-Karte mit Entwicklungssoftware.

FUZZY-LP Leerplatine, NLX230, GALs, Handbuch und Software

268,- DM

FUZZY-BS Bausatz, enthält FUZZY-LP und alle auf der Karte eingesetzten Bauteile incl. MAXIM und AD-Chips.

456,- DM

## MEGA 301

Ein starker Einplatinenrechner mit Toshiba-Controller 68301 (68000-Kern), 1/2 Europa-Karte, 6-fach-Multilayer, stat. RAM 64KB mis 1MB mit Akkupufferung möglich. EPROM 64KB mit 1MB (27256 - 272002). Drei serielle Schnittstellen für IF-Module.

MEGA301/064 Fertigbaugruppe mit 64KB RAM, ohne EPROM, inkl. Handbuch und 5,25" Diskette

mit Hardware-Definitionen

550,- DM

MEGA301/256 wie oben, jedoch mit 256KB RAM 145,- DM

MEGA301/100 wie oben, jedoch mit 1MB RAM 820,- DM

MEGA/ENT Entwicklungsset zum MEGA301.

Enth. eines MEGA301/256 inkl. Handbuch und Diskette Monitor im EPROM, ECO-C Compiler inkl. Dokumentation, 1 Stück IF232LP-Modul und Kabel 1095,- DM

## BASIC-Briefmarke

beschrieben von Dr.-Ing. Kühnel in ELRAD 10/93, Entwicklungssysteme zur Briefmarke mit Basic-Cross-Compiler schon ab ca. 690,- DM.

Fertigkeiten wie in ELRAD beschrieben zum Einsatz ab 50,60 DM (1-99). Näheres zur Briefmarke finden Sie in unserem Katalog. Das Buch zur Briefmarke:

Rose, Schnelle Designs mit BASIC-Briefmarke, Best.-Bez.: Rose-BASIC-Buch

78,- DM

## ... weitere Bücher

Die bekannte Buchreihe MC-TOOLS von Feger + Co ist weiterhin lieferbar. Mittlerweile hat sich die Reihe nach 80C535 und 80C537 auch dem 16Bit Bereich zugewendet. So behandelt der neue Band 15 den Siemens-Controller 80C166.

MC-TOOLS 1 Buch, Leerplatine und Beispiel-Disk für 80C535 119,- DM

MT1BS 1 Bausatz zu Band 1 148,- DM

MT1/FB Betriebserf. 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 80C51/17/A, Buch 68,- DM

MC-TOOLS 6 SIMULATOR für 8051/515, Buch und Software 148,- DM

MC-TOOLS 7 Einführung 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 535/537/532..., Buch u. SW 178,- DM

MC-TOOLS 11 Umlaufstät. mit 8055, Buch, LP, SW 148,- DM

MC-TOOLS 12 Optezon mit 537 unter Windows, Buch, LPs, SW 168,- 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 Buchtipps aus 9/94 und 3/94 sind ab Lager lieferbar:

Auer/Reis PLD-Programmierung mit PALASM 36,- DM

Blank Logikbausteine - Grundlagen, Programmierung ... 79,- DM

## 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 Zuzahlung von 1150,- DM (incl. MwSt.) in einen brandneuen ALL-07 umtauschen. Der neue Programmierer hat volle Garantie und Sie haben natürlich für ein Jahr kostenlosen Zugriff auf unsere Update-Mailbox. Diese Aktion ist zeitlich begrenzt und gilt nur für Programmierer mit offizieller deutscher Seriennummer.

## ELEKTRONIK LADEN

Mikrocomputer GmbH

W.-Mellies-Straße 88, 32758 Detmold

Tel. 0 52 32/81 71, FAX 0 52 32/8 61 97

Mailbox 0 52 32/8 51 12

oder

BERLIN 0 30/4 63 10 67

HAMBURG 0 41 54/28 28

BRAUNSCHWEIG 0 531/7 92 31

FRANKFURT 0 69/5 97 65 87

STUTTGART 0 7154/8160810

MÜNCHEN 0 89/6 01 80 20

LEIPZIG 0 3 41 2 13 00 46

SCHWEIZ 0 64/71 69 44

ÖSTERREICH 0 22 2/50 21 27

NIEDERLANDE 0 34 08/8 38 39

REALTIME-SYSTEMS & DISTRIBUTION **SWD**  
Autorisierte **QNX** Distributor seit 1986

**QNX**  
Realtime Operating System

**Wir stellen aus**

Ce Bit  
Halle 4 1.OG  
Stand F26  
16.3.94 - 23.3.94

Hannover Messe  
Halle 18 EG  
Stand E20  
20.4.94 - 27.4.94



Universelles 2D-/3D-CAD System  
mit außergewöhnlichem Eigenschaften  
für Prozeßsteuerung und -visualisierung

SW Datentechnik GmbH Raiffeisenstraße 2-4 D 25445 Quickborn Tel.: 04106-6109-0 FAX: 04106-6109-40

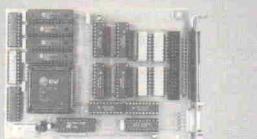
## PC - Messtechnik Entwicklung & Vertrieb

### A/D, D/A und TTL-I/O Karten (kleiner Auszug)

AD 12 LC 16 Kanal, 35µs mit ADC574, 8 TTL-I/O 269,-  
AD 12 Bit Karte 257µs, 4 s8h, 16 ch, 16 TTL-I/O 598,-/749,-  
HYPER I/O 12 Bit, 33 kHz, 16 AD, 1 DA, 2 Relais, 20 TTL 1298,-  
48 TTL I/O Karte mit 2 x PPI 6255, 2 LED 129,-  
Relais-1/2 Karte mit 8 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, I/O, 298,-  
TTY-2 Karte, COM1, 4, aktiv & passiv, z.B. für SPS-S5 349,-  
3/24Bit U/D Drehgeber Karte mit TTL-Eingängen 549,-  
UNITIMER Karte mit individuell progr. Timer/Counter 586,-  
LOGIC100/32 Logic-Analysier, 100 MS/s 598,-  
i.v.

## Neu: Logikanalysator

- 50 MSamples/s
- 32 Kanäle
- kurze PC-Einsteckkarte



schon ab DM 498,-

AO-7	X	7	11	8	0
DO-7	X	1	03	0	50
DO	X				
DI	X				

### Meßmodule für die Parallele-Schnittstelle

Parallel-Modul mit 48 TTL-I/O und 16 Bit Counter 298,-  
Parallel-Modul mit 8 Relais und Schraubklemmen 298,-  
Parallel-Modul mit 8 Optokoppler-Eingängen 298,-  
Parallel-Modul mit 16 A/D, 12/16Bit, 35µs 498,-/598,-  
Parallel-Modul mit 2\*D/A, 12 Bit, 0,10 Volt 498,-

## QUANCOM GMBH ELECTRONIC

Heinrich Esser Str. 27 D-50321 Brühl  
Tel.: 02232 / 9462-0 Fax: 9462-99  
NEU: Info-System per Modem: 9462-98

## EMV-

## Dienstleistungen

Elektro-Magnetische-Verträglichkeit  
sollte kein Problem für Sie sein!

Nutzen Sie unsere Erfahrung!

### RET

Beraten · Messen · Härteln · Kalibrieren

### EMV mit System

MESSBAR BESSER!

ADV



### RHEINMETALL GmbH EleMag Technology

Postfach 1127  
29343 Unterlüß  
Tel. (05827) 80-6667  
Fax (05827) 1300

## Echtzeit Videodigitizer

- 256 Graustufen in 1/25 Sek.
- 16,7 Mio. Farben bei RGB Standbild
- 768 x 576 Pixel und 384 x 288 Pixel
- D/A Ausgang für Kontrollmonitor
- externes Gerät zum Betrieb an serieller oder paralleler Schnittstelle
- Bilderaufnahmessoftware für PC
- Speicherung in TIFF- und PCX-Format
- Software für Amiga und Atari in Kürze
- verwendbar als Testbildgenerator

### Option: Genlock

- VGA-Bilder auf Video
- Titelleinblendung in Videoaufnahmen
- Zoom

ab 298,- DM

Für weitere Grafikkarten, Framegraber und Messgeräte fordern Sie unsere kostenlose Info an!

Preiswerte Satellitenempfangsanlagen zur Selbstmontage.



Wiesenweg 45  
29328 Münden/Örtze  
Tel.: 05053-661  
Fax: 05053-659

## Speicher Oszilloskop

- 32 MHz Abstrakte
- Clock intern / extern
- 8 KB Speicherlefe
- Trigger intern / extern
- TV Trigger vertikal, horizontal, Zeilenlufe
- externes Gerät zum Betrieb an serieller Schnittstelle
- Meßsoftware für PC
- Software für Amiga und Atari in Kürze

### Option:

- zweiter Meßkanal

- 16 bit Logikanalyser

Grundgerät.....698,- DM

## ADES

analoge & digitale  
elektronische Systeme

Entwicklung, Herstellung und Vertrieb von elektronischen Schaltungen

### Hardwareentwicklung

- Analogtechnik
- Digitaltechnik
- div. Mikroprozessoren
- PAL/GAL-Bausteine
- Leiterbahnentflechtung
- schneller Prototypenbau

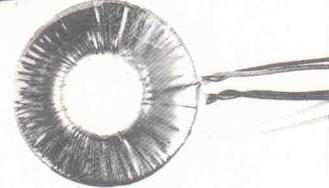
### Serienfertigung

- auch Kleinststückzahlen
- nach div. Qualitätsnormen

Rufen Sie uns an: Tel: 02191/5771, Fax: 02191/5772  
ADES GmbH, Dreherstr. 5, D - 42899 Remscheid

## Ihr Spezialist für Meßtechnik + Elektronik

Fehlen Ihnen Meßgeräte, Netzteile oder Bauelemente? Kein Problem. Aus unserem umfangreichen Katalog bieten wir Ihnen eine Fülle von Artikeln in hochwertiger Qualität:



Unser Lieferprogramm:

- Tisch- und Handmultimeter
- Oszilloskope, Universalzähler
- Funktionsgeneratoren
- Print- und Ringkerntrafos
- Einbau-Meßinstrumente
- Lötgeräte mit Zubehör
- Gehäuse
- Mechanische und optoelektronische Bauteile
- Alarmanlagen
- Audio-/Videogeräte/ Telefone und und und ...



POP electronic GmbH  
Postfach 220156, 40608 Düsseldorf  
Tel. 0211/200 0233-34  
Fax 0211/200 0254



# VOLLES PROGRAMM

IHR WEG ZUR LEITERPLATTE FÜHRT SIE ZU UNS



## FOTO- BESCHICHTETES BASISMATERIAL

Original BUNGARD-  
das bedeutet: Konstante  
Qualität und Sicherheit in  
der Verarbeitung.  
Ohne Beschränkungen in  
Sachen Materialarten,  
Dicken und Kupferauffa-  
lungen. Bei uns gibt es das  
ab Lager.  
Preis nach Mengenstaffel.



## DURCHLAUF- ÄTZMASCHINE DL 500

Mit einer Stundenleistung  
von 10 m<sup>2</sup> und einer Nutz-  
breite von 510 mm ist  
die DL 500 kompakt und  
schnell. Die optimale Be-  
dienerfreundlichkeit und  
die hohe Linienauflösung  
machen sie in dieser Preis-  
klasse unübertroffen.  
DM 13.000.-

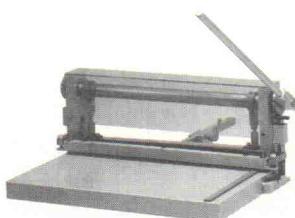
## SPRÜH- ÄTZMASCHINE Jet 34

Die Jet 34d setzt neue  
Maßstäbe:  
Bewährte Ausstattung,  
hohe Linienauflösung,  
hohe Ätzgeschwindigkeit  
bei kompakten Maßen.  
Maximales Ätzformat  
300x400 mm.  
DM 2.600.-



## CNC-BOHRMASCHINE BUNGARD CCD

Diese Maschine ist neu in  
unserem Lieferprogramm.  
Sie ist komplett ausgestattet  
und einfach zu bedienen.  
Die Stundenleistung be-  
trägt 18.000 Löcher!  
Die Software gehört genauso  
zum Lieferumfang wie Schnell-  
frequenzspindel, Steuereinheit  
und Staubabsaugung.  
DM 16.000.-



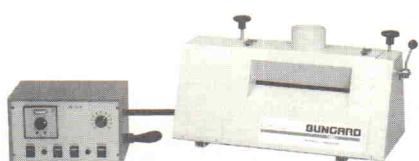
## PLATTENSCHERE NE-CUT

Schneiden von Leiterplatten,  
Aluminium, Stahl etc. ist  
Aufgabe von NE-CUT.  
Das Ganze bei einer Zuschitt-  
toleranz von nur 0,1 mm und  
sauberen Schnittkanten.  
Stabile Ganzstahlkonstruktion!  
DM 2.650.-



## KONTAKT- BELICHTUNGSGERÄT HELLAS

Doppelseitig belichten  
auf einer Fläche von  
570x300 mm.  
Für fotobeschichtetes  
Basismaterial, Kopier-  
filme und Klischees.  
Immer originalgetreu,  
1 Jahr Garantie -  
typisch BUNGARD.  
DM 3.200.-



## ROLLVERZINNER RT 12

Dieses Gerät versorgt  
Ihre Leiterplatten mit  
einem schützenden, gut  
lötbaren und optisch an-  
sprechenden Oberflächen-  
schutz. Machen Sie mit  
Ihren Verarbeitungszeiten  
kurzen Prozeß!  
DM 9.900.-

alle Preise ab Werk zzgl. MwSt



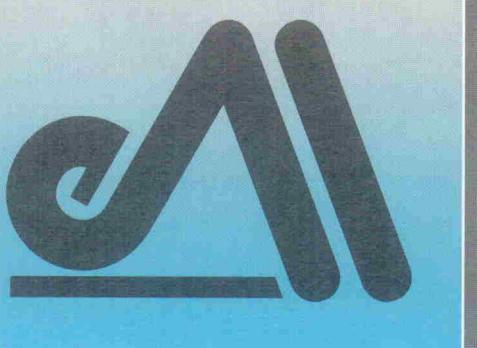
## TROCKENRESIST- LAMINATOR RLM 419 P

Der ideale Trockenresist-  
laminator für die anspruchs-  
volle Leiterplattenfertigung.  
Die solide und durchdachte  
Konstruktion garantiert gleich-  
bleibend gute Ergebnisse.  
Der Einstieg in die Profi-Line!  
DM 11.200.-

**BUNGARD**  
BEL

# Platinen & Software

ELRAD-Platinen sind aus Epoxid-Glasfaserplatte, sie sind gebohrt und mit Lötkontaktplatten versehen bzw. verzinkt. Alle in dieser Liste aufgeführten Leiterplatten 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 Projektsbeschreibung zu entnehmen. Die Bestellnummern enthalten die hierzu erforderlichen Angaben. Sie setzen sich zusammen aus Jahrgang, Heft- und einer laufenden Nummer. Beispiel 119-766: Monat 11, Jahr 1989. Besondere Merkmale einer Platinen 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.



So können Sie bestellen: Um unnötige Kosten zu vermeiden, liefern wir nur gegen Vorauskasse. (Bestellsumme zuzüglich DM 6,- für Porto und Verpackung). Folgende Zahlungsverfahren sind möglich:  
Einsendung 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  
Tel.: 0511/53 72 95  
Fax: 0511/53 52 129

Telefonische Auskünfte nur  
von 9.00 - 12.30

Platinen	Best.-Nr.	Preis DM	Platinen	Best.-Nr.	Preis DM																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
<b>PC-Projekte</b>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
<b>Byte-Former</b> Seriell/Parallelwandler IEEE488-PC inkl. GAL	86 101 46/ds	39,00	<b>FlowLearn</b> Vers. 2,6. Regelungssimulationsprogramm																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
— Uni Count Timer/Zählerkarte	019-695/ds/E	73,00	— Update 2,3 auf 2,6 gegen Einsendung der Originaldiskette		98,00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
— <b>U/F-Wandler PC-Karte</b> 20 Bit Auflösung	111-904/ds	70,00	<b>LabIPascal</b> Softwarepaket für die Meßtechnik		48,00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
— Anwendungssoftware	119-766/ds/E	78,00	— Offline-Version		98,00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
<b>EPROM-Simulator</b>	S119-766M	28,00	— mit integr. Treiber,																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
— Anwendungssoftware	040-816/ds/E	68,00	— wahlweise 'Achtung, Aufnahme', Wandelboard oder Stecker A/D																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
— Achtung, Aufnahme	S040-816M	29,00	— 'UniCard' oder MultiPort		198,00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
— AT-A/D-Wandlerkarte inkl. 3 PALs + Recorder (Assemblierroutine) und Hardware-Test-Software (Source) auf 5,25"-Diskette	100-855/ds/E	148,00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
— Vollständige Aufnahmesoftware D1 und D2 (mit On-Line-Filterung)	S100-855M	78,00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
— Event-Board inkl. PAL	100-856/ds/E	89,00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
<b>UniKV</b> Hochspannungsgeneratorkarte	082-931	70,00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
<b>Mepeq</b> PC-Audiomeßsystem																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
— Platine inkl. Testsoftware	102-935	64,00	<b>Software</b>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
<b>PC-SCOPE</b> PC-Speicherzilloskop			— Hauptgerät	061-884/ds	64,00	<b>MOPS</b> Einplatinenrechner mit 68 HC 11			— Interface	061-885/ds	52,00	— Platine	031-874/ds/E	64,00	— Diskette/PC (Sourcecode)			— Platine Vers. 2,1. (Mops plus)	082-938	78,00	— Betriebssoftware auf drei 5,25"-Disketten	S 061-884 M	35,00	— Entwicklungsumgebung PC-Diskette inkl. Handbuch			<b>UniCard</b> PC-Multifunktionskarte	041-877	70,00	<b>MOPSlight</b> Miniboard f. 68 HC 11			<b>Lüfterregelung</b>	89 101 36B	9,00	— Platine und Software	024-1007	149,00	<b>Temperatur-Monitor</b> Messung ü. RS-232	061-887	25,00	— IE2-IF-Modul IEEE-488-Interface für EPCs	052-918/ds	46,00	— incl. PC-Anwendersoftware						<b>Hotline</b> PC-Spektrum-Analyizer			<b>Mikrocontroller-Projekte</b>						— RAM-Karte inkl. Analyse-Software	091-894/ds	64,00	<b>MOPS</b> Einplatinenrechner mit 68 HC 11			— 16-Bit-ADC-Karte	101-897/ds	64,00	— Platine	031-874 M	100,00	— 12-Bit-ADC-Karte	101-898/ds	64,00	— Platine und Software			<b>Centronics-Umschalter</b>	101-901/ds	64,00	— Entwicklungsumgebung			<b>Osziflux</b> PC-Speicherzilloskop			— PC-Diskette inkl. Handbuch			— Rechnerplatine			<b>MOPSlight</b> Miniboard f. 68 HC 11			— A/D Wandlerplatine (2 Platinen)			— Platine und Software			— Netzteilplatine			— Entwicklungsumgebung			— EPROM			— PC-Diskette inkl. Handbuch			— Betriebssoftware			<b>MOPS</b> Einplatinenrechner mit 68 HC 11			— für den PC, Mac oder Atari	102-933	250,00	— Platine	031-874 M	100,00	— A/D Wandlerplatine	102-934	64,00	— Platine und Software			<b>GAL-Brenner</b>			— Entwicklungsumgebung			— GAL Brenner Platine			— PC-Diskette inkl. Handbuch			— GALEO-Software	112-937	84,00	<b>Tor zur Welt</b> Interface Board f. TMP96C141			<b>SendFax-Modem</b>			— Platine	031-874 M	100,00	— Platine	071-891/ds	64,00	— Platine	052-919/ds	138,00	— EPROM		25,00	— Emulator-Platine	062-921	16,00	<b>Messolio</b> Portfolioerweiterungen			— 535-Design 80535-Entwicklerboard	121-905	44,00	— Speichererweiterung	082-929	49,00	<b>BasicControl</b> 8052 EPC-Platine inkl. GAL	032-914	73,00	— X/T Slot Platine	082-930	64,00	<b>Halbe Portion</b> EPC mit 68008 inkl. GAL	042-916/ds	89,50	<b>Multi Port</b> PC-Multifunktionskarte			<b>Z-Machine</b> EPC mit Z280			— Multi Port Platine inkl. GAL	092-932	109,00	— Platine, Mach110, Monitor	023-952	248,00	— Unisic-Software, Diskette 3,5"	S092-932M	35,00	— Platine	031-874 M	100,00	<b>Boundary Scan</b>			— Source auf 3,5"-Disk. (PC), Handbuch	033-969	48,00	— Testplatine + Software	122-939	40,00	— 51er-Kombi inkl. GAL	053-972	82,00	<b>DCF-77 SMD</b> Mini-DCF-Empfänger	023-951	25,00	<b>Tor zur Welt</b> Interface Board f. TMP96C141			<b>IEEE-Busmonitor</b> inkl. Software	033-965	48,00	— Platine	031-874 M	100,00	<b>Wandel-Board</b>			— Platine	052-919/ds	138,00	— A/D-D/A-Karte inkl. GALs u. EPROM u. Software	033-968	98,00	— Bitbus Master-EPROM	062-921	16,00	<b>Wellenreiter</b>			— Bitbus Slave-EPROM	083-988	98,00	— Hauptplatine, 6 Filterplatinen, PC-Karte, DSP-EPROM, Controller-EPROM			— IF-Modul Platine RS-485	083-989/qs	35,00	— Anwendersoftware	023-970	398,00	— IF-Modul Platine RS-232/Stromschleife	083-990	25,00	<b>InterBus-Schafffuß</b>			— PIF-Modul Platine, seriell	083-991/qs	35,00	— PC-Karte, GAL, SuPI, Treibersoftware	043-971	395,00	— PIF-Modul Platine, parallel	083-992/qs	35,00	<b>Fuzzynized</b> Fuzzy-Entwicklungsysteem			<b>Regulus</b>			— incl. PALs, NLX230, Handbuch, Entwickler-Software (3,5")	053-973	268,00	— Miniproz.-Controllerplatine Win Reg.-Simulationsprogramm Betriebssprogramm-EPROM	083-986/qs	198,00	<b>A/D-Wandler-Labor</b>			<b>TASK 51</b> Multitasking f. 8051			— Platine für ADS 7804/05	093-997/qs	69,00	— Source auf 3,5"-Disk. (PC), Handbuch	033-969	48,00	— Platine für ADS 7806/07	093-984/qs	69,00	— 51er-Kombi inkl. GAL	053-972	82,00	— Platine für ADS 7810/19	113-1000/qs	69,00	<b>Tor zur Welt</b> Interface Board f. TMP96C141			— Serielle Controllerplatine inkl. EPROM	093-998/qs	69,00	— Platine	031-874 M	100,00	— PC-IO-Karte	093-985/qs	39,00	— Bitbus Master-EPROM	062-921	16,00	— Parallele FIFO-RAM-Karte	113-1001/qs	69,00	— Bitbus Slave-EPROM	083-988	98,00	<b>Schnittschnelle</b> Multiprotokoll-PC-Karte			— IF-Modul Platine RS-485	083-989/qs	35,00	— Platine inkl. Monitor-EPROM, GALs und Handbuch	093-995/qs	398,00	— PIF-Modul Platine, seriell	083-991/qs	35,00	— Bitbus-Master-EPROM	S093-995	198,00	— PIF-Modul Platine, parallel	083-992/qs	35,00	<b>8 x 12 Bit A/D-Wandler</b> im Steckergehäuse	103-999/qs	35,00	<b>PIC-Programmer</b>			<b>PC-CAN</b>			— Platine	014-1005/qs	98,00	— Platine, Monitor-EPROM			— Betriebssoftware EPROM Betriebssoftware PC-Diskette			— 2 GALs, Treibersoftware	123-1006	228,00	<b>Kat-Co 68 332</b>			<b>PC-LA, PC-Logikanalyzator</b>			— Platine, EPROM-Satz			— Platine, GAL-Satz			— PC-Terminallprogramm			— LCA, Montageblech			— Handbuch	034-1009	272,00	— Windows-Software	034-1010	448,00				— Vorverstärkerplatine	034-1011	29,00			
— Hauptgerät	061-884/ds	64,00	<b>MOPS</b> Einplatinenrechner mit 68 HC 11																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
— Interface	061-885/ds	52,00	— Platine	031-874/ds/E	64,00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
— Diskette/PC (Sourcecode)			— Platine Vers. 2,1. (Mops plus)	082-938	78,00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
— Betriebssoftware auf drei 5,25"-Disketten	S 061-884 M	35,00	— Entwicklungsumgebung PC-Diskette inkl. Handbuch																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
<b>UniCard</b> PC-Multifunktionskarte	041-877	70,00	<b>MOPSlight</b> Miniboard f. 68 HC 11																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
<b>Lüfterregelung</b>	89 101 36B	9,00	— Platine und Software	024-1007	149,00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
<b>Temperatur-Monitor</b> Messung ü. RS-232	061-887	25,00	— IE2-IF-Modul IEEE-488-Interface für EPCs	052-918/ds	46,00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
— incl. PC-Anwendersoftware																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
<b>Hotline</b> PC-Spektrum-Analyizer			<b>Mikrocontroller-Projekte</b>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
— RAM-Karte inkl. Analyse-Software	091-894/ds	64,00	<b>MOPS</b> Einplatinenrechner mit 68 HC 11																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
— 16-Bit-ADC-Karte	101-897/ds	64,00	— Platine	031-874 M	100,00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
— 12-Bit-ADC-Karte	101-898/ds	64,00	— Platine und Software																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
<b>Centronics-Umschalter</b>	101-901/ds	64,00	— Entwicklungsumgebung																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
<b>Osziflux</b> PC-Speicherzilloskop			— PC-Diskette inkl. Handbuch																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
— Rechnerplatine			<b>MOPSlight</b> Miniboard f. 68 HC 11																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
— A/D Wandlerplatine (2 Platinen)			— Platine und Software																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
— Netzteilplatine			— Entwicklungsumgebung																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
— EPROM			— PC-Diskette inkl. Handbuch																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
— Betriebssoftware			<b>MOPS</b> Einplatinenrechner mit 68 HC 11																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
— für den PC, Mac oder Atari	102-933	250,00	— Platine	031-874 M	100,00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
— A/D Wandlerplatine	102-934	64,00	— Platine und Software																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
<b>GAL-Brenner</b>			— Entwicklungsumgebung																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
— GAL Brenner Platine			— PC-Diskette inkl. Handbuch																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
— GALEO-Software	112-937	84,00	<b>Tor zur Welt</b> Interface Board f. TMP96C141																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
<b>SendFax-Modem</b>			— Platine	031-874 M	100,00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
— Platine	071-891/ds	64,00	— Platine	052-919/ds	138,00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
— EPROM		25,00	— Emulator-Platine	062-921	16,00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
<b>Messolio</b> Portfolioerweiterungen			— 535-Design 80535-Entwicklerboard	121-905	44,00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
— Speichererweiterung	082-929	49,00	<b>BasicControl</b> 8052 EPC-Platine inkl. GAL	032-914	73,00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
— X/T Slot Platine	082-930	64,00	<b>Halbe Portion</b> EPC mit 68008 inkl. GAL	042-916/ds	89,50																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
<b>Multi Port</b> PC-Multifunktionskarte			<b>Z-Machine</b> EPC mit Z280																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
— Multi Port Platine inkl. GAL	092-932	109,00	— Platine, Mach110, Monitor	023-952	248,00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
— Unisic-Software, Diskette 3,5"	S092-932M	35,00	— Platine	031-874 M	100,00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
<b>Boundary Scan</b>			— Source auf 3,5"-Disk. (PC), Handbuch	033-969	48,00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
— Testplatine + Software	122-939	40,00	— 51er-Kombi inkl. GAL	053-972	82,00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
<b>DCF-77 SMD</b> Mini-DCF-Empfänger	023-951	25,00	<b>Tor zur Welt</b> Interface Board f. TMP96C141																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
<b>IEEE-Busmonitor</b> inkl. Software	033-965	48,00	— Platine	031-874 M	100,00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
<b>Wandel-Board</b>			— Platine	052-919/ds	138,00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
— A/D-D/A-Karte inkl. GALs u. EPROM u. Software	033-968	98,00	— Bitbus Master-EPROM	062-921	16,00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
<b>Wellenreiter</b>			— Bitbus Slave-EPROM	083-988	98,00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
— Hauptplatine, 6 Filterplatinen, PC-Karte, DSP-EPROM, Controller-EPROM			— IF-Modul Platine RS-485	083-989/qs	35,00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
— Anwendersoftware	023-970	398,00	— IF-Modul Platine RS-232/Stromschleife	083-990	25,00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
<b>InterBus-Schafffuß</b>			— PIF-Modul Platine, seriell	083-991/qs	35,00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
— PC-Karte, GAL, SuPI, Treibersoftware	043-971	395,00	— PIF-Modul Platine, parallel	083-992/qs	35,00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
<b>Fuzzynized</b> Fuzzy-Entwicklungsysteem			<b>Regulus</b>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
— incl. PALs, NLX230, Handbuch, Entwickler-Software (3,5")	053-973	268,00	— Miniproz.-Controllerplatine Win Reg.-Simulationsprogramm Betriebssprogramm-EPROM	083-986/qs	198,00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
<b>A/D-Wandler-Labor</b>			<b>TASK 51</b> Multitasking f. 8051																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
— Platine für ADS 7804/05	093-997/qs	69,00	— Source auf 3,5"-Disk. (PC), Handbuch	033-969	48,00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
— Platine für ADS 7806/07	093-984/qs	69,00	— 51er-Kombi inkl. GAL	053-972	82,00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
— Platine für ADS 7810/19	113-1000/qs	69,00	<b>Tor zur Welt</b> Interface Board f. TMP96C141																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
— Serielle Controllerplatine inkl. EPROM	093-998/qs	69,00	— Platine	031-874 M	100,00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
— PC-IO-Karte	093-985/qs	39,00	— Bitbus Master-EPROM	062-921	16,00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
— Parallele FIFO-RAM-Karte	113-1001/qs	69,00	— Bitbus Slave-EPROM	083-988	98,00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
<b>Schnittschnelle</b> Multiprotokoll-PC-Karte			— IF-Modul Platine RS-485	083-989/qs	35,00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
— Platine inkl. Monitor-EPROM, GALs und Handbuch	093-995/qs	398,00	— PIF-Modul Platine, seriell	083-991/qs	35,00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
— Bitbus-Master-EPROM	S093-995	198,00	— PIF-Modul Platine, parallel	083-992/qs	35,00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
<b>8 x 12 Bit A/D-Wandler</b> im Steckergehäuse	103-999/qs	35,00	<b>PIC-Programmer</b>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
<b>PC-CAN</b>			— Platine	014-1005/qs	98,00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
— Platine, Monitor-EPROM			— Betriebssoftware EPROM Betriebssoftware PC-Diskette																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
— 2 GALs, Treibersoftware	123-1006	228,00	<b>Kat-Co 68 332</b>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
<b>PC-LA, PC-Logikanalyzator</b>			— Platine, EPROM-Satz																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
— Platine, GAL-Satz			— PC-Terminallprogramm																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
— LCA, Montageblech			— Handbuch	034-1009	272,00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
— Windows-Software	034-1010	448,00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
— Vorverstärkerplatine	034-1011	29,00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									

## Audio-Projekte

Röhren-Endstufe mit EL84					
— Endstufe		032-912	46,00		
— Netzteil		032-913	43,00		
<b>SP/DIF-Konverter</b> TTL/LWL-Umsetzer		101-900	7,50		
<b>Beigerdmetz</b>		080-842	35,00		
<b>µPA</b>		011-867/qs	14,00		
<b>MOSFET-Monoblock</b>		070-838	25,50		
<b>Mepeq</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/qs	54,00		
<b>Browne Ware</b> 18 Bit Audio-D/A-Wandler		042-915/qs	64,00		

Platine	Best.-Nr.	Preis DM
<b>Atari-Projekte</b>		
ST-Uhr	041-875	14,50
— GAL		19,00
Lüfterregelung	89 101 36B	9,00
Aufmacher II A/D-D/A am ROM-Port	081-892	52,00
Hercules-Interface serieller CRT-Controller	081-893	64,00
— EPROM	S081-893	25,00
Contronics-Umschalter	101-901/ds	64,00
Oszillograph PC-Speicherzilloskop		
— Rechnerplatine		
— A/D-Wandlerplatine (2 Platinen)		
— Netzeilplatine		
— EPROM		
— Betriebssoftware für den PC, Mac oder Atari	102-933	250,00
— A/D Wandlerplatine	102-934	64,00
SendFax-Modem		
— Platine	071-891/ds	64,00
— EPROM		25,00
Atari ST-Hameg-Interface		
— Interface	101-899/ds	38,00
— Steuersoftware	S101-899A	30,00
19-Zoll-Atari		
— Platine 1-3 und Backplane + Diskette	062-920/M	392,00
— Speicher Platine	062-925/M	98,00
— TOS Platine	062-926/M	98,00
— Backplane Platine	062-927/M	98,00
— CPU Platine	062-928/M	98,00
— GAL-Satz (5 Stück) ohne MEM GAL	S062-920/1	52,00
— MEM-GAL	S062-920/2	15,00
— SCSI-Adapter inkl. 3 GALs, 1EPROM und Software	033-966/ds	179,00
ST-MessLab		
— Platinensatz + Software + GAL	023-941	568,00
— SCSI-EPROM einzeln	S033-966	49,00
— Einzelplatinen auf Anfrage		
<b>Sonstige Projekte</b>		
PLL-Frequenz-Synthesizer	090-849	32,00
Modu-Step Bi/Unipolare Schrittmotortreiber		
— Uni Step	062-922	45,00
— Bi Step	062-923	45,00
— NT Step	062-924	45,00
Drive Servotreiber	102-936	45,00
9-Bit-Funktionsgenerator		
— Frontplatine, Hauptplatine, 1 GAL, 3 EPROMs	032-910	160,00
LowOhrn	011-868/ds	32,00
LF-Empfänger Längswellenempfänger	042-917/ds	64,00
V-24-Treiber optoentkoppelt	013-940	25,00
Herf(z)filtern Bildfrequenzmeßgerät, 2 Pl.	063-976	64,00
Voll Dampf Hygrometer	093-996	69,00
SerMon Monitor für RS-232		
— Platinensatz inkl. EPROM	073/983/oB	150,00
— Pegeleiter-Platine einzeln	073/982/oB	25,00
Opto-Schnitte RS-232/LWL-Wandler		
— Platine 10-m-Adapter	063/977	38,00
— Platine 50-m-Adapter	063/978	38,00
— Platine Repeater	063/979	42,00
Stellvertreter Konverter RS-232/IEEE-488		
— Platine, Firmware-EPROM	024-1005/ds/E	89,00

**GTU® LaserTechnik GmbH**

Seit 1.1.94 Für unsere östlichen Nachbarn: GTU LaserTechnik d.o.o.

SLO-62000 Maribor Mejna 63 Tel. (00386) 62-32256

Showlaser im ProfiLine Gehäuse, Erzeugung von vorprogrammierten Mustern

Triggerung intern, extern, min. 35 mW Laser zum Superpreis nur DM 2800,-

Für Holographie Freunde:

40 mW, 500:1 polarisiert, Strahldurchmesser 1,4 mm DM 4788,-

25 mW, wie oben mit Ethanol DM 6250,-

CO<sub>2</sub>-Laserrohre ab 2 Watt für Laserbeschriftung, Textilbearbeitung, z.B. DM 1334,-

QJC-250, 2 Watt DM 610,- QJC-600, 15 Watt DM 989,-

CO<sub>2</sub>-Netzteil für Rohre bis 20 Watt, einstellbarer Strom DM 730,-

YAG-Stäbe fertig verspiegelt, 0,7% dot. Spiegel 35% / 99,6% DM 1515,-

D 4 x L 50 mm DM 593,- D 6,3 x L 65 mm DM 13,50

Rubin Stäbe verspiegelt, Spiegel 50% / 99% DM 13,50

D 4 x L 50 mm DM 1299,- D 5 x L 65 mm DM 13,50

Laserspiegel, breitbändig beschichtet, 94% Reflexion, z.B.: 10 x 10 x 1 mm DM 9,70 25 x 25 x 1 mm DM 13,50

Sie hätten gerne unseren Katalog? Mit DM 5,- sind Sie dabei. Bitte Einsendung von Briefmarken, etc. oder besuchen Sie uns doch einmal.

Bitte melden Sie sich vorher telefonisch an, damit wir Zeit für Sie haben.

GTU LaserTechnik 76534 Baden-Baden Tel. 07223/58915  
GmbH Im Lindenbosch 37 Fax 07223/58916

## Gebrauchte Meßgeräte von HEWLETT PACKARD zu SUPERPREISEN



3580A Spectrum Analyzer 5 Hz-50 kHz DM 3 900,-

3582A Spectrum Analyzer 0,02 Hz-25,5 kHz DM 9 900,-

3585A Spectrum Analyzer 20 Hz-40 MHz DM 14 900,-

8569B Spectrum Analyzer 10 MHz-22 GHz DM 19 900,-

8590A Spectrum Analyzer 10 kHz-1,8 GHz DM 14 900,-



8654A Signal Generator AM/FM 10 MHz-520 MHz DM 1 850,-

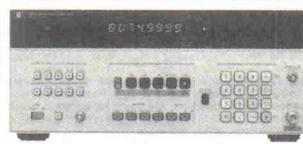
8656A Signal Generator AM/FM 0,1 MHz-990 MHz DM 5 750,-

8683D Signal Generator 2 GHz-13 GHz DM 18 900,-

8620C Sweeper mit Plug-In 2 GHz-18,6 GHz DM 6 600,-

8082A Pulse Generator 250 MHz DM 4 900,-

3325A Synthesizer/Funktion Generator 1 μHz-21 MHz DM 3 900,-



8757C Network Analyzer 10 MHz-40 GHz DM 19 900,-

8901A Modulation Analyzer 150 kHz-1300 MHz DM 8 900,-



435A Power Meter mit Sensor 100 mW, 10 MHz-18 GHz DM 1 900,-

436A Power Meter mit Sensor 100 mW, 10 MHz-18 GHz DM 2 900,-

437B Power Meter mit Sensor 3 W, 10 MHz-18 GHz DM 3 900,-



3406A Sampling Voltmeter 10 kHz-1,2 MHz DM 1 190,-

3455A Digital Voltmeter 6 1/2 stellig HP-IB DM 1 598,-

3456A Digital Voltmeter 6 1/2 stellig HP-IB DM 2 900,-

5345A Universal Counter 500 MHz, HP-IB DM 3 900,-

5370A Universal Time Interval Counter 100 MHz DM 3 900,-

Alle Preise inkl. 15 % MwSt. – Alle Geräte sofort ab Lager lieferbar! Weitere Angebote finden Sie in unserem Katalog 1994, den wir Ihnen gegen DM 5,- in Briefmarken gerne zusenden.

## HTB ELEKTRONIK

Alter Apeler Weg 5  
27619 Schiffdorf  
Tel. 0 47 06/70 44 · Fax. 70 49

**albs ALPS**

**albs ALPS**

Deutsche High-End-Technologie mit japanischer Spitzentechnik.

Qualitätsprodukte von internationalem Niveau!

Die ALPS-Produktlinie: High-Grade-Drehpotentiometer, Schiebepot., Motorpoti und -fader, Studiofader, Drehschalter, Encoder, Tastenschalter, TACT-Switch, grafische u. alphanumerische LCD-Displays ... von einem der weltgrößten Hersteller elektromechanischer Bauelemente.

Wir führen eine repräsentative Auswahl am Lager für Industrie, Labor, Handel und Endverbraucher. Kundenspezifische Anfertigung für Großabnehmer. ALPS Info anfordern!

Die albs-Produktlinie: Das Ergebnis von über 12 Jahren Erfahrung in Entwicklung und Fertigung von hochwertigen Audio-Komponenten.

### NEU UND EXKLUSIV

• ULTRA HIGH PRECISION AUDIO D/A-CONVERTER •  
„Designed vom Wandlerspezialisten BURR-BROWN“ – von albs zur Serienreife entwickelt und unter Verwendung der z. Zt. hochwertigsten elektronischen Bauelemente hergestellt – und exklusiv im Vertrieb.

• Die neue DC-gekoppelte Modulreihe DAC-MOS-II und QUAD-600 von 120 W bis 600 W sin, sogar an 1 Ohm! • PAM-7/PAM-12, die neuen DC-gekoppelten sym/unsym Vorverstärker • RAM-4 BB, der noch verbesserte RIAA-Entzerrervorverstärker • UWE-10/UWE-25, die frei programmierbaren aktiven sym/unsym Frequenzweichen • SUB-25, die aktive sym/unsym Subwooferweiche • Spezialnetzteile von 40000 μF bis 440000 μF und Einzelleikos bis 70000 μF oder mehr lieferbar • Vergossene, magn. geschirmte Ringkerntrafos von 50 bis 1200 VA • Fernbedienungs-Set mit ALPS-Motorpoti zum Nachrüsten oder zur allgemeinen Anwendung • Gehäuse aus Stahl und Alu – für High-End und prof. Studio- und PA-Einsatz • Alle Module auch in BURR-BROWN-Spezialausführung mit T099-Metall-ICs • Fertigeräte nach Ihren Angaben mit unseren Teilen • Modifikationen • Persönl. Beratung • Industriespezifikationen für Sonderanwendungen möglich • Sehr ausführliche Informationen erhalten Sie gegen DM 20,- in Form von Briefmarken, Postüberweisung oder in bar (Gutschrift DM 60,-). Änderungen vorbehalten. Warenlieferung nur gegen Nachnahme oder Vorauskasse.

Wir sind autorisierter Händler für den Vertrieb von ALPS-Produkten in Deutschland. Anwender- und Händleranfragen erwünscht.

albs-Altronic · B. Schmidt · Max-Eyth-Straße 1  
75443 Ötisheim · Tel. 070 41/27 47 · Fax 070 41/8 3850

**MÜTER**

**Degausser**  
macht farbige  
Bildröhren  
CBE DM 126,-

**Allergiker-Hilfe**  
gegen Rauch,  
Pollen, Hausstaub  
ION 2 DM 157,-

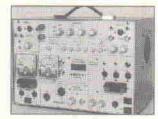
Fertigfertig  
Altegeräte  
NEU  
Kontur-Silhouette

**VDE - Kombi - Tester**  
für Elektro, TV, Audio,  
Computer; VDE 0701,  
Teile 1 bis 240;  
SP 701 DM 555,-



**Regenerier-Computer**  
Die NEUEN von Müter  
machen verbrauchte  
Bildröhren hell wie  
neu; auch alle Problem-  
Röhren, wenn alte oder  
andere Geräte versagen.

**Audio-Meßplatz**  
ersetzt 16 Geräte;  
leichte Bedienung;  
Buchsen jeder Norm;  
müßt wirklich alles;  
AT 2 DM 1263,-



**Regel-Trenn-Trafos**  
1100 VA o. 650VA, 270V,  
RTT 2 803,-  
RTT 3 677,-

**Testbildsender**  
VHF, UHF, S-Kanäle, 7 Bilder,  
RGB, Scart, Kreis  
CSG 5 1103,-

**Neu! Trenn-Trafo**  
TT 500 DM 447,50

**Infos kostenlos**  
**Ulrich Müter GmbH & Co. KG**  
Krikeddilweg 38, 45739 Dier-Erkenschwick  
Tel. (02368) 2053, Fax 57017

## Win74

**Die 74er-IC Datenbank  
unter Windows**

- Über 1100 ICs
- alle wichtigen Parameter
- alle 74er Familien
- Gehäusezeichnungen
- IEC-Schaltbilder
- Preisindex
- Hersteller / Lieferanten
- Fachlexikon

**nur DM 38,-**  
zzgl. Porto + Verpackung

**ibb**  
struckkoppel 3  
24226 heikendorf  
tel/fax 0431 24667

## 16C5x Simulator

Wirklichkeitsnahe Simulation der µC-Typen  
16C54 - 16C57 von Microchip auf dem PC.

- sichere, bequeme Mausbefehlungen
- alle CPU-Zustände auf einen Blick
- "Anschluß" div. Signalgeneratoren
- wechseln der I/O-Pegel im GO-Modus
- 31 Funktionen, Beispielprogramme

incl. Assembler nur **DM 126,50**

+ Versand: NN DM 11,00; Vork. DM 4,00  
16C5x-Programmiergerät nur DM 199,-

>>Upgrade: Originaldiskette und DM 10,-

Außerdem Z80-EMULATOR nur DM 649,-

**INGENIEURBÜRO  
LEHMANN**  
Fürstenbergstr. 8a, 77756 Hausach,  
Telefon und Fax (07831) 452

## OSZIFACE

externes digitales Speicherzoskilloskop für PC

- Integrationsanalyse für 8 Signale pro AD-Karte
- 2mV/div - 25V/div Eingangsempfindlichkeit bei 1MΩ, 7pF
- besondere Triggerstellungen wie Pre-Trigger, Filter etc.
- alle von Standardzoskilloskopen bekannte Funktionen wie z.B. ext. Trigger, ext. Scale, Offset, Single Shot, Langzeitmessung, umfangreiche Meßfunktionen: X- und Y-Zoom, Drucken usw.

**MULTIFACE:** Steuern und Messen mit PC

- 12-Digitalausgänge, 4 davon zur Direktsteuerung von Relais
- 8 Digitaleingänge, für Steuerzwecke beliebig verknüpfbar
- 2 Analogausgänge (12 Bit ± 10V, 200mA, geschützt)
- Timer / Frequenzgenerator mit 100Hz bis 10MHz Betrieb
- Analogausgänge (12 Bit, 7pF) u. mit dem Multimeter, Voltmeter (x4-Darstellung), Differenzialbildung, Grenzwertgeber, umfangreiche Frequenz- & Zeiterfassung, z.B. Laufzeit, Phase
- beiden gemeinsam:
  - PC-Anschluß über galvanisch getrennte Schnittstelle
  - interner modularer Aufbau (leicht, auch gemischt, erweiterbar)
  - umfangreiche, leicht bedienbare Software
  - komfortable Bedienung sämtlicher Funktionen über Rechner
  - durch gelegte Abmessungen in jede Anwendung integrierbar
  - mobiler Einsatz mit separatem AkkuPack möglich

Preise: OSZIFACE-Kanal kompl. inkl. Software 1200,- DM  
MULTIFACE 1 Karte kompl. inkl. Software 1200,- DM  
jedas weitere OSZIFACE-Kanal oder  
jede weitere MULTIFACE-Karte 600,- DM  
Teilbausatz (OSZIFACE) 440,- DM  
Porto und Verpackung (bei Vorkasse) 9,- DM

Infos und Bestellung bei den Entwicklern:

**Ing. Büro Pohl**  
Tel./Fax (030) 6213433  
Okerstraße 36  
12049 Berlin

**FACES**



**GAL  
DEVELOPMENT  
SYSTEM**

**GDS 3.0**

**Die komplette GAL Entwicklungsoberfläche**

- neue, mausgesteuerte SAA-Oberfläche, wahlweise mit deutschen oder englischen Texten.
- Fehlerkorrektor 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, demnächst ispl-PLDs.
- leicht zu erlernen, integriertes Hilfesystem, über 50 Beispieldateien, deutsche Bedienungsanleitung.
- Unterstützung aller Programmiergeräte, z.B. ALE-0x Data I/O, Sprint, Ozone durch JEDEC-Format. Preisgünstiges Programmiergerät verfügbar.
- deutsches Produkt mit Hilfe über Hotline.

**GDS 3.0**

mit Programmiergerät

info, Demo, Preise bitte anfordern.

ab 198,00 DM

498,00 DM

**SH-ELEKTRONIK**  
Marthastr. 8 - 24114 Kiel

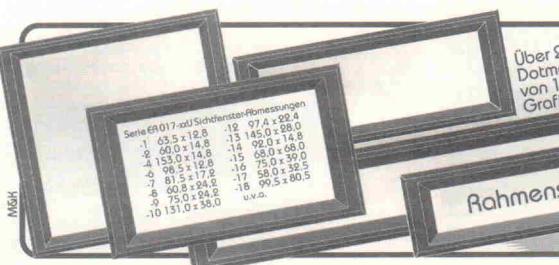
Tel. (0431) 665116 - Fax (0431) 665116

## Laser und Zubehör

Umfangreichen Katalog "Laserworld 94"  
gegen 5,- DM Briefmarken anfordern!

es-Lasersysteme Dirk Baur  
Berggasse 10  
D-72110 Mössingen  
Tel 07473/7142 u. 24445  
Fax 07473/24661

**Lasersysteme**



Über 200 Dotmatrix-Module im Programm,  
von 1 x 8 bis 4 x 40-stellig Alpha.  
Grafik von 70 x 32 bis 640 x 480.

**Rahmenserie EA 017-OC**

Möb

96

## 8051-Emulatoren

**BICEPS51** professionelle Emulatoren "Made in Germany"

- vollständige Emulation in Echtzeit ohne Einschränkungen
- unterstützt großes Spektrum von 8051-Derivaten
- Real-Time-Trace, Hardware-Breakpoint-Memory
- inkl. HLL-Debugging-Software und Crossassembler
- EPROM-Adapter für SMD-Versionen, Mini-Module usw.

neu: Low-Cost-Version **"BICEPS51-compact"**

neu: Banking-Support mit 256k Programm-Emulationspeicher

ab **DM 2900,-**

**BRENDES DATENTECHNIK GmbH** • Stedinger Str. 7 • 26419 Schortens  
Telefon 04423/6631 • Fax: 04423/6685  
• Büro Braunschweig: 0531/506499  
Schweiz: Bernhard Elektronik 06471/6944  
• Österreich: EVK 0316/461664

**MIDI-Bausätze**

Master-  
Keyboards  
MIDI-Out-Nachrüstungen für  
Akkordeons, Orgeln, Tastaturen,  
Baßpedale

MIDI-  
Analog-  
Sequenzer

MIDI-  
Expander • Merger  
Baßpedale • Volumenpedal • Filter

Mischpultautomationen • Interfaces für  
MIDI-to-CV/TTL/Relais/SYNC, CV-to-MIDI

Alle Bausätze auch als Fertigeräte lieferbar  
Ausführliches Infomaterial DM 2,- in Briefmarken:

**DOEPFER**  
**MUSIKELEKTRONIK**  
GMBH

Lenbachstr. 2 D-82166 Gräfelfing  
Tel. (089) 85 55 78 Fax (089) 8 54 16 98

## PC - I/O-Karten

AD-DKarte 12 Bit 16 Kanal	DM 139,-
1x12Bit DA, 1ms, 0,9V, bip., 8-2V, 500nsec, 16x12Bit AD, 60usec, mit 25-Pin Kabel und Software	
AD-DKarte 14 Bit 16 Kanal	DM 329,-
1x14Bit DA, 2usec, 16x14Bit AD, 28usec, up to 2.5/510V, mit 25-Pin Kabel und Software	
Relais VO 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/Testhardware, einstellbar als COM1/2 + 3/4 oder 3/4-5-6 auch als 16Bit Karte bis IRQ-15 oder mit 16550	
PC-Disk 128/384/512/1024/4096K ab	DM 119,-
SRAM/EPROM selbstbootend	

**JÜRGEN  
MERZ**  
COMPUTER & ELECTRONIC

Lieferprogramm kostenlos  
Änderungen und  
Zwischenverkauf vorbehalten:  
Lieferung per UPS-Nachnahme  
- Verhandlungen

49536 Lienen  
Lengericher Str. 21  
Telefon 05483 - 1219  
Fax 05483 - 1570

... machen zu viele PC-Ausgangskarten bei Überlast / Kurzschluss.  
Und dann müssen Sie es tauschen. Anders: diese robuste Karten  
für PCs: Überstromschutz an jedem Ausgang, EMV-Filter und  
Watchdog machen Ihre Anwendung zuverlässig. Alle Ein- und Aus-  
gänge sind optoisoliiert (24 V = Industrie-Standardspannung).

Best.-Nr.	Eingänge	Ausgänge	ohne CPU mit Z80-CPU 8 MHz
EA-6402	32	16	595,-
EA-6403	16	32	595,-
EA-6404	32	32	895,-

Z80-Software für 4 Schrittmotoren, 10 KHz bei lin. Interpolation  
von 4 Achsen, max. 8.000.000 Schritte, einstellbare Rampen,  
Treiber für C und Pascal, 8 zusätzl. Ausgänge 695,-

## PENG

Alle Karten mit SPS-Software  
für PC-Steuerungen. Demo nur  
10 DM. Jetzt gleich bestellen!

Ing. Norman Suchanek  
PF. 104532 40036 Düsseldorf  
Tel. / Fax 0211 - 733 62 26

## Modulboxen aus ABS oder ABS-Flammschutz

für die Elektronik  
mit und ohne Schlitz  
mit erhöhter Wanne  
in verschiedenen Größen  
z. B. (mm Breite/Tiefe/Höhe)

68x57x21  
98x88x22,23,31,41  
130x115x42  
Bitte Unterlagen anfordern.



## STRAPU - Lothar Putzke

Vertrieb von Kunststofferzeugnissen

Hildesheimer Str. 306 H, D 30880 Laatzen, PF-Leitzahl: 30867

Tel. (05102) 4234, Telefax (05102) 4000

Lieferung nur  
an den Fachhandel  
od. Gewerbebetriebe

## Frontrahmen für LCD Dotmatrix-Module

- Kratzfeste, strukturierte Oberfläche
- Snap-in für 1 mm-Scheiben. Scheiben lieferbar in Acryglas
- Klar und antireflex (Glas auf Anfrage)
- alle Standardabmessungen und viele Sondergrößen ab Lager lieferbar.
- Rahmendatenblatt anfordern

**ELECTRONIC  
ASSEMBLY**  
Lochheimer Schloß 17, D-82166 Gräfelfing  
Telefon 089/85419191 - Fax 089/85417121  
Germany

## Gebrauchte Oscilloscope zu Niedrigpreisen



TEKTRONIX  
453  
2 X 50 MHz,  
Doppel-  
zeitbasis  
Nur DM 498,-

## HTB ELEKTRONIK

Alter Apeler Weg 5  
27619 Schiffdorf  
Tel. 04706/7044 · Fax. 7049

### MSR mit CAN

- PCCAN - PC-Karte mit CAN
- HC11 MINI-Modul
- Scheckkartenrechner mit CAN-Schnittstelle DM 265
- WinMon Monitor für CAN-Bus DM 298
- RS232-CAN Signalkonverter RS232 <-> CAN DM 398
- PID-Regler mit Visualisierung DM 598
- PC-IO-Komponenten für den Industrie-einsatz

### Ing.-Büro Sontheim

Mittlere Eicher Str. 49 - 87435 Kempten  
Tel 0831-18230 Fax 0831-22921



## Entwurf - Entwicklung Fertigung anwenderspezifischer Elektronik

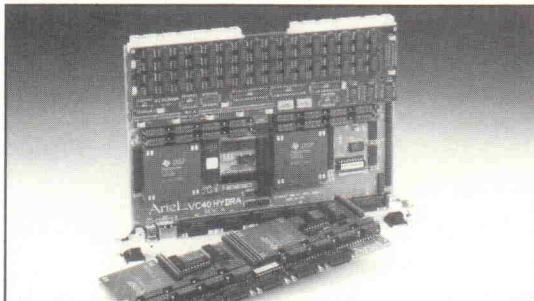
- ASIC-Design analog + digital
- Leiterplatten (SMD)
- Baugruppen
- Hybridschaltkreise
- Sensorsysteme
- Prozeßüberwachung



Gesellschaft für Mikroelektronik-  
anwendung Chemnitz mbH

Tel.:  
Matthesstraße 53 (0371)9119104  
D-09113 Chemnitz Fax: 9119272

Wir stellen aus zur  
Hannover Messe Industrie  
Halle 13, Stand F 32



Hydra I  
TMS320C40 VME - DSP Board

- 2 to 4 TMS320C40 50 MHz DSP Processors.
- 4 to 64 MByte DRAM or 4 - 16 MByte SRAM ( Shared VME ).
- 256K to 8 MByte Processor SRAM.
- VIC / VAC 32 bit VME master/slave Interface.
- JTAG Port.
- AD-Bus ( I/O Port ).
- RS232 Port via front panel.
- 6 to 12 C40 Comm Links via front panel.
- Low cost version Hydra II.
- VSB-Bus optional.
- Analog - Digital I/O available.
- PC / SUN Development environment.
- 3L Parallel - C .

-----Fordern Sie unseren VME - Katalog an -----

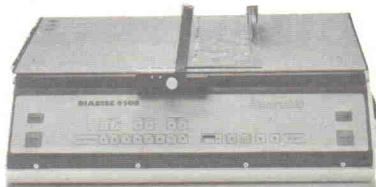


WEZA System Technologie GmbH  
Am-Kielortplatz 122-126  
W 2000 (22850) Norderstedt  
Tel: +49 (040) 524 5044  
Fax: +49 (040) 524 8905

## »GRATFREIE SCHNITTE« FÜR ALLE MATERIALIEN

Industriekreissäge für  
exakte Zuschnitte mit  
hoher Oberflächengüte.

Für GFK-Leiterplatten,  
Alu, Stahl, Messing,  
Keramik, Ferrit, CFK,  
Kunststoffe etc.  
bis 35 mm Stärke.



☎ 08362/7062  
Telefax 08362/7065

**Mutronic®** Präzisionsgerätebau GmbH & Co. KG  
St. Urban-Str. 20 · D-87669 Rieden bei Füssen  
Wir stellen aus: Hannover Messe 20. - 27.04.94 Halle 7, Stand B 38

## TRANSFORMATOREN

Schnittband von SM 42-SM 102, Ringkern von 24 VA-500 VA

Anpassungsstrafe für 100 V System

Sonderausführungen, auch bei Einzelstücken, für Ihr Labor

FLETRA-Transformatoren

Nürnberger Str. 13, 91221 Pommelsbrunn  
Tel. 0 91 54/82 73, Fax 0 91 54/88 03

## µ-BASIC/51-Compiler - Assembler/51 MIDI/RS232 - 80C535 -

### 51-er Mikro-Controller-Entwicklungs-Systeme

µ-BASIC/51-Compiler Assembler/51-Paket Hardware (Bausatz)

<b>1</b>	Strukturiertes BASIC • 32-Bit Fließkomma- Arithmetik • Komfortable Stringfunktionen • Für alle 51-er Mikrocontroller ge- eignet • Zellennummernfrei Dynamische Speicher-Ver- waltung • Small & Large Memory-Modelle • Trigon. Funktionen • Symbolisch linkbarer Code • Interrupts... Deutsches Handbuch	<b>2</b>	Makroassembler • Symbolischer Linker • Komfortabler Source-Level-Debugger • RS232/MIDI Kommuni- kationsbibliothek bis 115kBaud • Shell mit Projektmanager • Viele Demos: 2-Schrittmotor- Steuerung, LCD-Display, Sprach-Synthesizer... Deutsches Handbuch	<b>3</b>	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 Voll, 30mA • 40 I/O Ports • Eigenes Betriebssystem als Sourcecode • Inkl. aller el. & mech. Bauteile, EPROM fertig gebrannt
----------	--	----------	--	----------	--

### Kostenlose Info anfordern!

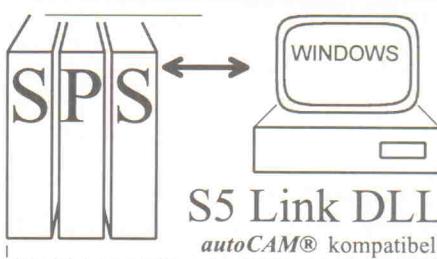
Telefonzeiten: Mittwochs: 9h-11h, 15h-18.30h  
Montags & Freitags: 9h-11h, 13h-15h  
Tel 0721 / 9 88 49-0 Fax / 88 68 07

WICKENHÄUSER ELEKTROTECHNIK  
Dipl.-Ing. Jürgen Wickenhäuser  
Rastatter Str. 144, D-76199 Karlsruhe

Preisbeispiele:  
Komplettes Assembler-  
Entwicklungs-System,  
Software für PC  
oder ATARI, inkl.  
Hardware:  
**2** = 228.-  
**3** = 357.-

Versand NN 8,50, Vorkasse (Scheck) 5.- Lieferungen ins Ausland und  
Lieferungen auf Rechnung (nur öffentl. Einrichtungen und Großfirmen:  
Preisaufschlag 3% und 3% Skonto / 10 Tage) auf Anfrage.

• AKTUELL	• AKTUELL	• AKTUELL	• AKTUELL
19" Volleinschubgehäuse	25K135	DM 9,80	500 PA
1 HE DM 52,00	25J50	DM 9,80	MOS-FET 298,00
2 HE DM 64,00	ECC 83	DM 8,90	Röhrenvorer. 389,00
weiter Gehäuse siehe Liste			
Bauelemente Bausätze siehe Lagerliste bitte anfordern			
Karl-HeinzMüller Elektrotechnische Anlagen			
Wagenfelder Str. 2 Telefon 05773 / 1663 Fax 8455 32351 Stemwede-Openpeweg			



Die DLL für den SIMATIC®  
S5U kompatiblen lesenden  
und schreibenden Zugriff auf  
E,A,M,T,Z und DW über die  
15 polige PG-Buchse und ei-  
ner COM. Viele andere ON-  
Line Funktionen wie System-  
parameter lesen, CPU-  
Kennung usw. sind auch  
gleich dabei. Die DLL binden  
Sie einfach in Pascal, Basic  
oder C Programme ein. ☐

Bestellung: 1x S5\_LINK.DLL für nur DM

**99,-**

zzgl. MwSt & Versand

Absender:

Karstein Datentechnik, Aicha, 92262 Birgland, fax 091 86 704

## ELEKTRONIK-FACHGESCHÄFTE

## Postleitbereich 1

6917024 **CONRAD**  
ELECTRONIC  
**Center**  
Hasenheide 14-15  
10967 Berlin  
030/6917024

Elektronische Bauelemente • HiFi • Computer • Modellbau • Werkzeug • Meßtechnik • Funk • Fachliteratur

## Postleitbereich 2

**balü**  
electronic  
**20095 Hamburg**  
Burchardstraße 6 – Sprinkenhof –  
☎ 040/33 03 96  
**24103 Kiel**  
Schulperbaum 23 – Kontorhaus –  
☎ 0431/67 78 20

291721 **CONRAD**  
ELECTRONIC  
**Center**  
Homburger Str. 127  
22083 Hamburg  
040/291721

Spulen, Quarze, Elektronik-Bauteile, Röhren, Funkgeräte, Kabel, Antennen, Scanner, Telefone

**Andy's Funkladen**  
Admiralstraße 119 · 28215 Bremen  
Fax (0421) 37 27 14 · Tel. (0421) 35 30 60  
Ladenöffnungszeiten: Mo – Fr 8.30 – 12.30, 14.30 – 17.00  
Mittwochs nur vormittags · Sa. 9.30 – 12.30  
Bauteile-Katalog DM 7,50 Amateurfunk-Katalog DM 7,50

**V-E-T Elektronik**  
Elektronikfachgroßhandel  
Mühlenstr. 134, 27753 Delmenhorst  
Tel. 04221/17768  
Fax 04221/17669

\*\*\*\*\*  
Elektronik-Fachgeschäft  
**REICHELT**  
**ELEKTRONIK**  
Kaisersstraße 14  
26122 OLDENDURG  
Telefon (0441) 1 30 68  
Telefax (0441) 1 36 88  
MARKSTRASSE 101 – 103  
26382 WILHELMSHAVEN  
Telefon (04421) 2 63 81  
Telefax (04421) 2 78 88  
\*\*\*\*\*

## Postleitbereich 3

1319811 **CONRAD**  
ELECTRONIC  
**Center**  
Goseriede 10-12  
30159 Hannover  
0511/1319811

Elektronische Bauelemente • HiFi • Computer • Modellbau • Werkzeug • Meßtechnik • Funk • Fachliteratur

## RADIO MENZEL

Elektronik-Bauteile u. Geräte  
30451 Hannover · Limmerstr. 3-5  
Tel. 0511/44 26 07 · Fax 0511/44 36 29

## ELSA - ELEKTRONIK

Elektronische Bauteile und Geräte, Entwicklung, Wartung, Groß- und Einzelhandel, Kunststoffgehäuse für die Elektronik, Lernsysteme  
N. Craemsmeier, Borchener Str. 16, 33098 Paderborn  
FON: 05251-76488 FAX: 05251-76681

## ELEKTRONIK - BAUELEMENTE - MESSGERÄTE - COMPUTER

Berger GmbH  
Hooper Str. 184+186  
33607 Bielefeld  
Tel.: (0521) 32 44 90 (Computer)  
Tel.: (0521) 32 43 33 (Bauteile)  
Telex: 9 38 056 alpha d  
FAX: (0521) 32 04 35

Armin *elektronische Bauteile und Zubehör*

Frankfurter Str. 302 ☎ 06 41/25177  
35398 Giessen

## Postleitbereich 4

## Brunenberg Elektronik KG

Lürruper Str. 170 · 41065 Mönchengladbach  
Telefon 021 61/44 21  
Limitenstr. 19 · 41236 Mönchengladbach  
Telefon 021 66/42 04 06

Asterlager Str. 94a  
47228 Duisburg-Rheinhausen  
Telefon 020 65/6 33 33  
Telefax 0 28 42/4 26 84

Elektronische Bauelemente, Computerzubehör, Bausätze, Lautsprecher, Funkgeräte, Antennen, Fernsehersatzteile

NÜRNBERG-  
ELECTRONIC-  
VERTRIEB

Uerdinger Straße 121 · 47441 M o e r s  
Telefon 0 28 41/3 22 21

238073 **CONRAD**  
ELECTRONIC  
**Center**  
Viehofer Str. 38-52  
45127 Essen  
0201/238073

Qualitäts-Bauteile für den anspruchsvollen Elektroniker  
**Electronic am Wall**  
44137 Dortmund, Hoher Wall 22  
Tel. (0231) 16863

## Postleitbereich 7

2369821 **CONRAD**  
ELECTRONIC  
**Center**  
Eichstraße 9  
70173 Stuttgart  
0711/2369821

Elektronische Bauelemente • HiFi • Computer • Modellbau • Werkzeug • Meßtechnik • Funk • Fachliteratur

**KRAUSS** elektronik  
Turmstr. 20, Tel. 07131/68191  
74072 Heilbronn

## Postleitbereich 8

2904466 **CONRAD**  
ELECTRONIC  
**Center**

Elektronische Bauelemente • HiFi • Computer • Modellbau • Werkzeug • Meßtechnik • Funk • Fachliteratur

**JANTSCH-Electronic**  
87600 Kaufbeuren (Industriegebiet)  
Porschestr. 26, Tel.: 08341/14267  
Electronic-Bauteile zu günstigen Preisen

## Postleitbereich 9

☎ (09 41) 40 05 68  
**Jodlbauer Elektronik**  
Regensburg, Instr. 23  
... immer ein guter Kontakt!

30-111 **CONRAD**  
ELECTRONIC  
**Center**  
Klaus-Conrad-Str. 1  
92240 Hirschau  
096 22/30-111

**Radio - TAUBMANN**  
Vordere Sternsgasse 11 · 90402 Nürnberg  
Ruf (0911) 22 41 87  
Elektronik-Bauteile, Modellbau, Transformatorenbau, Fachbücher

263280 **CONRAD**  
ELECTRONIC  
**Center**  
Leonhardstr. 3  
90443 Nürnberg  
0911/26 32 80

# 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 Laserdrucker die gewünschte Platinenvorlage auf die Folie. Es eignet sich jeder Normalpapierkopierer, der mit Toner arbeitet.

### ● Übertragen

Das auf die Folie kopierte oder gedruckte Layout wird auf die heißegezogene Platine mit einem Gummiroller übertragen. Der Toner schmilzt dabei an und bildet einen lackähnlichen, säurefesten Überzug auf der Kupferoberfläche.

### ● 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 Gummiroller und Ätzmittel.

### CHEMITEC GmbH

Auf der Winneburg 18 · 56814 Ernst Tel. (0 26 71) 16 31 · Fax (0 26 71) 32 84

# Leider vergriffen.

Beiträge und Bauanleitungen aus bereits vergriffenen Ausgaben fotokopieren wir für Sie. Jeder Beitrag, den wir für Sie kopieren – ganz gleich wie lang er ist – kostet DM 5,-. Legen Sie Ihrer Bestellung den Betrag bitte nur in Briefmarken bei.

Verlag Heinz Heise  
Kopierservice  
Postfach 61 04 07  
30604 Hannover

# Entwicklungs-Tools

## Leistungsfähige Werkzeuge zur Programmierung

### Cross-Assembler und Simulatoren

MacroAssembler, Simulator/Debug- EMU I..... 438,00 DM  
ger, Editor, Disass., Terminalprg. etc. 8-Bit-Systeme bis 128 KByte, 70ns  
8051/52-Familie..... 439,00 DM RAM, Centronics, Aluminiumgehäu-  
sze..... 298,00 DM se, e.g. Microcontr., div. Formate,  
65C02..... 298,00 DM inkl. Netzteil, Handbuch, Software,  
8048/49-Familie..... 298,00 DM buch, Quickreferenz  
8080/85..... 298,00 DM Optionen: RS-232, Batt.-puff., RAM  
MacroAssembler, Editor, Disass., EMU II..... 648,00 DM 8748/49-Programmer..... 349,00 DM  
8751-Programmer..... 349,00 DM  
Terminalprogramm..... wie EMU I, 8-/16-Bit-Systeme bis  
68HC05..... 239,00 DM 2 x 128 KByte, Optionen: RS-232  
68HC11..... 239,00 DM Batt.-puff., RAM erweiterbar auf 2 x  
Weitere Prozessoren und Microcon- 4 MBit, Adapter für 40pol. Eproms  
troller auf Anfrage!

INFOs (kostenlos) anfordern!

## Soft- und Hardwareentwicklung

### Jürgen Engelmann & Ursula Schrader

Am Fuhrengasse 2, 29351 Eldingen, Tel. 051 48/2 86, Fax 051 48/8 53

## HIGH - TECH made in BADEN-WÜRTTEMBERG

**MOS FET Leistungsverstärker von 20 - 800 Watt**  
**Aktive Frequenzweichen, Netzteile bis 80.000 µF**  
**Ringkerntransformatoren von 150 - 1200 VA**  
und vielseitiges Zubehör

## Ausstellungs- und Vorführmodule in begrenzter Anzahl!

Alles in gewohnt bester, sorgfältig geprüfter Qualität mit 3-jähriger Vollgarantie!

### Preisnachlaß bis 40%

Gesamtatalog und Sonderpreisliste kostenlos

Qualitätsprodukte mit 3-Jahres-Garantie

**KLEIN**  
ELEKTRONIK GmbH  
75242 Neuhausen-Hamberg  
Tel.: 07234/7783 Fax.: 5205

## Ringkerntransformatoren nach VDE

Deutsches Markenfabrikat aus laufender Fertigung, Industriequalität, kleine Abmessungen, geringes Gewicht, geräuscharm. Lieferung inkl. Festigungssatz.

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



50VA 75x44 mm 43,90 DM
R 5009..... 2x 9V 2x2,8A
R 5012..... 2x12V 2x2,1A
R 5015..... 2x15V 2x1,7A
R 5018..... 2x18V 2x1,4A
R 5024..... 2x24V 2x0,8A

50VA 115x54 mm 43,90 DM
R 5009..... 2x 9V 2x2,8A
R 5012..... 2x12V 2x2,1A
R 5015..... 2x15V 2x1,7A
R 5018..... 2x18V 2x1,4A
R 5024..... 2x24V 2x0,8A

**Ringkerntransformatoren Baureihe „LN“:** Extrem geringes Streuung und extrem geringe Geräuschenwicklung erreicht durch doppelte Tauchprägnierung, spezielle Bewicklung und spezielle 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 40038..... 2x36V 2x5,4A	LN 90048..... 2x48V 2x9,4A
LN 10024..... 2x24V 2x2,1A	LN 20036..... 2x36V 2x2,8A	LN 40042..... 2x42V 2x4,8A	LN 90054..... 2x54V 2x8,3A

**Ringkerntransformator-Sonderservice:** Wir fertigen Ihren ganz speziellen Ringkerntransformator maßgeschneidert. Sonderanfertigungen aller Leistungsklassen erhalten Sie mit Spannungen nach Ihrer Wahl. Preise für Sonderanfertigungen: R 50-R 170 und LN 100 Grundpreis des Serientrertos zuzügl. 20,- DM. Diese Preise enthalten 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,  
Vergußgehäuse weiß, wechselbare  
Feinsicherung, thermischer Über-  
lastschutz, für Dimmer geeignet



### ! Superpreis !

Eingang: 230V, 1,5 m  
Netzkabel mit Stecker  
Ausgang: 11,8 V, 1,5 m  
Anschlußkabel

## Qualitätstransformatoren nach VDE

### Transformator-Sonderservice

Wir fertigen Ihren 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 1,25 = 25 VA.

Bestellbeispiel: 2x21V, 2x5,4A, Rechnung: 21x2,5 + 21x5,4 = 105VA - passender Trafo = Typ 850

Typ 500..... 30,80 DM	Typ 900 190VA..... 34,80 DM	Typ 40 200VA..... 48,90 DM	Typ 50 300VA..... 56,90 DM	Typ 60 400VA..... 62,50 DM	Typ 1400 900VA..... 84,80 DM	Typ 1500 1300VA..... 117,20 DM	Typ 1600 1900VA..... 161,50 DM	Typ 1700 2400VA..... 172,50 DM	Typ 1800 3000VA..... 235,20 DM	Typ 1900 3500VA..... 325,00 DM	Typ 2000 4000VA..... 396,00 DM
-----------------------	-----------------------------	----------------------------	----------------------------	----------------------------	------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------

Im angegebenen Preis ist eine Eingangsspannung und zwei Ausgangsspannungen enthalten. Weitere Spannungen, Spannungsabgriffe oder eine Schirmwicklung werden mit jeweils 3 DM berechnet.

Alle Typen sind tauchlackprägniert. 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 • Tiefentlastschutz • kurzschlüpf- und verpolungsfest

Betriebsbereiter offener Baustein	Betriebsbereites Gerät im Gehäuse
FA 71F 400VA..... 398,00 DM	FA 71G 400VA..... 510,00 DM
FA 91F 700VA..... 487,00 DM	FA 91G 700VA..... 608,00 DM
FA 101F 1000VA..... 656,00 DM	FA 101G 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% • kurzschlüpf- und verpolungsfest • Tiefentlastschutz • Einschaltautomatik • extrem überlastbar • thermost. gest. Lüfter

UWR 12/ 800 A 12V/ 800 VA..... 1354,- DM
UWR 24/ 800 A 24V/ 800 VA..... 1354,- DM
UWR 12/1200 A 12V/1200 VA..... 1995,- DM
UWR 24/1500 A 24V/1500 VA..... 1995,- DM
UWR 24/2200 A 24V/2200 VA..... 2637,- DM

Bevorzogene Einsatzbereiche:  
Verbraucher mit hoher Anlaufleistung, Mikrowellengeräte, Kühlgeräte, Staubsauger usw.

Weitere Daten in Liste C 10.

### UWS Sinus-Wechselrichter

Modernste MOS-FET-Technik • Frequenz 50 Hz • quarzstabil • Ausgang 220 V ± 2% • kurzschlüpf- und verpolungsfest • Tiefentlastschutz • Einschaltautomatik • hoher Wirkungsgrad • thermost. gest. Lüfter

UWS 12/ 350 A 12V/ 350 VA..... 1315,- DM
UWS 24/ 400 A 24V/ 400 VA..... 1315,- DM
UWS 12/ 650 A 12V/ 650 VA..... 1795,- DM
UWS 24/ 750 A 24V/ 750 VA..... 1795,- DM
UWS 24/ 1500 A 24V/ 1500 VA..... 2692,- DM

Bevorzogene Einsatzbereiche:  
EDV-Anlagen, Videogeräte, Meß- und Prüfgeräte, HiFi-Anlagen, Telefonanlagen, usw.

Weitere Daten in Liste C 10.

### I/U - Automatik-Ladegeräte

I/U Kennlinie • Konstantstromladung mit Ladespannungswachstum • stufenloser Übergang auf Erhaltungsladung • 100%ige Ladung jedes Batterietyps • Ladestromanzeige • 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

Bevorzogene Einsatzbereiche:  
Versorgung von Akkus in Reisemobilen, Solaranlagen, Booten, Bussen, Notstromversorgungen.

## BURMEISTER-ELEKTRONIK

Dipl.-Ing. Ch. Burmeister

Postf. 1236 · 32280 Rödinghausen · 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.

**Logik-Analysator K100 VON GOULD BIOMATI-ON.** Suche User/Service Manual Kopie oder Original. Tel.: 0 60 47/74 14.

**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 08/2818. Info DM 2,-. 

**BasiControl 8052** mit EC-Bus aus ELRAD 3, 4/92, Display-, Mem.card-Interf., EPROM-Emul. usw. ... vom Entwickler: Dipl.-Ing. Michael Schmidt, Tel.: 0 24 1/2 05 22, Fax: 0 24 1/40 89 58. 

**MONACOR-Elektronik Versandkatalog**, incl. Preisliste! Alles von A-Z! 550 Seiten, 2,5 Kilo schwer, über 5000 Artikel! Gegen DM 20,- Schein/Scheck/Briefmarken anfordern bei: Elektroakustik Stade, Bremervörder Str. 5-7, 21682 Stade, Tel.: 0 41 41/8 20 42, Fax: 0 41 41/8 44 32. 

**Lautsprecherbausätze** von Visaton, Mivoc, Audax, Kef, Isophon, Inter Technik, Monacor, Mc Farlow, Multicel und viele andere mehr finden Sie in unserer kostenlosen Versandpreisliste! Sofort anfordern bei: Elektroakustik Stade, Bremervörder Str. 5-7, 21682 Stade, Tel.: 0 41 41/8 20 42, Fax: 0 41 41/8 44 32. 

**A/D-Wandler f. RS 232-Schnittstelle mit 5 1/2 Digit (18 Bit) 8 A/D-Eingänge, 2 I/O Ports Aus. 1200-9600 Baud.** Preis DM 299,- (mit Softw. für PC (inkl. Sourcecode)). Info kostenlos. Tel. 0 41/2 52 55, Fax 0 41/7 54 62, System & Meßtechnik, 24955 Harrislee, Steinkamp 29. 

**A/D-Wandler f. RS 232-Schnittstelle m. 12 Bit 8 A/D-Eingänge, 2 I/O Ports 1x8Bit Ein, 1x8Bit Aus. 1200-9600 Baud.** Preis DM 219,- (mit Testsoftware für PC, Atari ST). Info kostenlos. Tel. 0 41/2 52 55, Fax 0 41/7 54 62, System & Meßtechnik, 24955 Harrislee, Steinkamp 29. 

**Leiterplattenbestückung.** Wir bestücken Ihre Leiterplatten, Groß- und Kleinserien. Bei uns stimmen Leistung, Qualität, Lieferzeit und Preis. Überzeugen Sie sich selbst. - AS-Elektronik Leiterplattentechnik, Römerstr. 12, 71364 Winnenden, Tel. & Fax: 0 71 95/6 60 12. 

**Die sensationelle Erleichterung für Entwicklung und Test. Unsere Multi-I/O-Karte mit Software.** Läuft parallel zu Ihrer Software. (Emulatoren, etc.). Hardwarekompatibel, ab DOS 3.3, kompl. 498 DM. Tel.: 0 40-7 13 86 80, Fax: 7 12 34 48. 

**MOPS = MEGA-Optimaler-Photoplot-Service** Industriequalität ab 9,- DM/dm<sup>2</sup>, Filmstärke: 0,18 mm, Genauigkeit: 0,015 mm, 8-Stunden; DFÜ. Tel. 0 40-7 13 86 89, Fax: 0 40-7 12 34 48. 

**Intel's MCS Basic-52 Handbuch in deutsch.** Autorisierte Originalübersetzung 98,- frei Haus. Alleinvertrieb Udo Kuhn, Arheiliger Str. 78, 64289 Darmstadt, 0 61 51/71 96 46, Fax 0 61 51/71 96 47. 

**Auftragsentwicklung:** Analog u. Digital 80x86, 8031 PIC u.v.a. Udo Kuhn, Industrie-Elektronik, Arheiliger Str. 78, 64289 Darmstadt, 0 61 51/71 96 46. 

**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. 

**Praktikumsplatz 10/94-95 gesucht. Student Automatisierungs- u. Systemtechnik.** R. Bombach, 0 7937 Zeulenroda, Fr.-Engels-Str. 51.

**Platten & Belichtungsvorlagen** maßgeschneidert nach Ihren Vorgaben (ab 9 Pf/qcm). André Füßer, Tel. 0 63 24/46 94 (auch samstags). Info gratis.

**MC 68300 Familie** Motorola-Prozessoren mit hoher Leistung. MC 68 HC16, Motorola 16-Bit Micro Controller. Sieverding, Hard- u. Software, Bräger Str. 29, 49393 Lohne. 0 44 42/7 29 55. 

Für Soft- u. Hardwareentwicklungen mit MC der 51er Familie sind noch freie Kapazitäten vorhanden. Aufträge oder Mitarbeit erwünscht. Tel.: 0 41-8 48 86, Fax: 0 41-8 85 04 54. Oldenburg.

\*\*\*\*\* **LEITERPLATTEN** \*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\* **BESTÜCKUNG & PRÜFUNG** \*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\* **KOMPLETTLÖSUNGEN** \*\*\*\*\*  
Prototypen – Klein- und Mittelserien  
ID-Electronic, Schillerstr. 31 – 90547 Stein  
Tel.: (0 91 11) 6 88 71 32 – Fax: 6 88 71 55. 

**NEBENVERDIENST MIT IHREM FAX! WIE?**  
0 40/36 10 01.

**SPS (Siemens) – PC-Schnittstelle.** 135,- DM + MwSt. (Nachnahme). Tel.: 0 42 1/35 42 58, Fax: 35 17 04. 

**PIC-Programmer** vom Entwickler (Elrad 1/94) Baus. incl. Geh. 253,- DM, gefräss. Gehäuse 25,- DM, Fertiggerät 299,- DM. Lieferung per NN. Alle Preise incl. MwSt. zuzügl. Versand. Ingenieurbüro Yahya. Tel.: 0 24 31-64 44, Fax: 0 24 31-45 95. 

**Verkaufe:** 2 Schröff Euroracks Universal HE2 – 19" Metallgestell, braun, 43 HE (220 x 60 x 60 cm), Zustand 1a. Neupreis: DM 1073 für DM 300 pro Stück. Tel. 0 72 35-17 76, FAX 0 72 35-72 29. 

> > > > > **EAGLE Ver. 2.61** < < < < < Schaltplan – Layout – Autorouter; Originalversion; VB 975,- DM.  (0 30) 4 63 43 23. 

**Solarpanelle 1. Wahl Industrie-Sonderposten** multikristalline Hochleistungszellen mit extrem hoher Leistungsausbeute 8,2 Volt 120 mA Leistung, 15 Einzelzellen fertig aufgebaut und frontseitig geschützt (Kunststoffrahmen) Maße: 155 x 70 x 4 mm (H x B x T) erweiterbar zu größeren Modulen um höhere Leistung zu erzielen. Die Paneele sind zum Laden von NC- oder Bleiakkus und zum Direktbetrieb von Geräten hervorragend geeignet. Stück DM 34,50 / ab 5 Stück DM 29,90. Hauda-Engineering, Brunnenstraße 12, 42929 Wermelskirchen, Tel.: 0 21 96/9 36 12, Fax: 38 42. 

**8051 Simulator** auf PC: Go, Break, SS, fullscreen, Disassembler, 50 DM. 0 71/37 67 18.

**NEU \*\*\*\*\* ISOLATIONS-FRÄSEN \*\*\*\*\* NEU** Bohren, Fräsen, Grav., Plotten ... unter GERBER, EXC, S&M, HPGL, DXF, CNC ... Schrittmotor – Hard + Soft liefert: Tel. 0 91 31-15 55, Fax 37 940.   
**NEU \*\*\*\*\* ISOLATIONS-FRÄSEN \*\*\*\*\* NEU**

**DOLCH LOGIC ANALYZER PALAS 40C50** Bj. 1986 (NP ca. DM 12 000) DM 2 000. **DIGITAL-SPEICHEROSZILLOSKOP TYP HM208** Bj. 1987 (NP DM 4 295) DM 1 000. **ZIEGLER CADDY SYSTEM KPL. MIT B + L PLOTTER A2** (NP DM 22 000) DM 2 200. SI Spectroscopy Instruments GmbH, Tel.: 0 81 05-50 11, Fax: 0 81 05-55 77. 

**PIC 16 C XX IC** ab DM 9,90 auch SMD Assembler + Simulator DM 99; auch Flash Eproms. Hoffmann Elektronik, Spinnereiweg 9, 87700 Memmingen, FAX/TEL: 0 83 31/8 29 44. 

**Störschutz-Trenntrafo** für Werkstatt, Labor und EDV: 5 kVA, 230 und 115 V, dreifach geschirmt, Einschaltstrombegrenzer, Überspannungsbegrenzer, Gehäuse IP20, 400 DM.  0 71 23/14 657. 

**ENTWICKLUNGS-TOOLS** für Mikrocontroller 8051-In-Circuit Emulatoren ab DM 1990; C-Cross-Compiler für alle Controller ab DM 1390; Programmiergeräte für PLDs u. Contr. ab DM 1190. Info bei IBK, Tel. 0 79 35/86 70, Fax: 87 72. 

> **C-CROSS-COMPILER** für PCs "HI-TECH" < Z. B. 68HC11 oder 68HC05 à DM 1000,- Info bei IBK, Tel. 0 79 35/86 70, Fax 87 72. 

**PASCAL für 8031-Controller 169,- DM.** BASIC-Compiler mit Assembler/Editor/8031-Simulator DM 69,- O. Som, PF. 103203, D-45032 Essen. 

**PIC16C5x/PIC16C71/PIC16C84** – Crossassembler DOS/ATARI/AMIGA/UNIX-Version verfügbar Macros, Listing, Crossreferenz ... Eine Version 60,- DM + NN. Jede weitere + 25,- DM. C-Quellcode (Ansi) zusätzlich + 50,- DM. A. Kaiser, Kirchstr. 13, 76887 Böllenborn, email: andreas.kaiser@ka2.maus.de. Telefon 0 63 43/76 95, Telefax 0 63 43/44 94. 

**BASICCOMPILER FÜR 8031-CONTROLLER 69,- DM** mit Assembler, Simulator, Editor, BCD-Arithmetik. Auch 8052 u.ä. D. Som, PF 103203, D-45032 Essen. 

**Superangebote zum Jahresbeginn:** HP8620C Wobbler Mainframe 1200 DM + Einschübe auf Anfrage, HP8350A Wobbler Mainframe 5800 DM + Einschübe auf Anfrage, TEK T12 Spectrum-analyzer Einschub 3900 DM + HP8443A 1500 DM, HP8754A Networkanalyzer 2,6GHZ 7000 DM + HP8756A 6500 DM + EATON 2075 Noise Gain Analyzer 12500 DM + Andere Meßgeräte auf Anfrage. Alle Geräte kalibriert mit Garantie. Fa. Lothar Baier, Blumenstraße 8, 95213 Münchenberg, Tel.: 0 92 51/65 42, Fax: 0 92 51/78 46. 

**8051 Simulator** auf PC: Go, Break, SS, fullscreen, Disassembler, 50 DM. 0 71/37 67 18.

Sammlung der besten PD/Shareware-XT/AT Crossassembler für **68HC11, 8080, 8085, 8096, 6502, Z80, 6800, 6801, 6804, 6805, 6809, 8048, 8051, 8052, 8053** auf 1.44MB-Disk für nur 20 DM in bar/V-Scheck: M. Rueß electronic, Kirchstr. 19, 89291 Holzheim. 

**Geddy-CAD 5.5 und Turbo Router 4.0:** Das beste Shareware-Programmpaket (ab AT286) zum Entwurf von **Schaltplänen und Platinen** erhalten Sie auf 1.44MB-Disk für nur 20 DM in bar/V-Scheck bei: M. Rueß electronic, Kirchstr. 19, 89291 Holzheim. 

Verzinnte Kontaktierhohlnieten L2mm. Typ-I/O/AØ A-0.6/0.8; B-0.8/1.0; C-1.1/1.5, 1000 St=32 DM. Neu: Typ S-0.4-0.6 und D-1.5-1.8 1000=38 DM. VHM-Bohrer 3x38mm: 0.6-1.2 mm. bel.gemischt: 5 St.=24 DM, 10=38 DM. Ossip Groth Elektronik, Möllers Park 3, 22880 Wedel, 0 41 03/8 74 85. 

**RS485 / 20mA Steckkarte ISA-Bus**, COM1/COM2 optional je 16 Byte FIFO, galv. getr., partyleinfähig. Fax: 0 98 42/72 62, Tel.: 0 98 42/17 25. 

**Microcontrollerboard**, mini CON-HC11 von PHYTEC, incl. Entw.-Softw./Handb. 100,- DM. 0 40/27 41 00.

Röhrengeräte und Zubehör, wie HV-Elko, Platinen, EL34-Trafo, Fassungen, Poti. Info 1,- DM Porto. G. Rubel, W.-Eberstein 10, 76461 Muggensturm.

**Elektronik-Hobby-Bauteileliste gratis!** Gleich anfordern! Tel & Fax 0 62 35/9 86 27 von 13.00 h – 18.30 h. Dietmar Sovronja, Portheide 32, 67105 Schifferstadt, kein Ladenverkauf! 

**Elektronik zu teuer?** Wir bringen Ihre Schaltungsideen zu günstigen Konditionen in Einzelstücken oder Kleinserie auf die Leiterplatte. Info unter 0 36 41/63 58 26. PC-Meßtechnik, F. Buchmann, 07745 Jena, Max-Steenbeck-Str. 4. 

S5 und A120/A250 am PC mit Windows-DDE-Serv. Einfach mit jedem DDE-fähigen Programm (z.B. Excel, ...) auf SPS zugreifen. TBB, Sachsenweg 8, 26209 Hatten, Tel. 0 44 82/18 19, Fax 82 15. 

**Leiterplattenentflechtung** zu günstigen Preisen. Projektbetreuung durch Dipl.-Ing. Info und Anfragen bei G. Meisinger, Annenhoefstr. 1, 85354 Freising. Tel./Fax: 0 81 61/4 16 95. 

**Meßstellenumschalter (Scanner)** Keithley-Typ 706 mit IEEE488-Anschluß und zugehörigen Rel. Karten (Typ 7063-10pol HF u. 7056-10pol) ges. 1200,- DM. Tel. 0 91 31/4 45 38.

Suche C-Cross-Compiler für Z80-Code. Tel. 0 96 53/15 60, H. Zierer, Langauer Str. 5, 92693 Eslarn.

**Hard- und Softwareentw.** nach Ihren Wünschen, bevorzugt Controlleranwendungen, von der Idee bis zum fertigen Gerät, Ing.-Büro Lang, Fr.-Fritzsche-Str. 21, 09123 Chemnitz, 0371/25 43 72. 

**Achtung Autobesitzer!** Vollautomatische Marder-Scheuchen mit Einbauenleitung u. Zubehör ab DM 320. Infos unter: Frabe-elektronik, Tel. 0 89/66 00 31-0, Fax: -55. 

**Produkt fertig – Was nun?** Technische Dokumentation, Produktkatalogerstellung, technische Übersetzung Deutsch-Englisch/Englisch-Deutsch, Leiterplattenentflechtung, CAD-Schaltplanerstellung, alles zu günstigen Preisen. **RLS Elektronik, Romersgartenweg 17, 36341 Lauterbach**, Tel. 0 66 41/6 18 97, Fax 6/24 18. 

**TMS320C26** (CA. 40STCK) à 40,- DM; **27C512-200** (CA. 30STCK) à 4,- DM; **57C49-EPROMS 8Kx8/35nSEC** (CA. 80STCK) à 4,- DM. G. Schlotmann, 0 72 31/76 51 26. 

**Achtung Lichttechniker!** Neues Dimmerpack: LiteWORK D 2306 - 6 Kanäle zu je 10A, 2HE, 19" speziell entwickeltes 2stufiges Entstörfilter mit 2 vergossenen Drosseln pro Kanal - Profitechnik zu einem sagenhaften Preis von 999,- (incl. MwSt.). Info anfordern bei: LITEWORK, Steinstraße 1, 32657 Lemgo, 05261/7656, Fax: 72982.

\*\*\* SSL CAD-Service \*\*\* Pen- und Fotoplots, Farbdrucke bis DIN A3 von HPGL, GERBER, .DWG, .DXF etc. in professioneller Qualität incl. Filmmaterial! Layousterstellung, Datenkonvertierung, DTP. Tel. 02421/73740.

**MICROCHIP** PIC 16/17Cxx **MICROCHIP**

PIC 16C54-RC 7,90 DM  
PIC 16C54-JW 49,90 DM

andere Typen / Stückzahlen bitte anfragen  
TOWITOKO  
TEL (089) 6149291 - FAX (089) 6125407

**MICROCHIP** PIC 16/17Cxx **MICROCHIP**

Generalüberh. elektron. Meßgeräte. Liste. Tel. 09545/7523, Fax 5668.

**>> 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 26a, 27755 Delmenhorst, Tel.: 0421/25925 - Händleranfragen erwünscht.

**Nutzen Sie den Kleinanzeigenpart in ELRAD**

## Die Inserenten

ADES, Remscheid .....	92
albs-Alltronic, Ötisheim .....	95
ASIX Technology GmbH, Ettlingen .....	17
Bitzer, Schorndorf .....	6
Brendes, Schortens .....	96
Brenner, Wittibreut .....	41
Bungard, Windeck .....	93
Burmeister, Rödinghausen .....	99
BURR-BROWN, Filderstadt .....	11
CadSoft, Pleiskirchen .....	8
CETRA, Roc, Taipei-Taiwan .....	39
CHEMITEC GmbH, Ernst .....	99
Com Pro, Stuttgart .....	16
Datakamp, Buxtehude .....	6
Doepfer, Gräfelfing .....	96
EKF Elektronik, Hamm .....	9
ELECTRONIC ASSEMBLY, Gräfelfing .....	96
Elektronik Laden, Detmold .....	91
ELV Verlag, Leer .....	2
ELZET 80, Aachen .....	89
Engelmann & Schrader, Eldingen .....	99
es Lasersysteme, Mössingen .....	96
Feger + Co, Traunreut .....	90
Fernschule Bremen, Bremen .....	95
FG Elektronik, Rüdersdorf .....	15

Fletra, Pommelsbrunn .....	97
Friedrich, Eichenzell .....	35
GEMAC, Chemnitz .....	97
Gerth, Berlin .....	35
Gossen-Metrawatt, Nürnberg .....	30, 31
GTI, Berlin .....	77
GTU Laser Technik, Baden-Baden .....	95
Himmeröder, Oer-Erkenschwick .....	92
HOSCHAR, Karlsruhe .....	21
HTB Elektronik, Schiffdorf .....	95, 97
IBB, Heikendorf .....	96
Imc Meßsysteme, Berlin .....	51
isel-automation, Eiterfeld .....	103
Karstein, Birgland .....	97
Klein Elektronik, Neuhausen-Hamberg .....	99
Lehmann, Hausach .....	96
Lippert, Mannheim .....	43
MEC, Alsdorf .....	43
Messcomp, Wasserburg .....	6
Merz, Lienen .....	96
Metec, Müden/Örtze .....	92
Micro Wave Components, Alfter .....	14
Müller, Stemwede-Openwehe .....	97
Müter, Oer-Erkenschwick .....	96
Mutronic, Rieden .....	97

Pohl, Berlin .....	96
POP, Erkrath .....	92
Putzke, Laatzen .....	96
Quancom Electronic, Brühl .....	92
Reichelt, Wilhelmshaven .....	46, 47
Rheinmetall, Unterlüß .....	92
RLS Elektronik, Lauterbach .....	92
RS Components, Mörfelden-Walldorf .....	13
Sensortechnics, Puchheim .....	79, 81
SH-Elektronik, Kiel .....	96
Sontheim, Kempten .....	97
Suchanek, Düsseldorf .....	96
SW Datentechnik, Quickborn .....	92
taskit Rechnertechnik, Berlin .....	6
Texas Instruments, Freising .....	19
Ultimate Technology, NL-Naarden .....	53, 55, 57
WEZA, Norderstedt .....	97
Wickenhäuser, Karlsruhe .....	97
Wilke, Aachen .....	104
XILINX, Aschheim .....	27

Bitte schenken Sie folgender Teilbeilage Ihre Aufmerksamkeit:  
Westfalia Technica, Hagen

## Information + Wissen

HEISE

Verlag Heinz Heise  
GmbH & Co KG  
Helstorfer Straße 7  
30625 Hannover

**ct** magazin für  
computer  
technik

**IT** Multicore  
Multitasking  
Magazin

**ELRAD**  
magazin für elektronik und multimedia

## Impressum

ELRAD

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen  
Helstorfer Str. 7, 30625 Hannover; Postf. 610407, 30604 Hannover  
Telefon: 0511/53 52-400, Fax: 0511/53 52-404  
ELRAD-Mailbox: 0511/53 52-401  
EMail <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)

Leiter Redakteur: Dipl.-Phys. Peter Nonhoff-Arps (pen, -393)

**Redaktion:** Dipl.-Ing. (FH) Ernst Ahlers (ea, -394), Carsten Fabich (cf, -398), Martin Klein (kle, -392), Johannes Knoff-Beyer (kb, -395), Dipl.-Ing. Ulrike Kuhlmann (uk, -391), Peter Röbke-Doerr (roe, -397)

**Ständiger Mitarbeiter:** Dipl.-Ing. Eckart Steffens

**Redaktionsssekretariat:** Lothar Segner (ls, -389), Carmen Steinisch (cs, -400)

**Verlagsbüro München:** Jürgen Fey (Chefkorrespondent)  
Gerd Oskar Bausewein, Borer Straße 36, 80333 München, Telefon: 089/286642-11, Fax: 089/286642-66

**Korrektur und Satz:** Wolfgang Otto (Ltg.), Peter-Michael Böhm, Hella Franke, Martina Fredrich, Birgit Graff, Angela Hilberg, Christiana Slanina, 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 Gehre, Sabine Humm, Dietmar Jokisch

**Fotografie:** Fotodesign Lutz Reinecke, Hannover

**Verlag und Anzeigenverwaltung:**

Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG  
Helstorfer Str. 7, 30625 Hannover  
Telefon: 0511/53 52-0, Fax: 0511/53 52-129

Postgiroamt Hannover, Konto-Nr. 93 05-308 (BLZ 250 100 030)

Kreissparkasse Hannover, Konto-Nr. 000-019968 (BLZ 250 502 99)

Geschäftsführer: Christian Heise

Verlagsleiter Fachbücher/Zeitschriften: Steven P. Steinhaus

Anzeigeneitung: Irmgard Ditgens (-164) (verantwortlich)

Anzeigenverkauf: Werner Wedekind (-121)

Anzeigendisposition: Rita Aasburg (-219)

Anzeigen- Inlandsvertretungen:

Nielsen III a + IV, Verlagsbüro Ilse Weisenstein, Hochwälder Hof 7a, 55624 Rhauden, Tel.: 06544/9642, Fax: 06544/9099

Nielsen III b, Verlagsbüro Bernhard Scharnow, Kruppsstr. 9, 7106 Sindelfingen 7, Tel.: 07131/671701, Fax: 07131/674907

Anzeigen-Auslandsvertretungen:

Taiwan: Heise Publishing Taiwan Rep. Office, 1F/7-1, Lane 149, Lung-Chiang Road, Taipei, Taiwan, Tel.: 0086-2-7187246 und 0086-2-7187247, Fax: 0086-2-7187248

Anzeigenpreise:

Es gilt die Anzeigenpreisliste Nr. 16 vom 1. Januar 1994

Vertriebsleitung: Hans-J. Spitzer (-157)

Herstellungsleitung: Wolfgang Ulber

Sonderdruck-Service: Sabine Schiller (-359)

Druck: C.W. Niemeyer GmbH & Co. KG, Hameln

ELRAD erscheint monatlich.

Einzelpreis DM 7,50 (8S 60,-/sfr 7,50/hfl 10,-/FF 25,-)

Das Jahresabonnement kostet: Inland DM 79,20, Ausland DM 86,40 (Bezugspreis DM 58,20 + Versandkosten DM 28,20); Studentenabonnement/Inland DM 69,- (Bezugspreis DM 51,60 + Versandkosten DM 17,40); Studentenabonnement/Ausland DM 76,80,- (Bezugspreis DM 48,60 + Versandkosten DM 28,20).

Studentenabonnements nur gegen Vorlage der Studienbescheinigung. Luftpost auf Anfrage. Konto für Abo-Zahlungen: Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG, Postgiro Hannover, Kto.-Nr. 401 655-304 (BLZ 250 100 30). Kündigung jederzeit mit Wirkung zur jeweils übernächsten Ausgabe möglich.

**Kundenkonto in Österreich:**

Bank Austria AG Wien, BLZ 12000, Kto.-Nr. 130-129-627/01

Fax: SAZ 0 51 37/87 12

**Kundenkonto in der Schweiz:**

Schweizerischer Bankverein, Zürich, Kto.-Nr. PO-465 060 0

**Versand und Abonnementverwaltung:**

Leserservice ELRAD, Postfach 77 71 12, 30821 Garbsen, Telefon: 051 37/8 78-754

**Lieferung an Handel (auch für Österreich und die Schweiz):**

VPM – Verlagsunion Pabel Moewig KG

D-65040 Wiesbaden, Telefon: 061 21/266-0

Eine Haftung für die Richtigkeit der Veröffentlichungen kann trotz sorgfältiger Prüfung durch die Redaktion vom Herausgeber nicht übernommen werden. Die geltenden gesetzlichen und postalischen Bestimmungen bei Erwerb, Errichtung und Inbetriebnahme von Sende- und Empfangseinrichtungen sind zu beachten.

Die gewerbliche Nutzung, insbesondere der Schaltpläne und gedruckten Schaltungen, ist nur mit schriftlicher Genehmigung des Herausgebers zulässig. Die Zustimmung kann an Bedingungen geknüpft sein.

Honorierte Arbeiten gehen in das Verfügungsberecht des Verlages über. Nachdruck nur mit Genehmigung des Verlages. Mit Übergabe der Manuskripte und Bildern an die Redaktion erteilt der Verfasser dem Verlag das Exklusivrecht zur Veröffentlichung.

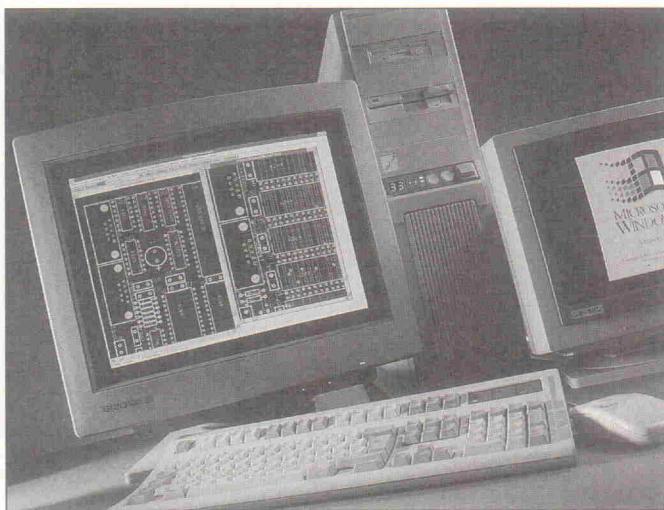
Sämtliche Veröffentlichungen in ELRAD erfolgen ohne Berücksichtigung eines eventuellen Patentschutzes. Warennamen werden ohne Gewährleistung einer freien Verwendung benutzt.

Printed in Germany

© Copyright 1994 by Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG

ISSN 0170-1827

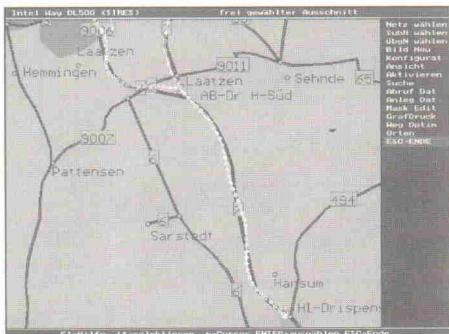




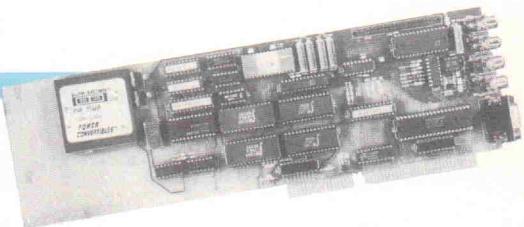
## Test: ECAD-Systeme bis 3000 D-Mark

Die Akzeptanz von rechnergestützten CAD-Systemen in der Elektronik ist im Gegensatz zur Mechanik und Architektur besonders hoch. Wen wundert es da, daß der Markt an Elektronik-Entwicklungssystemen nicht nur besonders groß, sondern auch hart umkämpft ist. Besonders im unteren Preisbereich finden sich reichlich Angebote, will man doch den CAD-Neuling mit günstigen Einstiegsversionen an eine bestimmte Software binden. Im Vergleichstest untersucht ELRAD Leistungsumfang und Bedienungskomfort von Schaltplan- und Layoutprogrammen der Einsteigerklasse.

## GPS-Empfängertechnik



Mit dem Global Positioning System läßt sich nicht nur erstaunlich genau navigieren. Auch der Blick auf die eingesetzte Technik bringt verblüffende Details: Wie kann man beispielsweise den gesamten Modulationsinhalt des Satellitensenders so breit im Rauschen verteilen, daß die Signale darin untergehen – das Sendesignal quasi nicht mehr nachweisbar ist? Der Trick läuft unter den Namen 'Spread-Modulation' und 'PRN-Code'. Im zweiten Teil der GPS-Artikelreihe wird er vollständig aufgeklärt.



## Projekt: PC Analog-Interface

Ein LSB Genauigkeit bei 12 Bit Auflösung und 200 kHz Summenabstrate der 16 Eingangskanäle sowie die Wiedergabe von Analogsignalen in Echtzeit sind nur einige Eckdaten des aktuellen PC-Meßtechnikprojekts, das die ELRAD-Redaktion für die nächste Ausgabe vorbereitet. Umfassende Software-Unterstützung für Anwender und Programmierer rundet das Projekt ab.

## Dies & Das

Im Editorial, ELRAD 2/94, fahndete die Redaktion nach dem Namen des Bundesministers für Forschung und Technologie. Das Berliner Satire-Magazin Eulenspiegel (2/94) weiß nicht nur den Namen, sondern sogar wie er aussieht – und noch mehr ...

## Preview: Windows-Meßpunkt

Meßtechniklieferant Keithley Instruments bietet mit TestPoint eine Software für Datenerfassung und Meßgerätsteuerung per PC an, deren Optik sich auf

Microsoft Windows stützt. Der gerade frisch angekündigten Release 1.1 des Programmpakets schaut ELRAD beim Anwenderstest 'unter die Haube'.

## Markt: Programmierbare Logik

Die Zeiten, in denen man alle FPGA-Hersteller an einer Hand abzählen konnte, sind lange

vorbei. Das spüren auch die großen Hersteller der kleinen Bausteine. Marktführer Xilinx und Firmen mit A wie Actel, Altera oder AMD müssen sich anstrengen, um ihre Position zu behaupten. Zwar sind etliche Anbieter vom Markt verschwunden, dafür tauchen aber stets neue Namen auf – darunter so bekannte wie Motorola. Wer hier welche Chips anbietet, wo man sie bekommt und was sie leisten, zeigt der Markt im nächsten Heft.

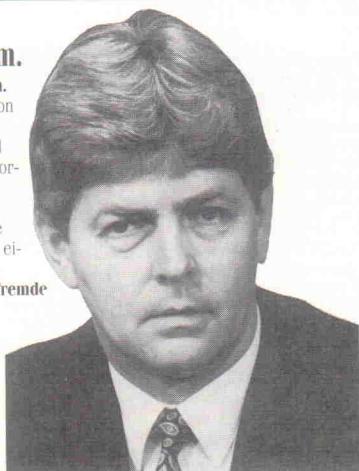


## Ein Phantom geht um.

**Dunkel, rätselhaft, unbegreiflich.**  
Das einzige, was wir Menschen von ihm wissen: Unter dem Namen »Paul Krüger« soll es sich hin und wieder als »Bundesminister für Forschung und Technologie« zeigen. Aber: Niemand hat es je gesehen oder mit ihm gesprochen. Und die Bundesregierung weiß nichts von einem »Paul Krüger«.  
Existiert dieser **geheimnisvolle Fremde** überhaupt?

überhaupt?  
**Ja, es gibt ihn wirklich!**  
**EULENSPIEGEL** druckt exklusiv  
das erste und einzige, **unter unglaublichen Umständen** aufge-  
nommene »Paul-Krüger«-Foto.  
Das ist der Beweis:

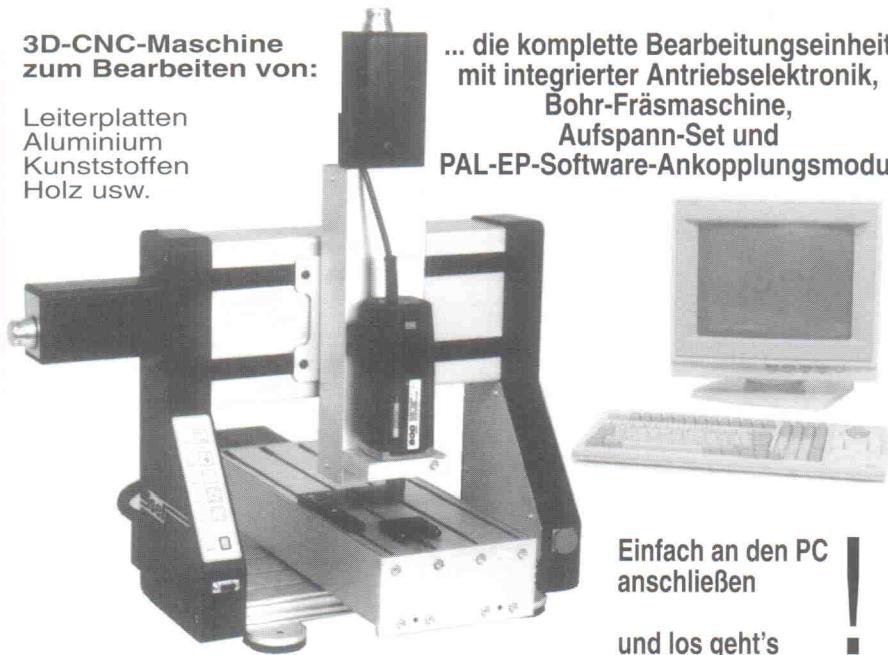
## »Paul Krüger« lebt!



## isel-EP 1090

3D-CNC-Maschine  
zum Bearbeiten von:

Leiterplatten  
Aluminium  
Kunststoffen  
Holz usw.



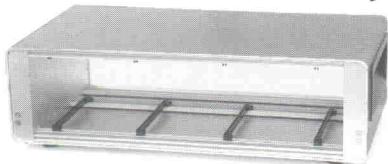
... die komplette Bearbeitungseinheit  
mit integrierter Antriebselektronik,  
Bohr-Fräsmaschine,  
Aufspann-Set und  
PAL-EP-Software-Ankopplungsmodul

Einfach an den PC  
anschließen  
und los geht's !

Fordern Sie ausführliche Unterlagen an!

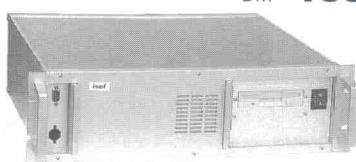
DM 5690,-

isel-Einschub- und Tischgehäuse 3 HE  
40 und 84 TE  
ab DM 28,-



isel-Einbaugehäuse, 3 HE / 84 TE  
für PC mit 200-W-Netzteil  
DM 285,-

isel-Einbau-PC, 3 HE / 84 TE  
mit Standard-PC 386 SX 33 MHz  
DM 1389,-



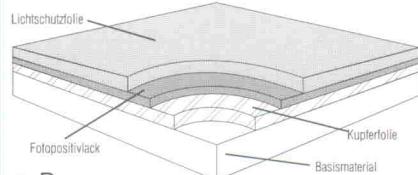
isel-Industrie-PC-Gehäuse DM 1598,-  
mit VGA-Colormonitor 356 mm (14"), Trackballtastatur  
und 200 W Netzteil

isel-Industrie-PC DM 2700,-  
mit VGA-Colormonitor 356 mm (14"), Trackballtastatur  
und Standard-PC 386 SX 33 MHz



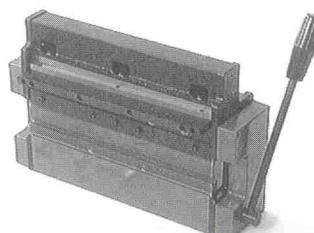
isel-EPROM-UV-Löschergeräte  
ab DM 103,-

## isel-fotopositiv-beschichtetes Basismaterial



z. B.:  
Eurokarte FR 4 einseitig fotobeschichtet  
100x160 mm DM 2,85

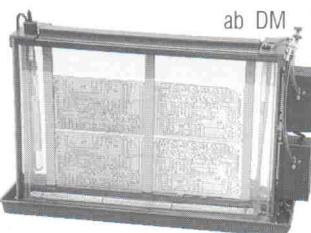
isel-Universal-Bearbeitungsmaschine  
schneiden, biegen, stanzen  
von Blechen bis 3 mm DM 1978,-



isel-UV-Belichtungsgeräte  
ab DM 287,-



isel-Entwicklungs- und Ätzgeräte  
ab DM 190,-



isel-Verzinnungs- und Lötanlagen  
ab DM 521,-



## NEU !

isel-Durchkontaktierungs-Anlage  
für doppelseitige Leiterplatten  
bis max. 200x300 mm DM 980,-  
bestehend aus: Reinigungs- Aktivier- und  
Galvanisierbehälter  
mit Netzteil und Oszillationsvorrichtung



Fordern Sie ausführliche Unterlagen an !

Verlangen Sie unseren Katalog!

iselautomation

Hugo Isert • Im Leibolzgraben 16 • D-36132 Eiterfeld



(06672) 898 0



(06672) 7575



iselautomation

# BASIC Steuer-Computer ab 28,- / 32,-

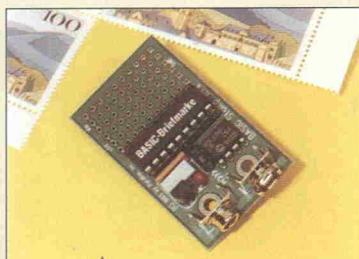
(in DM excl./incl. MwSt. bei 1000 St.)

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 was Sie für intelligente Funktionen, Steuer-, Überwachungs-, Kontroll- und Regel-Aufgaben benötigen. Programmiert wird die BASIC-Briefmarke® in einem sofort beherrschbaren BASIC-Dialekt auf dem PC. Die Entwicklungs-Oberfläche enthält alle Funktionen für schnellste Compilation und Programm-Tests: Screen-Editor, BASIC-Compiler, Fehler-Lokalisor, 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). Compilation und Programm-Übertragung zur BASIC-Briefmarke dauern nur Sekunden. Programme können beliebig oft geändert werden (EEPROM), einfachste Handhabung. BASIC-Briefmarke® gibt es in verschiedenen Ausführungen als fertige 1-Platinen Computer oder als Chips für eigene Layouts (DIL und SMD).



### Die Technik:

RAM-Variablen: 16 Byte, können als Bit-, Byte- oder Word-Variablen eingesetzt werden.  
EEPROM: 256 Byte für Programm und EEPROM-Variablen  
Programm-Länge: ca 80...130 BASIC-Zeilen  
Geschwindigkeit: ca. 2.000 BASIC-Befehle/Sek (10.000/Sek in Hi-Speed), bidirektional über parallelen Drucker-Port  
PC-Schnittstelle: 8 I/O-Pins, verwendbar als: Ein-/Ausgang seriell  
Ein-/Ausgänge: Ein-/Ausgang analog  
Ausgänge: Ein-/Ausgang digital bis 25 mA ohne Treiber  
Stromversorgung 3...15V/2mA (10µA / Sleep).

## BASIC-Briefmarke Presse-Stimmen

Auch in der Presse hat die BASIC-Briefmarke® in kürzester Zeit ein excellentes Echo gefunden:

### ELRAD

Heft 10-93, Seite 81...89

Ausführlicher Bericht mit Beispiel-Applikationen:

... Das Entwicklungs-system zur BASIC-Briefmarke umfaßt alle Komponenten, die für eine rasche und komfortable Entwicklung einer Briefmarken-Applikation erforderlich sind ..."

### CHIP

Heft 2-94, Seite 246-247

Ausführlicher Bericht mit Beispiel-Applikationen:

... Ein neuer Einplatinencomputer macht Furore ..."

### ELEKTOR

Heft 2-94, Seite 34...37

Ausführlicher Bericht mit Beispiel-Applikationen:

... Ein neuer Einplatinencomputer macht Furore ..."

### EDN INNOVATION '93

Nominierung zum Produkt des Jahres 1993 im EDN-Magazin.

### THE COMPUTER APPLICATIONS JOURNAL

Heft 7-93, Seite 62...69

Ausführlicher Bericht "Sprachausgabe System".

... die BASIC-Briefmarke enthält einen sehr nützlichen BA-

SIC-Sprachumfang auf einem Board mit äußerst kleinen Abmessungen. Ein Testprogramm zur Auszeichnung von gesprochenen Mitteilungen auf den ISD Chips konnte sehr schnell programmiert werden ..."

### CIRCUIT CELLAR

Heft 1-93, Seite 10...15

Ausführlicher Bericht "Sprachausgabe System".

... die BASIC-Briefmarke enthält einen sehr nützlichen BA-

SIC-Sprachumfang auf einem Board mit äußerst kleinen Abmessungen. Ein Testprogramm zur Auszeichnung von gesprochenen Mitteilungen auf den ISD Chips konnte sehr schnell programmiert werden ..."

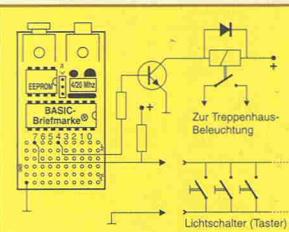
## BASIC-Briefmarken Applikation

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 kurz aus" (ca. 1/2 s). Ebenso gibt der Automat 20 Sek. vor Ablaufen der regulären Einschaltzeit die gleiche Meldung ab. Taste betätigen verlängert dann die Einschaltzeit wieder.

Für die Entwicklung benutzen Sie das BASIC-Briefmarken® Entwicklungs-System (s.u.). Die erforderliche Beschaltung der BASIC-Briefmarke® wird mit



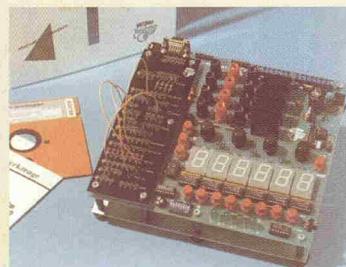
dem Hardware-Toolkit in 1 Minute erledigt. Ein-fach 2 Steck-Kabel verschalten - dann kann es sofort mit der Software losgehen. Im ersten Schritt wird erst mal eine einfachere Variante programmiert: 1 x drücken = 2 Minuten Licht mit Nachtriger-Funktion. Das Programm dazu steht im Handumdrehen und sieht so aus:

```
Name: „TREPENH.BAS“, Stand: 9. Feb. 94
Treppenhauslicht Automat mit Nachtriger (joji)
INPUT 7
OUTPUT 4
w2 = 0
RES: LOW 4
LOOP: IF PIN7=1 THEN L2
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, Licht vor der Haustür etc. lassen sich noch hinzufügen. Der eingangs aufgestellte Funktions-Umfang benötigt ca. 70 BASIC Zeilen. Ein Listing senden wir Ihnen gerne zu.

## 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.



Toolkit-Board: Schaltungen einfach stecken.

- ✓ Entwicklungs-Oberfläche für PC
- ✓ BASIC Cross-Compiler
- ✓ 5 St. Einplatinen-Computer "BASIC-Briefmarke®"
- ✓ Anschlußkabel / deutsches Handbuch
- ✓ Design-Beispiele (Soft- und Hardware)
- ✓ umfangreiches Toolkit (sofort steckbar ohne Lötkolben: Power-Relais, 7-Segment-Displays, Treiber, Tasten, Lautsprecher, V24 / RS-232 und RS-485 Schnittstellen, Potentiometer-Inputs, ...)
- ✓ Jetzt mit Buch: "Schnelle Designs mit BASIC-Briefmarke", Michael Rose, Hüthig-Verlag, 1993, ISBN 3-7785-2264-7.

komplett ..... 1590,- / 1828,-



Jetzt mit  
Buch!

BASIC-Briefmarken® Applikationen (Bausätze mit Platine und Dokumentation):

Intelligentes Treppenhauslicht 29,- / 33,35  
Codeschloß bis 8-Stellen 39,- / 44,85  
LCD-Anzeige 4 x 20, alpha, RS-232 86,- / 98,90  
DC Leistungssteller 12A / 40 V 29,- / 33,35

4-fach Potentiometer, RS-232 Ausg. 29,- / 33,35  
Drehzahlmesser mit RS-232 Ausg. 49,- / 56,35  
IR-Fernbedienung, 4-Kanal (S+E) 86,- / 98,90  
Prüftext-Generator mit RS-232 Ausg. 29,- / 33,35  
Melodie-Generator 39,- / 44,85  
Elektronischer Würfel 29,- / 33,35  
Keyboard-Decodierung, RS-232 Ausg. 29,- / 33,35

## 1-Platinen Computer:

BASIC-Briefmarken® können Sie als Chips in Ihre Layouts integrieren oder als autonome 1-Platinen-Computer sofort einsetzen. Der Typ "A" mit 8 universellen I/Os belegt ganze 4,5 x 1 cm Platinen-Fläche. Die BASIC-Briefmarke® "B" verfügt über 16 Inputs und 16 Outputs sowie RS-232 (6 x 8 cm). Die Typen "CA", "CC" und "CN" arbeiten mit Infrarot-Datenübertragung.

	1..99	100+	1000+
Typ "A":	44,-/50,80	35,-/40,24	28,-/32,20
Typ "B":	66,-/75,90	56,-/64,40	48,-/55,20
Typ "CA":	240,-/276,-	188,-/216,20	149,-/171,35
Typ "CC":	240,-/276,-	188,-/216,20	149,-/171,35
Typ "CN":	240,-/276,-	188,-/216,20	149,-/171,35

Elektronik-Entwicklung, Datentechnik  
Industrie-Automatisierung

**Wilke**  
**Techno**  
**Logy**

Wilke Technology GmbH  
Krefelder Str. 147, D-52070 Aachen  
Telefon: 0241/15 40 71, Telefax: 0241/15 84 75