

# ELRAD

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

H 5345

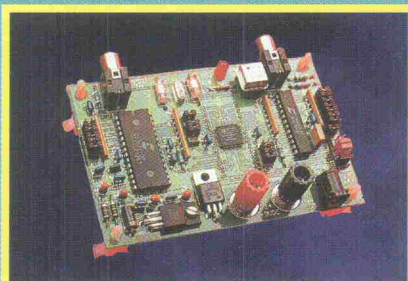
DM 7,50

öS 60,- · sfr 7,50

hfl 10,- · FF 25,-



10/95



Digital-Audio-Projekt:  
Sample Rate Converter

Störer entlarvt

**Logik-ICs unter  
EMV-Gesichtspunkten**

Kleine Schnüffler

**Schaltungstechnik  
elektrochemischer  
Gassensoren**

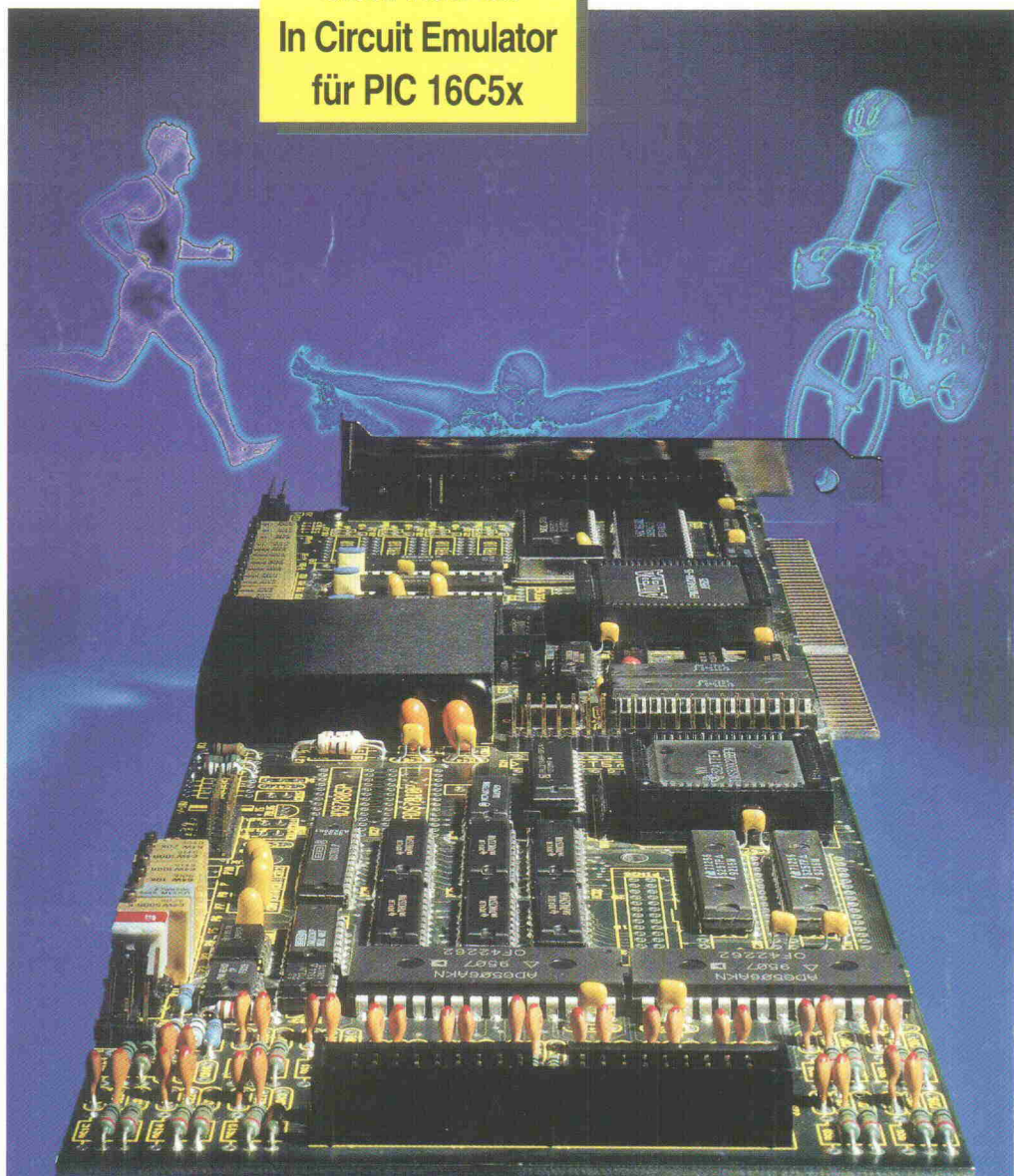
'Analog-PLD'

**Starter-Kit mit  
IMP50E10**

Touch Memories

**Neue Speicher im  
Knopfzellen-Format**

**ClearView 5x  
In Circuit Emulator  
für PIC 16C5x**



**LON-Wettbewerb**

**1. Preis: Flug nach  
San Francisco**

**TRlathlon: Schnelle**

**PC-Multifunktionskarte mit DSP**





# Das Hardlock Softwareschutz-System.

Universell und individuell.

In unserem Sonnensystem sind etwa 1,5 Millionen Hardlocks im Einsatz. Mit einer fast unglaublichen Vielfalt an Formen und Features. Doch alle sind sie knackfest, anreihbar, individuell kombinierbar, immer kompatibel und außerdem schnell und komfortabel zu implementieren.

Sie wollen mehr wissen?  
Oder welches Hardlock das richtige für Ihre Anwendung ist? Das Hardlock-Testpaket anfordern? Kein Problem! Wählen Sie die...

**SYB SYSTEMS 95**  
FAST Security AG  
Halle 5/Stand B16

**FAST**  
FAST Security AG

**FAST-INFO-LINE:**  
**089/ 89 42 21-37**

FAST Security AG, Gabriele-Münter-Straße 1,  
82110 Germering, Tel. 089/89 42 21-0, Fax 089/89 42 21-40



# Der kleine CE-Ratgeber

## Verkaufsförderung mit dem CE-Zeichen

Nach erfolgreicher Durchführung der ISO-9000-Kampagne straft uns der europäische Gedanke mit dem CE-Zeichen. Eine Gesetzgebung noch nicht dagewesenen Ausmaßes – marketingtechnisch gesehen. Aber mit klarem Kopf und ruhigem Blut ist auch diese Herausforderung zu meistern.

Die Hauptfrage, die der Beantwortung harret, ist: 'Muß ich oder muß ich nicht?', obwohl vielerlei Gründe für die Frage: 'Darf ich oder darf ich nicht?' sprechen. Wenig beachtet ist nach meinem Dafürhalten: 'Kann ich oder kann ich nicht?', nämlich das 'Vielbegehrte' überhaupt in normgerechter Form neben alle anderen normgerechten Siegel und Zertifikate anbringen. Habe ich den Platz? Wenn nein, von welchem 'Aufpepper' darf ich mich trennen?

Zugegeben, die letzte Frage ist fraglos keine Frage, weil sie CE-marketingtechnisch absoluten Vorrang hat. Wozu ist der CE-Fiffi denn sonst nütze?

Und schon sind wir bei der nächsten Frage. 'Wie komme ich zu dem Button?' Wer eine Hausdruckerei sein Eigen nennen kann, ist fein raus. Der läßt sie in ausreichender Stückzahl dort anfertigen. Andernfalls benötigt man einen Provider. Mein Tip: rechtzeitig und auf Vorrat bestellen, nach

Verlautbarung des Bundesverbandes der CE-Zeichenhersteller spricht man schon heute von sporadischen Lieferengpässen.

Die Fragen stellen sich wie von selbst, hier die nächste: 'Wenn es denn so ist, daß ich meine Geräte selbst zertifizieren darf, was ist eine solche Bescheinigung dann wert – marketingtechnisch gesehen?' Richtig, gar nichts. Am besten, man greift auf die Erfahrungen der oben schon kurz erwähnten ISO-9000-Kampagne zurück, wo man aller Welt beteuerte, daß der repräsentative Stempel etwas über Produktqualität aussagt. Man muß demnach den Eindruck erwecken, eine unabhängige, beim Steuerbürger über alle Zweifel erhabene Organisation habe das CE-Siegel verliehen. Der erste Gedanke, hier das Finanzamt zu bemühen, ist so übel nicht, wäre aber zu dick aufgetragen. TÜVs sind die bessere Wahl, allein deshalb, weil sie den Eindruck erwecken, sie seien eine Behörde. Sie haben also marketingtechnisch gesehen Erfahrung beim Erwecken von Eindrücken.

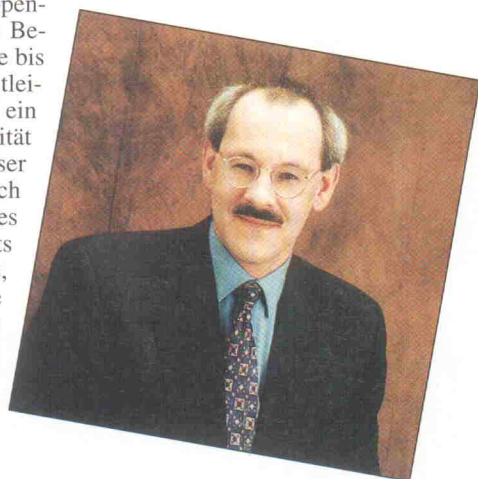
So weit die Theorie, jetzt zur Praxis. Da sieht es zappenduster aus. Ohne horrenden Bestechungsgelder werden Sie bis auf weiteres keinen Dienstleister finden, der auch nur ein Viertelstündchen Kapazität frei hat. Mein Rat in dieser Situation: Sie sichern sich schon jetzt die Dienste eines ausgebufften Rechtsanwalts und machen als erstes das, woran Sie schon die ganze Zeit gedacht haben. Sie schwärzen Ihre Konkurrenz beim Verdacht des unlauteren CE-Wettbe-

werbs an. Zweitens warten Sie ruhig ab, bis Sie angeschwärzt werden – Sie haben ja den ausgebufften ... Die Konkurrenz hat natürlich zu diesem Zwecke für Ihre Geräte Meßzeiten mitgebucht. Nun ist auch klar, warum es keine Dienstleistungskapazitäten gibt.

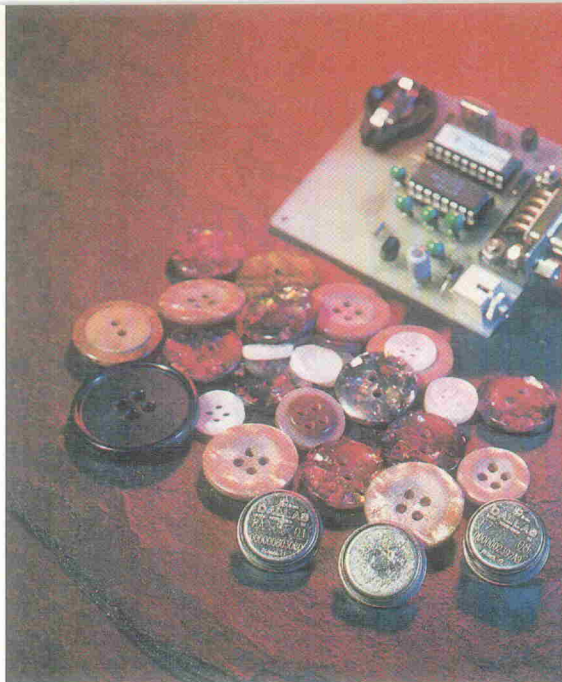
Ich denke, alle Fragen sind soweit nach den Erfordernissen der EU-Richtlinien praxisgerecht beantwortet. Bis auf eine: Denken Sie mal drüber nach, bei welcher Behörde Sie anschwärzen können – natürlich nur auf marketingtechnischer Ebene. Mir fällt keine ein.

*Hartmut Rogge*

Hartmut Rogge





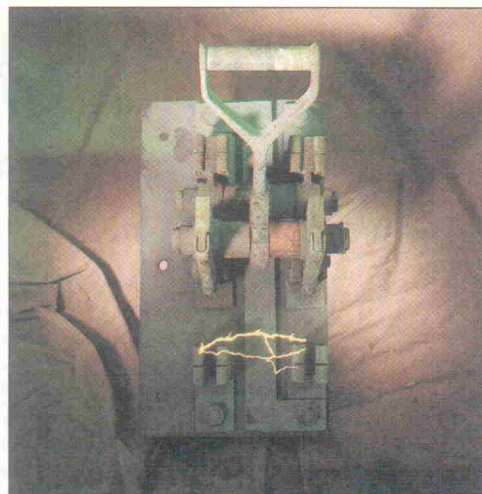


## Projekt

### Knopfzellen

Die 'Speicherknöpfe' im 5-Pfennig-Format von Dallas haben das Zeug, der Chipkarte in bestimmten Applikationen den Rang streitig zu machen: Sie sind robust gegenüber Druck, mechanischer Beanspruchung oder aggressiven Flüssigkeiten, speichern zehn Jahre lang bis zu 64 KBit und liefern obendrein die aktuelle Uhrzeit. Diese Fülle an Funktionen stellen sie über nur zwei Kontakte bereit. Wie man mit einem PC oder Mikrocontroller an die Daten gelangt, zeigt der Artikel auf

**Seite 63**



## Entwicklung

### Schaltgewalt

Was Schaltgeschwindigkeit oder Leistung betrifft, fällt die Auswahl der richtigen IC-Familie nicht schwer. Ob Standard oder CMOS, ob F oder ACT: die Datenbücher geben ausreichend Auskunft über die Grunddaten. Aber wie gestaltet sich die Auswahl der richtigen Familie unter EMV-Gesichtspunkten. Die Ergebnisse einer EMV-Familienstudie auf

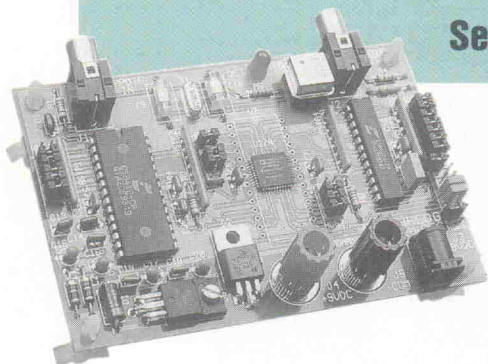
**Seite 78**

## Projekt

### Lückenfüller

Neuere DAT-Recorder sind inzwischen in der Lage, analoge Aufnahmen auch mit einer Abtastrate von 44,1 kHz durchzuführen. Das war leider nicht immer so, lange Zeit versuchte die Industrie, eine Trennung zwischen professionellen (Studio-) und HiFi-Geräten am Markt durchzusetzen. Die Überspielung von Material mit 48 kHz oder auch im professionellen Bereich von 44,056 kHz auf CD-Format mußte also entweder analog oder digital über zweifelhafte Sample Rate Converter erfolgen. Der Baustein AD1893 stellt nun das Ende aller Zweifel dar. ELRAD präsentiert den neuen Wunderchip von Analog Devices als Projekt, anschlussfertig mit S/P-DIF-Ein- und -Ausgang.

**Seite 30**



## Entwicklung

### Zeitschneider

Soll ein Mikrocontroller Zeiten erfassen, gibt es zwei gängige Methoden: mittels Interrupts handelt man sich Latenzungenauigkeiten ein. Beschäftigt sich statt dessen der Prozessor in einer Softwareschleife damit, auf das externe Ereignis zu warten, bleibt ihm keine Zeit für andere Aufgaben. Motorolas 68332 löst dieses Dilemma mit Hilfe eines 'Zeit-Coprozessors', der TPU (Time Processing Unit). Welche Funktionen diese für die CPU übernehmen kann, zeigt der Beitrag ab

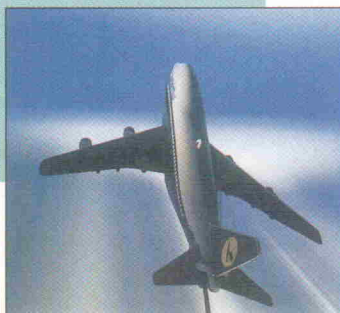
**Seite 58**

## LON-Wettbewerb

### Abheben bei der Testdrive-Rallye

Daß das Local Operating Network (LON) eine der am weitesten ausgereiften Lösungen für dezentrale intelligente Automatisierung darstellt, gehört mittlerweile zum Allgemeinwissen. Doch welche Applikationen mit LON möglich sind, ist erst zum Teil ausgelotet. Diesen Horizont soll unser Wettbewerb zum LON-Testdrive erweitern. Die Sponsoren setzen attraktive Preise – darunter ein Flug zur LUI 96 in San Francisco und ein LonWorks Node-Builder – für originelle Ideen aus.

**Seite 75**





## Design Corner

### Vorhang auf

Die Welt der programmierbaren Logik ist nicht mehr rein digital: Das erste Analog-PLD gönnt jetzt auch Entwicklern analoger Schaltungen die Vorzüge der In-System-Programmierung. Der IMP50E10, mit dem die Firma IMP den Reigen neuer



sogenannter EPACs (Electrically Programmable Analog Circuit) eröffnen will, verfügt über 18 konfigurierbare Module und empfiehlt sich für die Aufbereitung von Meßsignalen. Das EPAC-Starterkit nebst zugehöriger Programmiersoftware 'Analog Magic' stand im ELRAD-Labor auf dem Prüfstand.

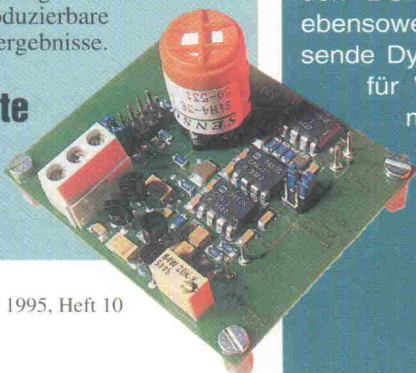
**Seite 36**

## Entwicklung

### Kleine Schnüffler

Ob Ozon, Chlor oder Kohlenmonoxid: elektrochemische Gassensoren haben für viele Gase eine feine Nase. In der Meß- und Regelungstechnik, im Umweltbereich und in der Analytik finden sie dazu ein breites Anwendungsfeld. ELRAD beleuchtet das Funktionsprinzip der kleinen Schnüffler und beschreibt die erforderliche Schaltungstechnik für reproduzierbare Meßergebnisse.

**Seite 40**



### TRIathlon

Ein neues ELRAD-Projekt stellt eine flexibel einsetzbare PC-Multifunktionskarte für den AT-Bus vor. Und daß dieses Board wirklich multifunktionell ist, belegen schon die wichtigsten Features: Vier separate Strom- oder Spannungsausgänge, reichlich Digital-I/O, FIFO für 2 kWorte, 16 differentielle oder 32 single-ended Analogeingänge sowie eines von vier möglichen ADC-Modellen für Umsetzungen in 12 oder 16 Bit bei bis zu 850 kHz – all das sorgt für große Einsatzbandbreite. Und auch vor komplexen Anwendungen braucht sich TRIathlon nicht zu verstecken, denn: ein komplettes DSP-System mit dem Texas-Prozessor TMS320 C26 bringt schnelle Intelligenz aufs Board und übernimmt beispielsweise die Steuerung der A/D-Wandlung. Alles weitere an Logik zur Funktionskontrolle ist in einem EPM7064-CPLD von Altera untergebracht. Programmbeispiele, auch für den DSP, fehlen natürlich ebenso wenig wie eine passende Dynamic Link Library für Windows-Programmierer.

**Seite 46**

## Inhalt 10/95

### aktuell

Firmenschriften & Kataloge	9
CAD	10
Programmierbare Logik	12
Schnelleres Multimedia	14
9th Annual Semiconductor Conference in San Jose	15
NI Week 1995	16
Medien	19
Automatisierung	75
LON-Wettbewerb	75

### Test

PreView: PIC-Einblick	
ClearView 5x: In-Circuit Emulator für PIC 16C5x	24

### Projekt

BDMops	
Minimal-Mops steuert KAT-Ce-68332 via BDM	28
Lückenfüller	
Sample Rate Converter	30
TRIathlon (1)	
PC-Multifunktionskarte mit digitalem Signalprozessor TMS320C26	46
Knopfzellen	
Grundlagen und PC-Anschluß für Touch-Memories DS199x	63

### Entwicklung

Design Corner: Motortreiber	
NECs 78366, ein 8/16-Bit-Controller für die Antriebstechnik	22
Design Corner: Ouvertüre in Silizium	
National Semiconductors LM1876, 15-Watt-Stereoendstufe	26
Design Corner: Vorhang auf	
IMP50E10: Erster feldprogrammierbarer EPAC-Analogbaustein von IMP	36
Kleine Schnüffler	
Elektrochemische Gassensoren	40
Entry-Star	
Cypress VHDL-Entwicklungsumgebung	55
Zeitschneider	
Die Time Processing Unit des 68332	58
Mäxchen	
Altera PLD-Software PLS-ES	68
Schaltgewalt	
Schaltströme verschiedener Logik-IC-Familien	78
Entstördienst (4)	
EMV-gerechtes Design elektronischer Schaltungen	82
Schaltungssimulation mit PSpice	
Teil 11: Optimal optimiert	86

### Grundlagen

Die ELRAD-Laborblätter	
Operationsverstärker (17)	91

### Rubriken

Editorial	3
Briefe und Nachträge	7
Radio und TV: Programmtips	18
Bücher	90
Die Inserenten	105
Impressum	105
Dies & Das	106
Vorschau	106



## Der Eprom- vorgestellt als »ROMulator« in ELRAD 8/95

simuliert ein 16- o. zwei 8-Bit-EPROMs.

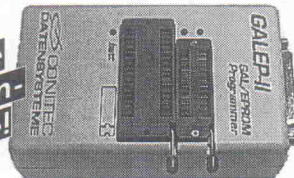
- Programmänderungen in wenigen Sekunden ohne Umstecken und Neu-Brennen
- einfach an den PC-LPT-Port anzuschließen
- für alle gängigen Typen vom 2764 (8 kB) über den 27080 (1 MB) bis zum 27240 (512 kB)

**SIMULANT** Small bis 256 kB 598,-  
Large bis 1 MB 898,-  
Leiterplattensatz 198,-

**taskit** Rechnertechnik Tel. 030/ 324 58 36  
GmbH Fax 030/ 323 26 49  
10627 Berlin Kaiser-Friedr.-Str. 51

## GALEP-II Pocket-Programmer

Paßt  
in jede  
Jacken-  
tasche!



- Brennt EPROMs/EEPROMs bis 8 Mbit (2716...27C8001)
- Brennt GALs 16V8, 20V8, 18V10, 20RA10, 22V10, 6001
- Blitzschnell: z.B. 27C512 verify 4 Sek(!), prog. in 13 Sek
- Laptop-tauglich durch PC-Anschluß über Druckerport
- Netzunabhängig durch Wechselakku + Netz-/Ladegerät
- GAL-Makroassembler / Disassembler GABRIELA 2.0
- Dateiformate: JEDEC, binär, Intel/Hex, Motorola-S
- Software-Updates kostenlos aus unserer Mailbox!

**GALEP-II Set, Software, Akku, Netz-/Ladegerät..... 635,-**

Adapter für 8751/8752 ... 175,- für HD647180 ..... 290,-

für LCC-EPROMs ..... 290,- für PLCC-GALs ..... 290,-

Upgrade GABRIELA auf GABY GAL Development System 2.1 ... 229,-

Preis in DM inkl. MwSt. ab Lager Dieburg • Versandkosten DM 15,- • Katalog kostenlos

**CONITEC DATENSYSTEME**  
GmbH • 64807 Dieburg • Dieselstr. 11c • Tel. 06071-9252-0 • Fax 9252-33

## DIE DREI „BIG-MAX“!

### ProMax:

Der „Profi-Programmer“

48-Pin-Programmer  
für (E)EPROMs, GALs,  
PLDs und Mikros.

### RomMax:

Der „Rom-Spezi“

Preiswerter Programmer  
ideal für (E)EPROMs  
und Flash-Typen!

### AllMax+: Der „All-Rounder“

48-Pin-Universal-  
Programmer/  
Tester für die  
gesamte Logik!



Alle Programmer mit „2-Jahres-Garantie“!  
Software-Updates kostenlos über Mailbox!

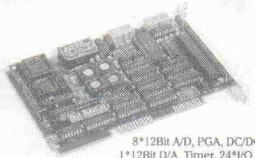


**Systemtechnik GmbH**  
Software & Hardware

Postfach 60 05 11 • D-81205 München  
Tel. 089/8343047 • Fax 089/8340448

**BBS 820 35 29**

## PC-gestützte Meßwerterfassung

ADIODA-12<sub>LOW</sub> DM 598,00

Darunter sind aus der wasco-Serie Multifunktionskarten, A/D- und D/A-Meßkarten für Rechner mit ISA-Bus, sowie externe Module für Meß-, Steuer- und Regelungstechnik über die RS232-Schnittstelle lieferbar. Alle wasco-Produkte werden mit deutschem Handbuch ausgeliefert. Fordern Sie unsere kostenlose Produktübersicht an!

### Meßtechnik über PC-Einsteckkarten

ADIODA-12 <sub>LOW</sub> COST	8*128k A/D, programmierbarer Verstärker	DM 379,50
ADIODA-12 <sub>STANDARD</sub>	16*128k A/D, PGA, 2*128k D/A, DC/DC, 24*V <sub>IO</sub>	DM 897,00
IODA-12 <sub>STANDARD</sub>	8*128k D/A, unipolar, 2,5, 5, 7,5, 9V	DM 713,00
WITIO-48 <sub>STANDARD</sub>	48*10 TTL, 8*IRQ, 3*168k Timer, Quarz, ...	DM 264,50
WITIO-240 <sub>STANDARD</sub>	240 digitale Ein/Ausgänge, 3*168k Timer	DM 322,00
OPTORE-16 <sub>STANDARD</sub>	16*IN über Optokoppler, 16*OUT über Relais	DM 425,50
OPTIO-16 <sub>STANDARD</sub>	16*IN und 16*OUT über Optokoppler	DM 425,50
RELAIS-32 <sub>STANDARD</sub>	32*OUT über Relais, 24*V <sub>IO</sub> TTL, Timer, Quarz	DM 644,00
OPTIOIN-16 <sub>STANDARD</sub>	16*IN über Optokoppler, 8*IRQ, 24*V <sub>IO</sub> TTL, ...	DM 437,00

### Meß-, Steuer- und Regelungstechnik über RS232

XMOD MCB-537	Externes Modul im Gehäuse mit 8*V <sub>IO</sub> , 24*V <sub>IO</sub>	DM 296,70
XMOD OPTIO-8	MCB-537 Aufsatzboard, 8*IN, 8*OUT über Optok.	DM 138,00
XMOD OPTIOIN-32	Zusatzmodul mit 32*IN über Optokoppler	DM 218,50
XMOD REL-8	Modul im Gehäuse m. 8*OUT über Leistungrelais	DM 170,20
XMOD SSR-4	Modul im Gehäuse m. 4*OUT über Halbleiterrelais	DM 225,40

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

## Das Mekka der Funkamateure in Hannover

## INTERRADIO '95

Die 14. Ausstellung  
für Amateurfunk,  
Computer-Technik und  
Hobby-Elektronik.  
Mit großem  
Elektronik-Flohmarkt

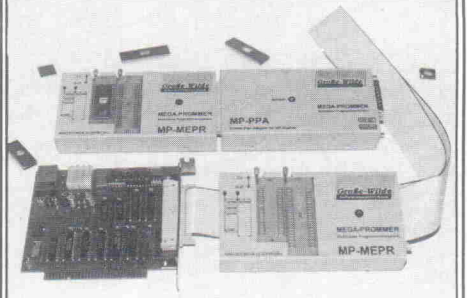
21. und 22. Oktober '95  
Hannover-Messe Gelände  
Halle 2

**NEU**  
Kombikarte  
DM 12,-  
für INTERRADIO und Infa '95 -  
die große Verbraucherausstellung



## MEGA-PROMMER

Modulares EPROM-Programmiersystem und Simulator



Professionelles Entwicklungsgerät für Labor und Service  
Komplett aus deutscher Entwicklung und Produktion  
Alternativ über PC-Steuerkarte oder Druckerport ansteuerbar  
Umfangreiche Software mit SAA-Oberfläche  
Hex-Dateien, 8/16/32-Bit splitting, Batch-Modus u.v.m.  
Weitere Module für µP's und Spezialbausteine,  
LCC/PLCC-Adapter, Löschergeräte u.s.w.  
Kostenloser Update-Service per Mailbox  
Bitte fordern Sie unsere kostenlose DEMO-Diskette an!

**Große-Wilde Informationstechnik**  
Am Eickholtshof 1a, D-46236 Bottrop  
Telefon 02041-263306, Fax 02041-263307

## PeakTech® Spitzentechnologie, die überzeugt



— INNOVATIVE MESSTECHNIK —

Digitale und analoge Multimeter  
Oszilloskope • Zangenmeßgeräte  
Isolationsmesser • Frequenzzähler  
Schalttafel-Instrumente • Signal-  
generatoren • Labor- und Fest-  
spannungsnetzgeräte • Umwelt-  
technik • Spannungsumwandler.

Kataloge und Preislisten auf Anfrage  
– Gewerbeschein beilegen –.

**Heinz-Günter Lau GmbH**  
**Elektronik und Meßtechnik**

Kornkamp 32 Postfach 1428  
22926 Ahrensburg 22904 Ahrensburg  
Tel. 04102/42343/44 Fax 04102/43416

## FUNKMODEM

DRAHTLOS VERBINDEN  
UND KOMMUNIZIEREN!

- gebührenfrei im 70 cm Bereich
- Sender/Empfänger
- Microcontroller
- Verbindung zu PC/AT über COM
- Netzfähig
- E/A-Adr. per Software einstellbar
- Seriennr. + E/A-Adr. im EEPROM
- Datentransfer 4800baud Brutto



**MMC Communication für Funkmodule GmbH**  
Lateinschulgasse 6 • D-94469 Deggendorf  
Tel.: 0991/37096-0 • Fax 0991/5808

## PC-Meß-/Regeltechnik

**PC-Speicheroszilloskopkarte TP-208, 2 Kanal, 2 x 20 MHz**

PC-Einsteckkarte Oszilloskopprogramm + Tastköpfe. 2x32 kByte intern. Speicher. osz. (2µs-2s) Div, 5mV-20V/DIV oder AUTO, CH1/CH2 ADD/COMP/CHOP/X-Y-Funktionen, max. Eingang. 600V<sub>ac</sub> bei Tastk. 1:10, Spektralanalyzer (linear/in dB, 6Hz-5MHz), Mittlung über 1-200 Messungen mögl.), Effektivwertmeßgerät (TrueRMS/peak-peak/Mittel/ max-/min./wert ddm/ Leistung/ Crestfaktor/ Frequenz, Anzeige als zwei 5-stellige Digitaldisplays, Ausgabe auch auf Drucker/Platte/Diskette mit Datum und Zeit mögl., Meßrate v. <1s-300s/Meßwert), sowie Transientenrec. (Momentan/TRUE RMS/Mittel/Max-/Min.wert, Meßrate 100Hz-1Messg/300s, Meßdaten 1-30000 -> max. Meßzeit: bis 104 Tage), Abspeicherung: als Binär/ASCII-Datei, Druckfunktionen; Testsieger ELRAD 1995 nur DM 1745,00

### Zweikanal-Meßmodul für Parallelports Handyscope

ideal für Notebooks. Keine externe Stromversorgung notwendig. Abtastfrequenz bis 100 kHz (Zeitbasis: 0,5ns-2s / DIV, y: 5mV-20V / DIV oder AUTO); Komplettes bestehend aus Oszilloskopmodul + v.-programm. Funktionen wie oben, jedoch für langsamere Messungen und 2 Tastköpfe. nur DM 880,00

### Weiter im Programm (Auszug): (AD-Karten < 60µs mit S & H !)

8-Bit-ADDA 1Eing./2Aus.+1Ausg. 4 unipol./bipolare Meßber. per DIP-Sch. DM 175,-  
wie vor, jed. 8 Eing. + 2 Ausg.; Bar per Softw. einstellb. (Eing. auch 0-10V) DM 215,-  
wie vor, jedoch zus. 24 Bit dig./IO+4 Wechler-Relais DM 395,-  
isol. 32-Kanal 12-Bit-AD-Karte 10ms, ± 5V/10/20/25/50mV/±5V DM 715,-  
16-Kanal 12-Bit-ADDA-Karte 16AD(15µs)/2DA, Eing.ber. ±0,3125...5V DM 1012,-  
per Softw. wählbar, DA 0-5/10 V, Auch IRQ/DMA-Messg. möglic. inkl. C/Pas/Bas. wie vor, jedoch AD: 25µs, Eing.ber. ±0,3125...10V DM 1012,-  
24-Bit dig./IO-Karte in 8-er Gruppen auf Eing./Ausg. progbar DM 125,-  
48-Bit dig./IO-Karte in 8-er Gruppen auf Eing./Ausg. progbar, mit IRQ DM 305,-  
IEEE-488-Karte mit NEG pD7210, IN PC/IA-kompatibel, inkl. Treiber DM 518,-  
FIFO-4-fach RS-232 + 3 Parallelports (2 bidirektional) + 1 GAME 168B DM 95,-  
RS-232-Isolationsmodul DM250,- \*\*\*\*Über 100 weitere Artikel im Programm...



Postfach 1133 - 73614 Schorndorf

Tel.: (07181) 97 88 0 10  
Anr.beantw.: (07181) 97 88 0 11  
Fax: (07181) 97 88 0 20  
Fax-Infoabruf: (07181) 97 88 0 21  
neue Fax-Infoabruf  
Anleitung auf (07181) 97 88 0 21  
abhören.



## ELRADs 19"-Atari

Atari-ST auf drei Europakarten,  
ELRAD 6...9/92

Obwohl ein Atari-St als zumindest ebenso überholt gelten kann wie die Firma Atari selbst, fristet der von der Redaktion im Jahr 92 veröffentlichte 'Industrie'-Atari im 19-Zoll-Gehäuse in einigen Labors sein Leben als (wohlgelittener) Meßknecht. Für jene, denen der Selbstbau dieses Projekts nicht so ganz gelang – oder die immer noch an der Beseitigung der diversen Bugs forschen –, gibt es jetzt Unterstützung: Bei der unten angegebenen Adresse ist gegen einen selbstadressierten und freigemachten DIN-A4-Umschlag eine gesammelte Liste aller Fehlerkorrekturen, Umbauten und Ergänzungen erhältlich.

Die Sammlung dokumentiert die Erkenntnisse, die Herrn Lang (Adresse siehe unten) mit mehreren verschieden bestückten 19-Zoll-Ataris gesammelt hat; außerdem bietet er Service, Fehlersuche und Betreuung in Bezug auf dieses Projekt gegen Honorar. Eine eigene neue Weiterentwicklung des Systems von ihm ist eine ET4000-Grafikkartenanbindung. Sie besteht aus zwei Platinen: einer Hauptplatine im Euroformat (wie die übrigen im 4-Lagen-Multilayer) sowie einer kleineren Platine mit einem ISA-Slot. Die Hauptplatine wird in einen der freien Steckplätze gesteckt, die ISA-Slot-Platine mit einem kurzen Kabel mit der Hauptplatine verbunden; die ET4000-Karte wird in den ISA-Slot der Zusatzkarte eingesteckt. Geplant ist noch, die Hauptplatine als Filecard für eine 2,5-Zoll-IDE-Festplatte zu benutzen.

Als Treibersoftware für die Grafikkarte wird ein gesondert zu besorgender Treiber NVDI-ET4000 benötigt. Falls Leser an dem Platinensatz Interesse haben, mögen Sie sich bitte mit Herrn Lang in Verbindung setzen, da die hohen Vorlaufkosten für die Fertigung nur lohnen, wenn genügend Vorbestellungen erfolgen.

Torsten Lang  
Pestalozzistraße 9a  
61231 Bad Nauheim  
☎ 060 32/8 74 96  
✉ Torsten.Lang@physik.uni-giessen.de

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

## Schaltplan gegen Platine

Blitzbrenner, Programmierer und Prototypen  
für Flash-MCs von Atmel, ELRAD8/95,  
Seite 46

Ich habe in der neuesten ELRAD mit großem Interesse den Artikel über den Programmierer für die Atmel-Flash-µC gelesen. Kurzenschlossen wollte ich das Teil nachbauen, da es ja eine einseitige Platine und das Layout in Bild 4 sehr gut zu erkennen ist. Gesagt, getan, beim abschließenden Überprüfen anhand des Schaltplans (Bild 2) fand ich Unterschiede zwischen Schaltplan und Layout:

- Bild 2 rechts oben: Im Schaltplan sind die Ausgänge 6 und 12 des 74HCT14 mit +5V verbunden, im Layout sind es die Eingänge 5 und 13. Hier ist sicher das Layout richtig ...
- Die Pins 32...35 des Textool-Sockels sind im Schaltplan mit den Pins 20...17 des 8243 (IC2) verbunden, im Layout sind die Textool-Pins 32...35 genau über Kreuz mit den Pins 17...20 verbunden. Was ist korrekt?
- Die Pins 14 und 16 des Sub-D Steckers sind mit den Pins 13/14 und 11/12 des IC5 (LS245) verbunden, im Layout ist es gekreuzt. Was gilt?

Weiterhin ist das IC5 im Bestückungsplan (Bild 4) falsch eingezeichnet, Pin 1 ist der untere linke Pin des ICs.

Ich würde mich sehr freuen, wenn Sie die eine oder andere Behauptung von mir richtigstellen könnten.

F. Lins  
Gießen

Herr Lins und das Layout haben recht. Die bei eMedia erhältliche Platine weist die korrekten Verbindungen auf. Die

im Bestückungsplan dargestellte Lage von IC5 stimmt nicht. Tatsächlich muß die Markierung des SMD-245ers beim Bestücken auf der Lötseite in Richtung Platinenmitte weisen, so daß die Pins 11...20 zum Sub-D-Stecker zeigen, wie es in der Bildunterschrift steht. ea

## Nachträge

### Nummern und Zeichen

A/D-kompakt, sechs 12-Bit-Multifunktionskarten für den PCMCIA-Slot im Test, ELRAD 9/95, Seite 64 ff.

In den Artikel zum Test von PCMCIA-Meßsystemen und Multifunktionskarten im PC Card Format in der letzten ELRAD-Ausgabe haben sich leider ein paar kleine Fehler eingeschlichen: In der Tabelle auf Heftseite 67 sind die alten Telefon- und Fax-Nummern der Firma Spectra aus 70771 Leinfelden angegeben. Die aktuellen Nummern lauten 07 11/9 02 97-0 für Telefon und 07 11/9 02 7-90 für den Faxanschluß. Zudem wurde das von Spectra vertriebene Iotech-Produkt 'Cardaq' im Artikel mit zwei 'd' geschrieben, was so nicht korrekt ist. Und schließlich ist beim Druck auf Seite 65 der Hintergrund von Bild 2 zum Teil über den Text geraten – wir bitten diese Fehler zu entschuldigen. Red.

### Adreß-Update

ELRAD 8/95, Seite 41

Im Marktreport Flash-Speicher erschien eine veraltete Adresse der Firma Hitachi. Die aktuelle lautet:

Hitachi Europe GmbH  
Dornacher Straße 3  
85622 Feldkirchen  
☎ 0 89/9 91 80-0  
☎ 0 89/9 29 30 00

## Neuwertige gebrauchte MESSGERÄTE von



Wir liefern mehr als 10 000 Meßgeräte aller namhaften Hersteller direkt ab Lager. Durch unsere weltweiten Kontakte besorgen wir Ihnen auch Geräte, die wir nicht vorrätig haben. Falls bei Ihnen nur kurzzeitiger Bedarf besteht, wir vermieten auch Geräte. Sprechen Sie uns an. Haben Sie Meßgeräte, die Sie verkaufen möchten? Auch dann sind Sie bei uns an der richtigen Adresse.

Drei Geräte von WANDEL & GÖLTERMANN



**PCM-4**  
Meßautomat für PCM-Kanäle **DM 39.675,-**  
**MU 30** Meßstellenumschalter für 30 PCM-Kanäle, Zusatzgerät für automatische Messungen mit PCM-4 **DM 9.982,-**



**DLM-3**  
Datenleitungsmeßgerät zur Messung an Datenverbindungen interessierender Größen im Frequenzbereich 200 Hz bis 4 kHz, Frequenz- und Summenstörpegelmessungen bis 20 kHz **DM 9.995,-**



**SPM-11 mit PSE-11**  
Selektiver Pegelmessgerät und Klirranalysator mit Sendeteil 15 Hz bis 200 kHz Präzisionsmeßplatz für Statistiken, Akustik und allgemeine Elektronik **DM 8.995,-**  
Zusatzgerät: **SPMZ-111**  
Wobbel- und Symmetrierzusatz **DM 2.990,-**

Eine weitere Auswahl z. Z. vorrätiger Geräte:

HEWLETT PACKARD	
3722A	NOISE GENERATOR 2.200,-
4140B	pA METER / DC VOLT.SOURCE 12.500,-
4951A/001	PROTOCOL ANALYZER 3.500,-
6038A	SYSTEM POW. SUP. 200 WATT 4.200,-
7245B	PLOTTER / PRINTER 1.600,-
8640B/002	SIGNAL GEN. -1024 MHz 4.400,-
8754A	NW - ANALYZER 4 - 1300 MHz 9.800,-
MARCONI	
2017	SIGNAL GEN. -1024 MHz 6.950,-
6058 B	SIGNAL SOURCE 8-12,5 GHz 2.950,-
6059 A	SIGNAL SOURCE 12-18 GHz 2.950,-
6070 A	SIGNAL SOURCE 400-1200 MHz 2.250,-
ROHDE & SCHWARZ	
NGPV 300/0,6	DC-POW. SUP. 0-300V/0,6A 3.200,-
SLRD	POW. SIGN. GEN. 275-2750MHz 8.900,-
SMLH	SIGNAL GEN. 10 KHz - 40 MHz 3.900,-
SPN	SYNTHESIZER 1 Hz - 1,3 MHz 4.500,-
UDS 5	DIGITAL MULTIMETER 2.700,-
USU 3	TEST RECEIVER 1 - 13 GHz 8.900,-
UVZ	SKANNER 2.800,-

Bei Bedarf senden wir Firmen und Instituten gerne unsere neue Liste zu, die eine größere Auswahl unseres Lagerbestandes enthält.

**MBMT MESSTECHNIK GMBH**  
Carl-Zeiss-Str. 5 27211 Bassum  
Telefon: 04241/3516 Fax: 5516

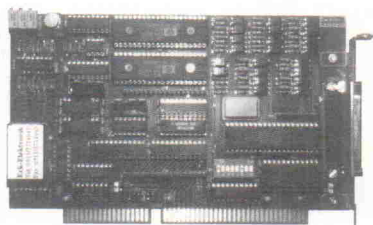
## Umgezogen? Neue Anschrift?

Faxen Sie uns Ihre Adreß-  
änderung, damit Ihr Abo auch  
weiterhin pünktlich ankommt.

**ELRAD**

Fax: 05 11/53 52-289





synchrone Mehrachsensteuerung auf PC- Basis für raue Industrieumgebung

- steuert 2,5 bis 4,5 Achsen synchron
- durchgängig entkoppelt (störsicher)
- kompakte Bauform (halbe Baulänge)
- zahlreiche Ein- / Ausgänge
- für alle Motortypen geeignet
- offene Programmierschnittstelle

### ECK-ELEKTRONIK

Vahrenwalder Str. 7 Tel.: 0511 / 271 49 41  
D-30169 Hannover Fax: 0511 / 271 49 43

### Kat-Ce und MOPS Systeme

**KAT-Ce 68332 Light** Leerplatine 89 DM  
68332 Einplatinencomputer mit 8 Bit Datenbus, doppelseitige Platine mit Lochrasterfeld, subkompatibel zur großen KAT-Ce 68332  
**KAT-Ce 68332 Light** Fertigbau ab 398 DM  
**oder lieber die große KAT-Ce 68332:**  
KAT-Ce 68332 Multilayerleerplatine 118 DM  
KAT-Ce 68332 Fertigungskarte ab 498 DM  
**BDM-Interface** für KAT-Ce 68332 mit 68HC11-Betriebssystem 98 DM

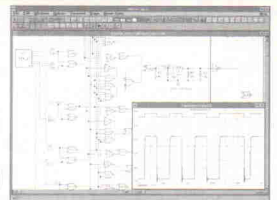
#### unsere beliebten MOPS 68HC11-Systeme:

MOPS 1.3/2.3 Leerplatine 64 DM  
MOPS Fertigungskarte mit 68HC11A1 ab 300 DM  
MOPS Light Leerplatine 58 DM  
MOPS Light Fertigungskarte mit 68HC11F1 270 DM  
MOPS Betriebssystem mit Assembler, BASIC, Pascal, Multitasking 100 DM  
MOPS System für MOPS-L ohne Multit. 90 DM  
Leerplatinen, Bausätze, Fertigungskarten, KAT-Ce und Betriebssysteme ab Lager lieferbar.

Marie-Theres Himmeröder, Rostocker Str. 12  
45739 Oer-Erkenschwick  
Tel. 02368/53954 Fax 02368/56735

### MICRO-CAP V und viel mehr!

- Schematic-Entry
- Völlig integriertes Programmpaket
- Mixed-Mode
- 13 Analysearten
- Bibliothek >7500
- Grafische Ausgabe auf max. 15 Kanäle
- Model-Generator
- SPICE3 kompatibel
- 32-bit Power unter Windows/NT/Win95
- Hotline-Support
- Updates über BBS



Entwerfen Sie Schaltungen schneller, einfacher, genauer - mit dem neuen **Micro-Cap V!**  
Ob analog, digital oder gemischt - Sie kommen Sie schneller ans Ziel!

Über 13000 zufriedene Anwender weltweit!  
Fordern Sie noch heute Ihre kostenlose Demo an!



**Systemtechnik GmbH**  
Software & Hardware

Postfach 60 05 11 • D-81205 München  
Tel. 089/8343047 • Fax 089/8340448

**BBS 820 35 29**

### CE – Kennzeichnung

#### Unser Dienstleistungsangebot:

- EMV Entstörungen
- EMV Beratungen
- EMV Messungen
- EMV Layouts
- EMV Seminare
- EMV gerechtes Gerätedesign
- Entwicklungen mit CE-Zeichen



Durch langjährige Erfahrung zur optimalen Lösung



**S-TEAM ELEKTRONIK GMBH**

Schleifweg 2  
74257 Unteresiesheim  
Telefon 07132/4071  
Telefax 07132/4076

### CE-Zulassungen

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

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

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

**Obering. Berg & Lukowiak GmbH**

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

### Innovative Schrittmotortechnik

#### Aufgabe: PC-Sensorpositionierung



**Lösung: MSM-03 + VT-80**

- Kompaktsystem mit RS232C-Schnittstelle
- dynamischer Mikroschrittbetrieb
- Hub 25,50/75/100/150 mm
- v<sub>max</sub> 25 mm/sec bei 1 mm Spindelsteigung
- Höhe 25 mm, zwei integrierte Endschalter
- X/Y/Z-Aufbauten, auch mit Rundtisch
- Preis: VT80/25 mm/2 Ph. Motor DM 790,-/908,50



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

## ALL-07

### Der Universal-Programmierer von HI-LO

HI-LO SYSTEMS gehört zu den weltweit führenden Herstellern vom PC-basierten Programmiergeräten. Seit 1989, also unmittelbar nach Markteinführung des ersten HI-LO Universalprogrammiers ALL-01, sind wir offizieller HI-LO Distributor für Deutschland, Österreich und die Schweiz. Zusammen mit den Vertriebspartnern in Ihrer Nähe und unserer deutschen Servicezentrale bieten wir Ihnen den kompletten Service rund um's Programmieren. Wir liefern Ihnen die verschiedenen ALL-07 Versionen und eine Vielzahl von Spezialadaptern und Sockelkonvertern ab Lager:

**ALL-07**  
Universalprogrammierer (derzeit ca. 3000 Bausteine) bestehend aus Grundgerät mit DIP-40 Sockel, Anschlusskabel, Programmiersoftware und CPL Starter Kit 3.0. Software-Updates mehrmals pro Jahr auf Diskette oder kostenlos aus unserer Mailbox. Anschluss an PC über den Druckerport. Preis (inkl. MWST.): **1748,- DM**

**ALL-07/PC**  
wie ALL-07, jedoch Anschluss über mitgelieferte PC-Slotkarte (ISA-Bus, 8-Bit Steckplatz). Preis (inkl. MWST.): **1539,- DM**

Weitere Informationen, wie z.B. die aktuelle Device-List, stehen in unserer Mailbox zum Download bereit - oder rufen Sie uns an!



Berlin (030) 4631067  
Leipzig (0341) 2130046  
Hamburg (040) 38610100  
Frankfurt (06196) 45950  
Stuttgart (07154) 8160810  
München (089) 6018020  
Schweiz (064) 716944  
Österreich (02236) 43179  
Niederlande (03408) 83839

**ELEKTRONIK LADEN**

Mikrocomputer GmbH, W.-Mellies-Str. 88, D-32758 Detmold  
Tel.: (05232) 8171, Fax: (05232) 86 197, BBS: (05232) 85 112



**Leiterplatten**

im Eiservice ab 24 h (auf Anfrage)  
einseitig \* doppelseitig \* 4lagen Multilayer  
HAL \* Leisstopmaske \* Positiondruck  
nach Gerber- oder Eagle-Datei

**Fotoplotts**

Datenübertragung per DFÜ möglich  
Analog bis 14400 bps oder ISDN  
Präzisions Laser Plotter EIE RP101  
max. Plottfläche 500 x 600 mm  
Auflösung max. 5080 dpi  
im Klima erstellt

Infos und Preisliste anfordern bei:

Hofmann Leiterplatten  
Vilshofener Straße 12  
93055 Regensburg  
Tel.: 0941/60490-0  
Fax.: 0941/60490-20

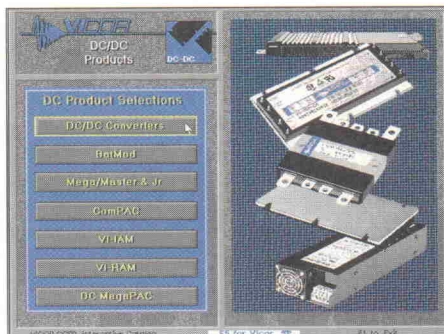


## Firmenschriften und Kataloge

### Stromdiskette

Die Firma Vicor, Hersteller von DC/DC-Wandlern und Netzteilen, hat ihren Katalog als interaktives Computerprogramm herausgebracht. Die Software führt den Anwender durch die gesamte Produktpalette der Bauelement- und Komplettlösungen für Stromversorgungssysteme. Anwender geben ihre Anforderungen ein und erhalten technische Daten für die passende Versorgung.

Neben den Produktbeschreibungen bietet der Katalog auch Zubehör sowie eine Liste der Vicor-Vertretungen und -Distributoren weltweit. Ein Applikationsteil gibt Empfehlungen zum Übertemperaturschutz sowie zur Einstellung von Ausgangsspannungen. Die Systemanforderungen sind ein IBM-



kompatibler 286 PC mit VGA, mindestens 3,5 Mbyte freie Festplattenkapazität sowie ein 3,5-Zoll-Laufwerk. Die Diskette ist kostenlos erhältlich bei:

Vicor Europe GmbH  
Carl-von-Linde-Straße 15  
85748 Garching  
☎ 0 89/3 29 27 63  
☎ 0 89/3 29 27 67

### Kristallkiste

Eine neue Produktübersicht von Data Modul zeigt auf 36 Seiten Quarze, Oszillatoren und Quarzfilter. Für die einzelnen Typen sind Gehäusezeichnungen, Spezifikationen, Gurtung sowie Lötcurven aufgeführt. Neu im Programm sind die SMD-Quarze SCM 250S im Plastikgehäuse mit den Abmessungen  $8 \times 3,8 \times 2,5 \text{ mm}^3$  für den Frequenzbereich 30...100 kHz. Außerdem bietet der Katalog SMD-Quarze und Oszillatoren im Miniatur-Keramikgehäuse von nur  $7,5 \times 5 \times 1,5 \text{ mm}^3$ . Spannungsge- steuerte Oszillatoren der SVO 8000-Serie sind mit verschiedenen Ziehbereichen für Frequenzen von 1...45 Mhz im DIL-14-Standard-Gehäuse verfügbar.

Data Modul AG  
Landsberger Straße 318-320  
80687 München  
☎ 0 89/5 60 17-0  
☎ 0 89/5 60 17-119



derzeit in diesem Format erhältlichen Chips und Chipkombinationen. Weiterhin bietet Zetex noch die Kurzübersicht 'High Performance Linear Bipolar Integrated Circuits' mit den wesentlichen Daten für die zur Zeit verfügbaren ICs. Alle Datenbücher sind kostenlos bei Zetex erhältlich.

Zetex GmbH  
Streitfeldstraße 19  
81673 München  
☎ 0 89/45 49 49-0  
☎ 0 89/45 49 49-49



### Gestreift

Die Strichcode-Fibel von Datalogic enthält auf 64 Seiten alles Wissenswerte rund um die maschinenlesbaren Strichmuster. Von Anwendungsbeispielen über Terminologie und eine Übersicht verschiedener Strichcode-Typen bis hin zur Datenkommunikation gibt die Broschüre Auskunft.

Die abgedruckten Beispiel-Codes – zum Teil auch in Vergrößerung – bieten eine gute Möglichkeit zum Test von Barcode-Scannern. Neben der Strichcode Fibel bietet Datalogic auch Seminare und Beratung zum Thema an.

Datalogic GmbH  
Uracher Straße 22  
73268 Erkenbrechtsweiler  
☎ 0 70 26/6 08-0  
☎ 0 70 26/57 46

### Durchs Loch

Gleich vier neue Datenbücher gibt es von Zetex. Das 'Semiconductor Data Book Through Hole Components' enthält ausführliche Daten von Einzelhalbleitern und integrierten Schaltungen im E-Line-Gehäuse (ähnlich TO-92). 'Power Diodes, Rectifier Stacks, Sensors' enthält umfassende Informationen über Leistungsdioden, Plattengleichrichter und Magnetfeldsensoren. Das technische Handbuch 'SM-8 New Package Introduction' gibt Detailinformationen zu den achtpoligen SM-Gehäusen (ähnlich SOT 223) sowie

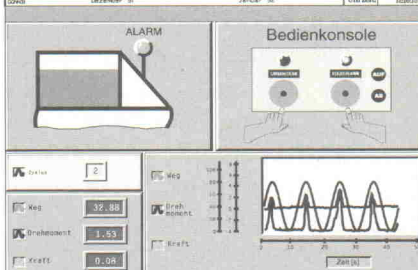
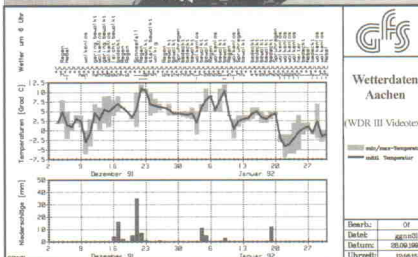
## DIA/DAGO

► Die Standardsoftware für perfekt zugeschnittene Lösungen

► Prüfstände, Prozesse, Produktion  
- Messen  
- Überwachen  
- Visualisieren  
- Steuern, Regeln  
- Analysieren  
- Auswerten  
- Dokumentieren

► Automatisieren ohne Programmierung (Customizing, Real-World-Instrumentation)

► Mehr als 12.000 mal erfolgreich im Einsatz



... z.B. Steuerung und Überwachung eines Prüfstandes

► Fordern Sie noch heute weitere Informationen an:

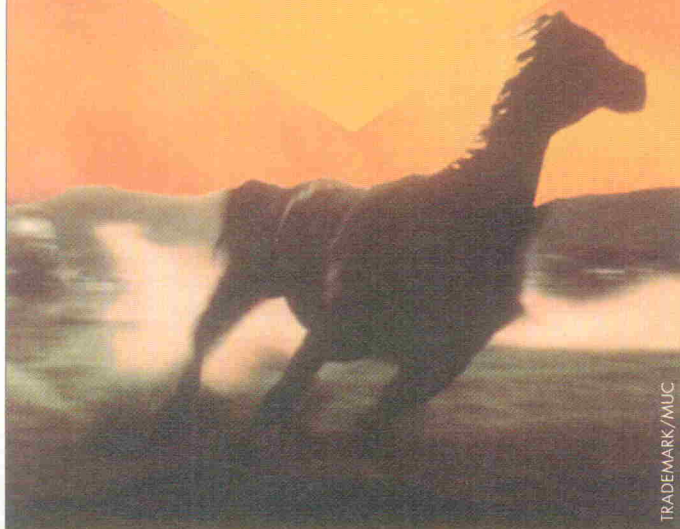
► GfS mbH Aachen  
Pascalstraße 17  
D-52076 Aachen  
FAX: 02408/6019



Wir stellen aus: INTERKAMA '95  
Halle 3, Stand 3 F 76, 30. Okt.-4. Nov. 1995



# Noch schneller -



TRADEMARK/MLUC

# Noch besser.

## CADSTAR

FOR WINDOWS

CADSTAR ist unsere PC-basierende Lösung für die Leiterplatten-Entwicklung unter Windows™, und Windows NT™. Jetzt haben wir eine führende Anwendung noch einmal entscheidend verbessert: Denn ab sofort ist der revolutionäre auto/interaktive Route Editor von Zuken-Redac auch in CADSTAR enthalten. Serienmäßig, ohne Aufpreis. Mit Route Editor können Sie Ihre Leiterbahnen mit Rechnerunterstützung entflechten, säubern und glätten. Das erspart Ihnen wertvolle Arbeitszeit. Mit grafischer Benutzeroberfläche und Multitasking zeigt sich CADSTAR dabei von seiner besonders anwenderfreundlichen Seite. Fordern Sie mehr - fordern Sie uns!



Demo-Diskette:  
0 89 / 323 92-160



**Zuken-Redac-Design-System GmbH**  
Muthmannstraße 4 • D - 80939 München  
Tel. 0 89 / 3 23 92-0 • Fax: (0 89) 3 22 70 45

## CAD

### Neue Version, neuer Name

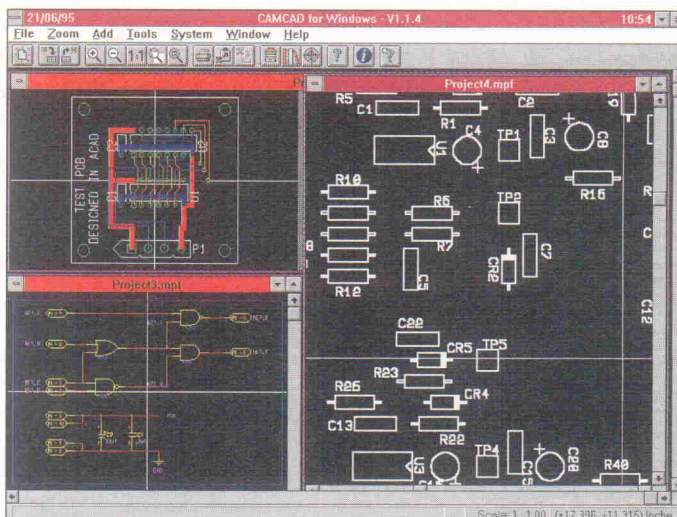
Gleichzeitig mit der Vorstellung der neuen Version 6.2 des Simulationsprogramms PSpice hat das Produkt eine Namensänderung erfahren: nicht mehr einfach PSpice wie ursprünglich, auch nicht Design Center wie nach Einführung der Windows-Version. Mit der Namensgebung 'MicroSim PSpice' möchte sich der Hersteller nun selber mit in den Vordergrund rücken. Neu ist ebenfalls, daß der deutsche Distributor Hoschar seit dem 1. Juli Alleinimporteur von MicroSim-Produkten ist. Mit Tools für Schaltungsentwurf, Filter-De-

sign, PLD-Synthese, Auto-Optimierung, Leiterplattenlayout, Autorouter und Analyse der Signalintegrität bietet die Produktpalette jetzt eine lückenlose EDA-Entwicklungsumgebung unter Windows an. Neben den über 150 Detailverbesserungen des MicroSim PSpice gegenüber der Version 6.1 gibt es nun auch günstige Low-Cost-Pakete ab 2295,25 D-Mark inklusive Mehrwertsteuer.

Hoschar Systemelektronik GmbH  
Rüppurrer Straße 33  
76137 Karlsruhe  
☎ 01 80/5 30 35 06  
☎ 01 80/5 30 35 09

aktuell

### CAD Translator



Router Solutions ist bekannt als Schnittstellenlieferant. Es gibt wohl kaum eine EDA-Software, deren Daten sich nicht mit Hilfe eines RS-Interfaces in andere Programme im- oder exportieren lassen. Nun hat man bei RS auch Windows entdeckt und präsentiert mit CAMCAD32 für Windows ein universelles Tool zum Schauen und Wandeln.

Das Programm ist als Sharewareversion ein reiner Betrachter für DXF-, HPGL- und Gerber-Dateien. Um letztere korrekt am Bildschirm darstellen zu können, ist es auch in der Lage, die dazu nötigen Aperture-Tabellen zu lesen. Die Software ist sehr bedienungsfreundlich, quasi ohne Anleitung sofort zu benutzen, und einfach zu konfigurieren. Den dargestellten Objekten (Pens oder Layer) lassen sich jederzeit beliebige Farben zuordnen. Das Bild zeigt drei

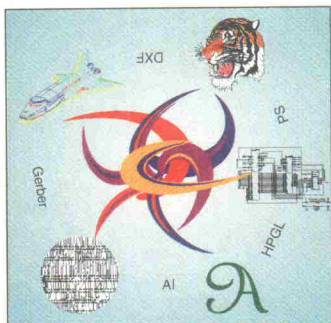
der mitgelieferten Demodateien, je ein DXF, HPGL und Gerber. Wie die Buttonbar verrät, sind verschiedene Zoom- und Bearbeitungsfunktionen integriert.

Drucken und Konvertieren in ein anderes Format sind jedoch erst nach Kauf einer entsprechenden Lizenz möglich. Prinzipiell besteht dann die Möglichkeit, alle Formate ineinander zu konvertieren oder in ein spezielles EDA-Format wie PADS, PDIF, Protel oder CADSTAR zu exportieren. Dazu ist der Erwerb von einzeln erhältlichen Modulen nötig. CAMCAD32 liegt in der Sharewareversion in der ELRAD-Mailbox (Telefon 05 11/53 52-401) zum Download bereit.

mc

Router Solutions  
Sandbergstraße 65  
64285 Darmstadt  
☎ 0 61 51/6 30 51  
☎ 0 61 51/6 64 33





## Konvertieren ohne Ende

VHF Computer bietet mit der Version 2.0 von OpenEnd einen leistungsfähigen Formatkonverter an. Das Windows-Programm konvertiert Vektorgrafikformate wie Gerber, PostScript, Adobe Illustrator, HPGL und DXF untereinander und in jede Richtung. Darüber hinaus ist die Software in der Lage, alle Formate als präzises Preview auf dem Bildschirm darzustellen. Neu in der Version 2.0 ist die Option, Eagle-Script-Dateien zu erzeugen, womit sich jedes Format auch in Eagle importieren läßt. Die Vollversion kostet 1127 D-Mark (incl. MwSt.). Darüber hinaus bietet VHF-Computer für 179 D-Mark (incl. MwSt.) eine in ihrer Funktionalität eingeschränkte Low-Cost-Version an.

VHF Computer GmbH  
Daimlerstraße 13  
71101 Schönaich  
☎ 0 70 31/7 50 19-0  
☎ 0 70 31/65 40 31  
✉ info@vhf.cube.de

## Datenschnittstelle

Eine komfortable Art der Dokumentation für Layouts bietet sich jetzt den Anwendern von PADS-Produkten und dem Hewlett-Packard CAD-Tool für Mechanikkonstruktion ME10. Über eine neue bidirektionale Datenschnittstelle läßt sich die komplette Dokumentation wie Bohrpläne, Vermaßungen, Bestückungsdrucke, Bestückungsoptionen oder Leiterbilder mit zahlreichen Variationsmöglichkeiten in deutlich kürzerer Zeit erledigen. Da auch ME10 sowohl unter UNIX als auch unter Windows verfügbar ist, ist die Datenschnittstelle universell auf verschiedenen Rechnerplattformen einsetzbar.

tecnotron electronic GmbH  
Brühlmoosweg 5/5a  
88138 Weißenberg-ROthkreuz  
☎ 0 83 89/92 00-0  
☎ 0 83 89/17 70

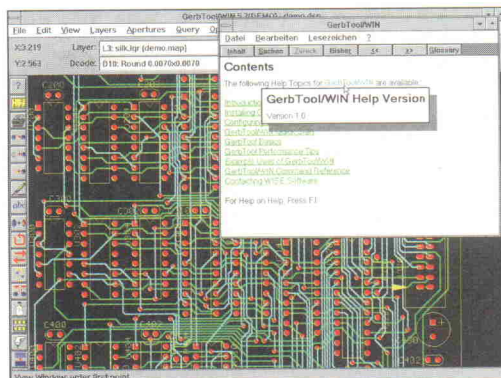
## Alles unter Kontrolle

Die neue Version 5.2 des CAM-Programmpakets GerbTool, im Vertrieb bei Taube Elektronik, ist ein hochentwickeltes Werkzeug für die nahtlose Übergabe von Leiterplatten-Design-Dateien an die Leiterplattenherstellung. Neben bereits vorhandenen Funktionen wie Design-Rule-Check, Nutzenmontage, umfassende Editierfunktionen und automatische Testpunktgenerierung unterstützt die Windows-Software nahezu alle

Fotoplotformate – vor allem aber ICP-D-350, das neue neutrale Format für die Fertigungs-

daten von Leiterplatten. Kurzum, mit GerbTool 5.2 gewinnt der Anwender die vollständige Kontrolle über seine Gerber-Daten. Das wird nicht zuletzt auch durch die leistungsstarke Makrosprache unterstützt, mit der sich beliebige Erweiterungen der Funktionalität programmieren lassen.

Taube Elektronik  
Nostitzstraße 30  
10965 Berlin  
☎ 0 30/69 59 25-0  
☎ 0 30/6 94 23 38



## EAGLE 3.0

Schaltplan - Layout - Autorouter

Jetzt mit  
32-Bit-Power.

Zu  
Low-cost-Preisen  
wie bisher.

Neu:  
- Polygone füllen  
- Copper Pouring  
und mehr!

Demopakett mit Original-Handbuch	25,30
Layout-Editor mit Bibliotheken, Ausgabetreibern und Konvertierprogrammen	851,00
Schaltplan-Modul	1085,60
Autorouter-Modul	1085,60
Versand DM 9,20 (Ausland DM 25,-)	
Hotline kostenlos	
Holen Sie sich die Demo per Modem	
BBS: 0 86 35/69 89-70 Analog (14400 / 8N1)	
-20 ISDN (64000 / X.75)	



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

Aber hinter diesem Erfolg steckt mehr als ein gutes Programm. Zum Beispiel eine vorbildliche Kundenunterstützung, die jedem zur Verfügung steht – ohne Hotline-Gebühren. Anerkennung fand der außergewöhnlich gute Service in einer Umfrage der Zeitschrift IMPULSE unter deutschen Software-Anwendern, aus der CadSoft mit EAGLE als Gesamtsieger hervorging.

Hinter diesem Erfolg steckt aber auch die Tatsache, daß EAGLE ständig an den aktuellen Stand der Technik angepaßt wird. – Unsere neueste Version nutzt die volle Leistung des PC vom 386er aufwärts. Sie kommt mit moderner Bedieneroberfläche und zahlreichen neuen Features.

Lassen Sie sich von unserer voll funktionsfähigen Demo überzeugen.

**CadSoft**

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



## Programmierbare Logik



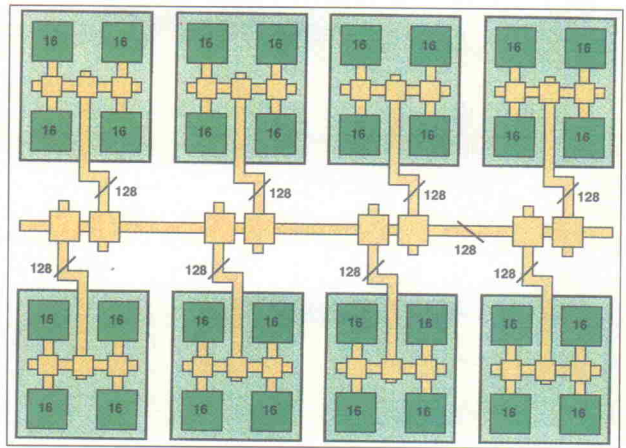
### Struktur geändert

Unter dem Namen Mach Value Plus präsentiert AMD seine neueste CPLD-Familie. Die Value-ICs sind hierarchisch aufgebaut und im Vergleich zu PLDs der vier bekannten MACH-Familien feiner strukturiert. Jeweils vier Segmente bilden eine Schalteinheit, die über Busse zusammengeführt werden. Jedes Segment setzt sich aus vier Blöcken zusammen – die wiederum aus sechzehn Makrozellen bestehen – und entspricht in seinem internen Aufbau einem MACH 210. Die Zeit bis zur Serienreife der neuen CPLDs kann daher sehr kurz ausfallen, da AMD bereits über die Technologie zur Fertigung eines MACH 210 – und somit der Value-Plus-Grundeinheit – verfügt.

Aufgrund ihres hierarchischen Aufbaus konnte die Verdrahtungskapazität der neuen

Bausteine wesentlich verbessert werden. Sie erreichen Verzögerungszeiten von nur 7,5 ns und glänzen zudem mit einem äußerst geringen Leistungsverbrauch. Da sich Geschwindigkeit und Leistungsaufnahme blockweise optimieren lassen, konnte die Stromaufnahme auf weniger als 50 mA reduziert werden. Die Value-Familie basiert auf einer 3,3-V-Technologie, wobei durch interne Verschaltung auch 5-Volt-I/Os zur Verfügung stehen. Neben In-System-Programmierung, JTAG Boundary Scan und PCI-Kompatibilität besteht die Möglichkeit, Value-ICs auf die steigende oder fallende Flanke zu takten und ohne äußere Beschaltung wahlweise in 3,3- oder 5-Volt-Systemen einzusetzen.

Der erste verfügbare Baustein umfaßt 256 Makrozellen und 160 I/Os und ist in 0,65-µm-CMOS-Technologie gefertigt. Musterstückzahlen werden im 4. Quartal '95 verfügbar sein, die Serienfertigung ist für 1Q96 geplant. Ende nächsten Jahres sollen die komplexeren Bausteine (320 bis 512 Makrozellen) im 0,5-µm-Prozess auf den Markt kommen. Sämtliche Bausteine sind in bis zu vier verschiedenen Gehäuseoptionen mit unterschiedlichem I/O-Count geplant.



Vier Blöcke bilden ein Segment. Diese sind der Außenwelt über den Segment-Interconnect-Bus zugänglich.

Unterstützt werden die Value-CPLDs von Minc-Tools. AMD hatte bereits vor einiger Zeit den Auftrag für seine MACH-Software an Minc vergeben. In dieser Kooperation wurde vereinbart, daß die Firma Minc sämtliche Compiler und Fitter für alle vorhandenen und künftigen MACH-Generationen erstellt. Das Know-how von Minc konnte übrigens bereits bei der Entwicklung der MACH-Value-Plus-PLDs genutzt werden.

Advanced Micro Devices GmbH  
Rosenheimer Straße 143b  
81671 München  
☎ 0 89-45 05 30  
☎ 0 89-40 64 90

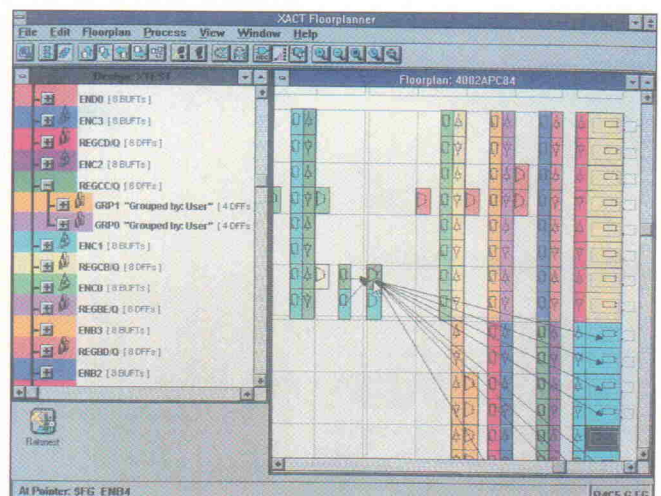
### Schnelle Steine

Wer bisher Entwicklungen mit XC4000-FPGAs durchgeführt hat, kann seine Applikationen nun mit der neuen XC4000E-Familie weiter beschleunigen. Die funktions- und pin-kompatiblen Bausteine bieten eine um bis zu 50 Prozent höhere Performance. Diese konnte durch einen Dreilagigen-Metallisierungsprozeß, verbesserte CLBs sowie neue, auf dem Chip integrierte synchrone Dual-Port-RAM-Funktionen erzielt werden. Letzteres erlaubt simultanes Lesen und Schreiben, während das integrierte synchrone RAM Buffering-Funktionen für den Einsatz in LANs, PCI- und ATM-Applikationen ermöglicht.

Neben diesen neuen 'Update'-Bausteinen stellte Xilinx kürzlich auch eine ganz neue

FPGA-Familie vor. Die XC6200-Generation ist mit ihrer neuen Architektur speziell auf Embedded-Control-Applikationen zugeschnitten. Die ICs sind mit einer mikroprozessorkompatiblen Schnittstelle ausgestattet, die durch ein Memory-Mapped-I/O-Interface gekennzeichnet ist. Dieses besteht aus mikroprozessorkompatiblen Adreß- und Datenbussen sowie den entsprechenden Steuerleitungen. Die 6200-FPGAs bieten zudem eine teilweise In-System-Konfiguration (ISC) sowie große zugewiesene Speicherbereiche, in denen Basiszellen entweder als Logik- oder als Speicherbereich konfigurierbar sind. In jeder als Speicher genutzten Logikzelle können Informationen von 2 Bit abgelegt werden. Dabei läßt sich die Zuweisung als Logik- oder Speicherzelle aufgrund der ISC-Funktion dynamisch ändern. Die XC6200-Familie wird von einem Update der XACT-6.0-Software unterstützt.

In XACT 6.0 ist das im März '95 von Xilinx aufgekaufte Neocad-Tool integriert. Zudem gibt der neue Floorplaner im FPGA-



Designer des XACT-Programms dem Anwender die Möglichkeit, interaktiv in das 'Placement and Routing' einzugreifen. Damit kann er das Wissen über die eigene Schaltung direkt in das IC-Layout einbringen und so die automatischen P&R-Tools in ihrer Arbeit 'unterstützen'. Außerdem läßt sich mit dem Floorplaner ein Design leichter analysieren, da die (Verzögerungs-) Pfade aller Elemente bei Bedarf explizit angezeigt werden.

Xilinx GmbH  
Dorfstraße 1  
85609 Aschheim  
☎ 0 89-99 15 49 11  
☎ 0 89-9 04 47 48





## Mehr Unterstützung

Die Firma Altera will ihre Kunden künftig nicht nur mit Hard- und Software versorgen, sondern ihnen auch Unterstützung beim Design von Altera-PLDs anbieten. So sollen auf Basis eines Partnerprogramms allen Kunden synthetisierbare Funktionsblöcke (Megafunktionen) über das World Wide Web zur Verfügung stehen. Um die kürzlich vorgestellten hochkomplexen ICs der FLEX-10k-Familie effizienter und einfacher nutzen zu können, werden Anwender Zugriff auf definierte Megafunktionen haben. Die FLEX 10k-Bausteine besitzen intern zwei verschiedene Grundstrukturen: Die LABs (Logic-Array-Blöcke) stellen Gruppen von acht Logikelementen (LE) dar, wobei sämtliche LEs innerhalb eines LAB verbunden sind. Die Embedded Array Blöcke (EABs) sind angelehnt an die Struktur eines Sea-Of-Gate-IC. Ihr 'Sea of programmable Bits' kann als Speicher- oder Logikfunktion konfiguriert werden, wobei jeder EAB bis zu 2 KBit RAM oder ROM beinhalten kann. Zudem lassen sich EABs auch als FIFO oder Dual-Port-RAM konfigurieren oder aber kaskadieren, um umfangreichere Speicher zu realisieren.

Zum schnelleren Entwickeln bietet Altera weiterhin ein kostenloses ATM-Design-Kit an, das technische Informationen für das Design von ATM-Produkten mit den PLDs der FLEX-8000-Familie enthält. Neben Details zur Integration wesentlicher ATM-Funktionen – beispielsweise eines 16-bit-CRC (Cycling Redundance Checker) zur Fehlersuche in schnellen Netzwerkanwendungen – wird ein ATM-Paket-Scheduler vorgestellt, der den Datenverkehr von mehreren Eingängen auf einen Ausgangsport steuert. Dieser Scheduler unterstützt bis zu 32 virtuelle ATM-Kanäle mit einem jeweiligen Datenpuffer von 1024 Zellen pro Kanalgruppe.

Altera GmbH  
Max-Planck-Straße 5  
85716 Unterschleißheim  
☎ 0 89-32 18 25 -0  
☎ 0 89-32 18 25 79



# isel-Belichtungstechnik

... zur Herstellung von gedruckten Schaltungen

## isel-UV-Belichtungsgeräte

UV-Belichtungsgerät 1  
Belichtungsfläche 160 x 250 mm DM **302.-**

UV-Belichtungsgerät 2  
Belichtungsfläche 240 x 365 mm DM **379.-**

UV-Belichtungsgerät 3  
Belichtungsfläche 350 x 520 mm DM **532.-**



- eloxiertes Aluminiumgehäuse, geschliffene Kristallglasscheibe, UV-Leuchtstofflampen und elektronische Zeitschaltuhr
- gleichmäßiger Anpreßdruck durch Deckel mit Schaumstoffauflage
- optimale Ausleuchtung der Belichtungsfläche und gute Wiedergabegenauigkeit

## isel-Vakuum-UV-Belichtungsgeräte

Vakuum-UV-Belichtungsgerät 1  
einseitige Belichtungen bis 360 x 230 mm DM **961.-**

Vakuum-UV-Belichtungsgerät 2  
zweiseitige Belichtungen bis 360 x 230 mm DM **1184.-**

Vakuum-UV-Belichtungsgerät 3  
einseitige Belichtungen bis 520 x 390 mm DM **1202.-**

Vakuum-UV-Belichtungsgerät 4  
zweiseitige Belichtungen bis 520 x 390 mm DM **1631.-**



- Aluminiumgehäuse, Vakuumrahmen mit Selbstverschluß und Schnellbelüftung
- eingebauter Timer mit Sekundeneinstellung in 6-Sekunden-Schritten und Minuteneinstellung in 1-Minuten-Schritten, Zeiteinstellung 6-90 sek. und 1-15 min
- absolut gleichmäßige und seitenidentische Ausleuchtung der Belichtungsfläche

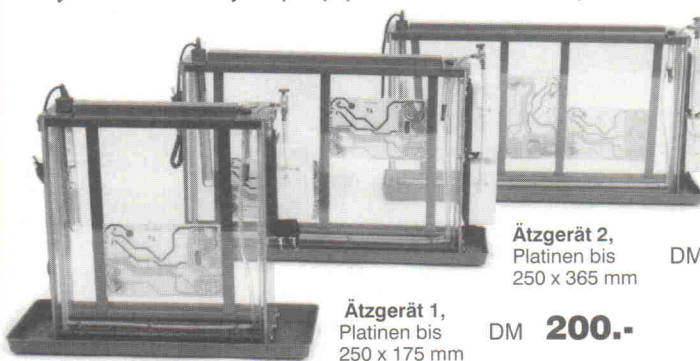
# isel-Ätztechnik

... zur Kleinserienfertigung gedruckter Schaltungen

Ätzgerät 3  
Platinen bis  
250 x 465 mm  
DM **312.-**

Ätzgerät 2,  
Platinen bis  
250 x 365 mm DM **257.-**

Ätzgerät 1,  
Platinen bis  
250 x 175 mm DM **200.-**



- superschmale Glasküvetten, Luftschlauch mit Spezial-Luftverteilterahmen,
- Küvettenrahmen mit Membranpumpe und stufenlos regelbarer Heizung
- verstellbarer Platinenhalter zur Aufnahme der Leiterplatten
- Thermometer
- Kunststoff-Auffangwanne

**Fordern Sie unseren Katalog H "Rund um die Leiterplatte" an !!**

Rund um die  Leiterplatte

iselautomation Hugo Isert  
Im Leibolzgraben 16 D-36 132 Eiterfeld  
Tel.: (06672) 898 0 Fax: (06672) 898 888



# Schnelleres Multimedia

aktuell



**C**hiphersteller versuchen sich an gänzlich neuen Technologien, um die im Multimedia-Bereich geforderten hohen Leistungsmerkmale umzusetzen.

Um das Jahr 1990 tauchte erstmals die Bezeichnung Multimedia in den Publikationen der Computerwelt auf. Doch sehr schnell geriet dieser Begriff für lange Zeit (eigentlich bis heute) in eine Grauzone von Undefinierbarkeit und war ständig Quelle kontroverser Meinungen. Doch es ist nicht die fehlende genaue Festlegung, was man denn unter Multimedia zu verstehen habe, es ist eigentlich mehr die fehlende Antwort auf die Frage: Was kann man damit machen?

Computerspiele setzen die Anforderungen an Hard- und Software. Längst vorbei sind die Zeiten, wo zweidimensionale grob strukturierte Gestalten durch ein ebenso grob strukturiertes Labyrinth hüpfen. Nun sollen die Spiele realistischer sein, dreidimensional mit Stereosound versteht sich, interaktiv und mit möglichst hoher Auflösung. Doch das gab die Hardware bisher nicht her. Die Videos liefen in kleinen Fenstern mit miserabler Qualität ab, der Ton war ebenso schlecht und konnte oft mit dem Bild nicht ausreichend genau synchronisiert werden.

Nun gehen immer mehr Hardwarehersteller einen Schritt auf die Spielehersteller zu. Neue

Grafik- und Videobeschleuniger in Verbindung mit einem Audio-DAC sollen hier einen Leistungssprung hervorrufen. Die zu lösenden Anforderungen: Audio in HiFi-Qualität, fotorealistische Echtzeitdarstellung dreidimensional, Full-Motion-Video und Videospezialeffekte, beispielsweise Texturen.

Die als Nummer dreizehn in der Welt der Halbleiterproduzenten geltende SGS-Thomson ist nun eine Partnerschaft mit der recht jungen Firma nVidia eingegangen. Ergebnis einer mehr als einjährigen Zusammenarbeit ist ein Multimedia-Beschleuniger-Chip, der unter der Bezeichnung NV1 und STG2000 in den Handel kommt. Der NV1 stellt dabei eine VRAM-Version dar, die ausschließlich von nVidia vermarktet wird, während die DRAM-Version STG2000 von SGS-Thomson verkauft wird.

Kernstück im Inneren des Beschleuniger-Chips ist ein Packet-Bus, der bis zu 600 Mbyte/s übertragen kann und somit die einzelnen Engines sowie die Interfaces nach außen ausreichend schnell bedienen kann. Ein Host-Bus-Interface sorgt dafür, daß die Daten vom PCI- oder VL-Bus entweder in einem FIFO-Puffer oder von einer DMA-Einheit übernommen werden. Von dort gelangen sie auf den schnellen internen Bus, wo sie von einem VGA- und DOS-Audio-Modul, einer Graphics- und Video-Engine sowie einem Audio-Modul weiterverarbeitet

werden können. Die fertig bearbeiteten Daten werden auf ein Memory-Interface übertragen und von dort aus mit 32 oder 64 Bit Breite in den bis zu 4 Mbyte großen externen Speicher transferiert. Die Audiodaten werden im Chip vom Audiomodul verarbeitet und über einen separaten Audio-Codec nach außen gegeben. Mit Ausnahme des Audio-Codecs sind somit alle Multimedia-Beschleunigungsfunktionen auf einem einzigen Chip realisiert.

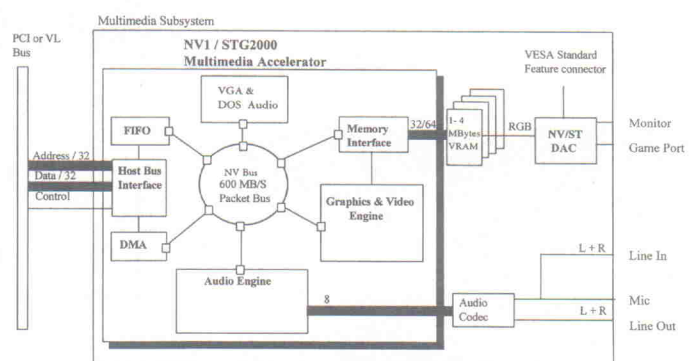
Der NV1 beschleunigt typische Windows-GUI-Funktionen (zum Beispiel Scrollen) und soll damit Entwickler ermuntern, schnelle Anwendungen für Windows zu entwickeln. Eine speicherresidente Wavetable-Synthese soll den Klang von Tonsignalen gegenüber der bisher in Soundkarten üblichen FM-Synthese erheblich verbessern. Die Audio-Engine, eine Einheit, die mit einer Rechenleistung von 350 MIPS aufwartet, unterstützt maximal 32 Wavetable- und bis zu 50 digitale Audiokanäle.

Die Graphics- und Video-Engine kann je nach Speicherausstattung der Karte mit Auflösungen von  $800 \times 600$  oder  $1024 \times 768$  bei 65 000 Farben immerhin noch 30 Frames pro Sekunde ausgeben. Aufgrund der notwendigen intensiven Berechnungen beim Manipulieren von 3D-Bildern konnten diese Leistungsmerkmale bisher in der PC-Welt nicht erreicht werden. Die Firma nVidia ging hier einen neuen Lösungsweg: Bisher wurden 3D-Objekte aus zahlreichen Polygonen zusammengesetzt, deren Verbindungslinien gerade waren. Bei kurvenreichen Objekten mußte für eine fotorealistische Darstellung die Anzahl der Polygone sehr groß gewählt werden. Die daraus resultierenden intensiven Berechnungen waren der Grund

für die bisher üblichen niedrigen Auflösungen ( $320 \times 200$ ) bei etwa 10 bis 15 Frames pro Sekunde. nVidia versucht dieses Problem durch Polygone zu lösen, deren Verbindungslinien Kurven sind (Curved-surface-polygons). Dadurch kommt man mit einer erheblich geringeren Anzahl von Polygonen aus, was sich in der besagten höheren Auflösung, der besseren Farbtiefe und einer größeren Frame-Rate niederschlägt. Die dazu notwendigen Algorithmen wurden in Hardware realisiert. Oberflächeneffekte wie diffuses oder fokussiert einfallendes Licht, Nebel oder Transparenz werden durch eine Textur-Oberfläche realisiert, die um das 3D-Objekt gelegt wird. Auch dieses Leistungsmerkmal ist komplett auf dem Chip in Hardware realisiert. Beides, Curved-surface-polygons und Texturoberfläche, sind die eigentlichen Kernelemente der teilweise erheblich beschleunigten Darstellung von 3D-Objekten. Auch für ein Full-Motion-Video-Playback mit 30 Bildern pro Sekunde wurden zahlreiche Funktionen als Hardware auf dem Chip integriert.

Durch diese neuen Technologien versucht nVidia in Partnerschaft mit SGS-Thomson einen deutlichen Leistungssprung im Multimedia-Bereich zu erreichen. Da man mit dieser Entwicklung vorwiegend auf die Heimanwendungen zielt, wird ein attraktiver Preis angestrebt – beginnend bei 199 Dollar je nach Speicherausstattung. Bereits jetzt arbeitet nVidia an zwei weiteren Chips (NV2 und NV3), die die Multimedia-Fähigkeiten weiter verbessern sollen.

SGS-Thomson Microelectronic  
Bretonischer Ring 4  
85630 Grasbrunn  
☎ 0 89/46 00 60  
☎ 0 89/4 60 54 54



Die Architektur des NV1-Chips mit einem 600 MByte/s schnellen internen Bus-System.



# Rosige Zeiten

9th Annual Semiconductor Conference  
in San Jose

Dr. Sabine Dutz

Am 27. Juli diesen Jahres trafen sich die Führungskräfte von 51 Halbleiterherstellern im noblen Fairmont Hotel im kalifornischen San Jose. Vor rund 850 Analysten und Investmentbankern diskutierte man über die derzeitige Lage und zukünftigen Trends auf dem Semiconductor-Markt.

Dabei stellte Diskussionsleiter Dr. Daniel Klesken, Managing Director und Senior Semiconductor Analyst von Robertson, Stephens & Company, gleich zu Anfang der ersten Podiumsrunde die alles entscheidende Frage: Wie lange wird das starke Wachstum der Branche noch anhalten? Die Präsidentenrunde aus Dan Reddy, Alliance Semiconductor Group, T.J. Rogers, Cypress Semiconductor Corporation, Len Perham, Integrated Device Technology, Jimmy Lee, Integrated Silicon Solutions und Kipp Beddard, Micron Technology war sich einig: Es ist noch kein Ende in Sicht.

Die Ansicht der Firmenbosse deckt sich mit den Analysen des Marktforschungsunternehmens Dataquest: Verzeichnete man 1994 im Geschäft mit den Halbleitern noch einen Umsatz von rund 111 Milliarden US-Dollar, soll er in diesem Jahr bereits auf 136 Milliarden ansteigen. Im Jahr 2000 wird sogar mit einem 273 Milliarden-US-Dollar-Umsatz gerechnet. Das stärkste Wachstum findet dabei im Bereich der Speicher-ICs statt, die bis 1999 rund ein Drittel des gesamten Halbleitermarktes einnehmen werden.

## Angebot und Nachfrage

Als Antriebsmechanismus sahen die Teilnehmer der Podiumsrunde in erster Linie den Fortschritt in der Kommunikationstechnologie. Digitale Mobiltelefone, High-Speed Modems, sowie leistungsfähigere Router und Switches treiben die Nachfrage nach SRAM in die Höhe. Während der Bedarf an asynchronem RAM bis Ende diesen Jahres noch weiter ansteigen wird, erwartet man 1996 einen Boom für synchrones Pipeline-RAM. Einigkeit herrschte darüber, daß sich die 3-Volt-Technologie zum zukünftigen Standard entwickeln wird.

Derzeit kann die Explosion im SRAM-Markt von den Herstellern allerdings nicht aufgefangen werden. Verbraucher von Speicher-ICs finden sich eher in einer Situation wieder, in der sie nehmen, was sie bekommen, um am Ende nicht mit leeren Händen dazustehen. Die derzeitige Speicher-IC-Knappheit soll Gerüchten zur Folge inzwischen schon soweit gediehen sein, daß

es sich einige Hersteller leisten, ihre SRAM- und DRAM-Chips per Telefonkonferenz an den meistbietenden Interessenten zu versteigern.

Übrigens erwartet nicht nur Bill Gates sehnsüchtig den Tag, an dem Windows 95 endlich die PC-Welt erobert. Wie sich herausstellte, stehen die Hersteller von SRAMs und DRAMs schon händereibend hinter ihm. Denn das neue Betriebssystem ist ein wahrer Speicherfresser – es verlangt etwa 3–4mal soviel Memory wie Windows 3.1. Und 1997 sorgt dann Intels P6 mit seiner 3-Level-Cache-Technologie für weiteren Bedarf.

## Kapazitätsprobleme

Die zweite Podiumsrunde beschäftigte sich mit der Frage, ob die Halbleiterproduktionsstätten die Nachfrage jemals decken können. Denn als Steigerung zu Dataquest erwarteten die anwesenden Analysten von Robertson Stephens & Company sogar ein Wachstum des Marktes auf 350 Milliarden US-Dollar bis zum Jahr 2000. Um diesen immensen Bedarf befriedigen zu können, würden laut Vinod Mahendroo, Vize Präsident des Corporate Marketing bei Applied Materials, rund 30 neuer Halbleiterfabriken benötigt. Kevin McGarity, Senior Vice President der Texas Instruments Semiconductor Group, vertrat dabei jedoch die Ansicht, daß die derzeitige Nachfrage nicht der Realität entspricht, weil viele Kunden doppelt so viel bestellen, wie sie tatsächlich benötigen.

Ob letzteres den Tatsachen entspricht, bleibt dahingestellt – es änderte nichts an den äußerst positiven Prognosen, die auch Vladi Catto, Chefökonom bei Texas Instruments, nach der Mittagspause in seiner Keynote-Rede nochmals unterstrich. Er führte neben dem explodierenden Mobiltelefonmarkt weitere Gründe an, die seiner Meinung nach für ein stetiges Wachstum des Halbleiterumsatzes sorgen: Beispielsweise die Erschließung neuer Märkte wie China und Rußland, denen Experten in diesem Bereich eine Wachstumsrate von 40 Prozent vorherzusagen. Und auch der von Jahr zu Jahr steigende Anteil von ICs im Heimelektronikumfeld und in der Automobilbranche lassen den TI-Ökonom hoffen.

Ein Fazit kann man aus der Konferenz sicher ziehen: Die Halbleiterindustrie braucht sich zumindest in den kommenden 10 Jahren keine Sorgen um ihre Zukunft zu machen.

uk



# Revolution

**top-CAD für Windows** revolutioniert den ECAD-Markt durch ein völlig neues System-Konzept. top-CAD arbeitet auch unter Windows mit der einzigartigen Echtzeitintegration bei gleichzeitig geöffnetem Stromlaufplan- und Layoutfenster.

- ◆ Komplette 32-Bit-Entwicklung für alle Windows-Versionen (Windows 3.1, Windows für Workgroups, Windows NT, Windows 95)
- ◆ Flexibilität durch Variantendesign (254 mögliche Varianten/Projekt)
- ◆ Leistungsstark durch optimale Fertigungsanbindung
- ◆ Leichte Bedienbarkeit durch funktionsabhängige Menüs und eine kontextsensitive Online-Hilfe
- ◆ Hohe Effizienz durch zahlreiche Automatismen
- ◆ Datensicherheit durch permanente Design Rule Checks (DRC) und Electrical Connectivity Checks (ECC)
- ◆ Logischer Ausgangspunkt

## Modularer Aufbau

Kaufen Sie nur das, was Sie benötigen

- ◆ Projektmanager
- ◆ Stromlaufplan
- ◆ Layout
- ◆ SPEA Profirouter
- ◆ Bibliothekseditoren
- ◆ Komplette Fertigungsdatenerzeugung
- ◆ Programmierbares Postprocessing P<sub>1</sub>

## Highlights

- ◆ Autorouter im Stromlaufplan
- ◆ Automatische Testpunktgenerierung
- ◆ Assoziative Kupferflächen
- ◆ Konfigurierbares Autoplace
- ◆ Automatische Bauteilverdrängung (Automove)
- ◆ Stufenfreies Scrolling
- ◆ Selektion mit Filtermöglichkeit
- ◆ Bibliotheksunabhängige Projektverwaltung
- ◆ Modulkonzept
- ◆ Testpunktkonzept
- ◆ Typen-, Attribut- und Mappingkonzept

top-CAD-Anwender genießen sämtliche Vorteile des „Made in Germany“ durch den direkten Draht zum Hersteller und kunden-nahen Support.

## SPEA Messestand

**SYS SYSTEMS**  
Halle 15 OG  
Stand D03/G04



Ron Burrage, fotografiert von Michael Leis

**SPEA**  
SOFTWARE AG

SPEA SOFTWARE AG  
Moosstr. 18 · D-82319 Starnberg  
Tel. 0 81 51/266-223 · Fax 0 81 51/282 43



# NI WEEK 1995

## National Instruments Entwicklerkonferenz in Austin

Herbert Pichlik



aktuell

**E**nde Juli fanden sich bei National Instruments in Austin Meßtechniker aus aller Welt zur gleichermaßen firmeninternen wie produktspezifischen Fachkonferenz NI WEEK 95 ein.

Die vom 23. bis 28. Juni abgehaltene Tagung in Austin war in zwei Teile gegliedert. Auf der 'Developers Conference', einer Fachkonferenz, die die erste Hälfte der NI Week ausmachte, kamen vor allem die sogenannten Alliance Partner von National Instruments und ambitionierte Entwickler auf ihre Kosten.

Bei Außentemperaturen von 40 °C konfrontierte National Instruments die Konferenzteilnehmer im klimatisierten Stouffer-Renaissance Hotel mit einem straffen Programm, das nahezu alle Aspekte der grafischen Flußprogrammierung, Meß-, Steuer- und Regelungstechnik, Prozeßkontrolle und Prozeßvisualisierung sowie des effizienten Marketings abdeckte – natürlich mit deutlichem Schwerpunkt auf NIs Produktpalette.

Wie nicht anders zu erwarten, wirft Windows 95 seine Schatten auch im Bereich der virtuellen Instrumente von NIs Softwareprodukten LabView und LabWindows voraus. Neu vorgestellt wurde beispielsweise 'NI Measure', eine Software zur Erweiterung der Spreadsheet- und Visualisierungsmöglichkeiten von MS Excel um Visual-Basic-Optionen und Datenerfassungsfunktionen. Ebenfalls als

Neuvorstellung gab es die Windows 95/NT-Version von LabWindows/CVI zu sehen.

### Plus für LabView

Das größte Aufsehen erregte bei den Konferenzteilnehmern die Ankündigung von Erweiterungen, die sich mit der kommenden Major Release von LabView (Revision 4) ergeben sollen. Eine bereits sehr stabile Alpha-Version von LabView 4 (die Beta-Testphase startet demnächst) ließ die neuen Möglichkeiten zur Produktivitätssteigerung für LabView-Entwickler erahnen: benutzerkonfigurierbare Werkzeugpaletten ähnlich wie in CAD-Anwendungen, neue Probe- und Popup-Werkzeuge, leichter zu bedienende Edit-/Run-Modi und neue, integrierte Online-Hilfefunktionen unter Windows 95 und NT verbessern die LabView-Benutzerschnittstelle ab Version 4 erheblich.

Weitere Gewinne versprechen die neuen Find- und Profiling-Funktionen, erweiterte Debug-Möglichkeiten (Breakpoints, step in/over/out) und ein Profiling Tool, das eine Übersicht über alle wichtigen Aspekte bei der Ausführung von virtuellen Instrumenten gibt. Zudem soll es künftig möglich sein, Teile von Programmdiagrammen in LabView 4 per Mausklick in Virtuelle (Sub-VIs) umzuwandeln.

Auch in Sachen 'Connectivity' hat sich einiges getan. So ist

VISA, eine Interface-unabhängige Treibertechologie, in die 4er Release von LabView integriert. Ein neuer Function Panel Converter ermöglicht die Generierung von LabView-VIs aus existierenden LabWindows/CVI-Applikationen. Die Implementierung von OLE-Automatismen (Object Linking and Embedding) – neben VISA die wohl größte Connectivity-Erweiterung – gewährleistet eine wesentlich bessere Kommunikation zu anderen Windows-Programmen.

Die grafische Programmiersprache 'G', Bestandteil von LabView, erfährt mit der neuen Version ebenfalls eine Reihe sinnvoller Verbesserungen. So sind unter anderem die String-Funktionen erheblich überarbeitet worden (vor allem Format, Scan und Time). Zudem besteht jetzt die Möglichkeit, arithmetische Icons auseinanderzuziehen. Dadurch läßt sich beispielsweise ein UND-Gatter mit 16 Eingängen realisieren, an dem beliebig viele Eingänge negierbar sind – was letztendlich zu wesentlich kompakterem Code als bei LabView 3.x führen kann.

National Instruments und die Alliance Partner präsentierten auch eine große Anzahl neuer oder verbesserter LabView Toolkits. Vor allem NIs neues 'Digital Filter Design' Toolkit beeindruckte dabei durch seinen Komfort. Es empfiehlt sich etwa für Ingenieure, die sich seit ihrem Studium nur wenig mit der Materie Filter beschäftigt haben und einen Wiedereinstieg suchen.

Auch deutsche Firmen wie die Firma MIT aus Aachen, vertreten durch Dr. Richard Weber, glänzten mit herausragenden LabView-basierten Produkten. MIT zeigte mit seinem 'Data-Engine'-VI die Integration von Fuzzy Logic und neuronalen Netzen in LabView und demonstrierte anhand von Beispielen

aus der Qualitätssicherung die außergewöhnlichen Eigenschaften dieser Software.

### Hardware drumherum

Neben neuen Softwareprodukten gab es auch das Debüt einiger Hardware-Laborate zu bestaunen. NI selbst stellte eine Reihe neue SCXI-Produkte vor und am Tektronix-Stand waren Ergebnisse des VXI-Plug-and-Play-Konsortiums zu sehen.

Eine eindeutige, industrieweite Marschrichtung hin zu Plug-and-Play-Bussystemen wie PCMCIA (nicht nur für Notebooks) und vor allem PCI (für Desktopsysteme) war in Austin ebenfalls auszumachen. Insbesondere der PCI-Bus sollte sich im Meßtechnikbereich breitbandig durchsetzen, da er eine plattformübergreifende Entwicklung von Einsteckkarten ermöglicht.

Die Fülle an interessanten technischen Workshops und Präsentationen machte dem Besucher der NI Week die Auswahl für eine bestimmte Session oft schwer. Neben Themen wie der Verbesserung des Programmierstils deckten die Veranstaltungen auch nahezu alle Bereiche der Datengewinnung und -aufbereitung ab.

### Scherenschnitt

Der zweite Teil der Veranstaltung, das 'User Symposium', begann mit der Einweihung des neuen Stammsitzes von National Instruments in Austin, ganz in der Nähe des Prozessorentwicklungszentrums von IBM/Motorola. Texas-like erfolgte die sogenannte 'Ribbon Cutting Ceremony' (Band durchschneiden zur Einweihung) unter Zuhilfenahme eines überdimensionalen Bandes und einer gigantischen Schere – vollzogen von NI-Chef Dr. James Truchard und im Beisein von LabView-Erfinder Jeff



Größe von Band und Schere entsprechen den Dimensionen des Hauses: offizielle Einweihung des neuen NI-Stammsitzes in Austin, Texas.



Kodosky, Engineering-Vizepräsident Carsten Thomsen sowie zwei Vertretern der Kommunalpolitik. Das neue Gebäude erlaubt NI innerhalb der nächsten Jahre nicht nur überproportionale Wachstumsmöglichkeiten, sondern ist zudem auf leichte Erweiterbarkeit hin konzipiert.

Im Rahmen des Benutzersymposiums bewiesen die unterschiedlichsten Applikationen aus den Bereichen Prozeßmonitoring und -kontrolle, Test- und Meßtechnik, Biomedizin, Regelungs- und Steuerungstechnik, Qualitätswesen, Laborautomatisierung, Produktion, Netzwerke, Leistungselektronik, Elektromechanik, Automotive, Forschung und Lehre et cetera, daß LabView mittlerweile in fast alle Bereiche der Datenverarbeitung eingedrungen ist – auch in nicht-technische.

Einen großen Schwerpunkt bilden hierbei Prozeßkontrolle und Prozeßvisualisierung. Vor allem die Einbindung diverser Feldbussysteme und speicherprogrammierbarer Steuerungen wird forciert. So werden die Systeme praktisch aller namhaften Hersteller derzeit bereits durch LabView-Treiber unterstützt. Albert Geven von Philips Research stellte in diesem Zusammenhang umfangreiche Tools zur Implementierung von Interbus-S-Komponenten unter LabView vor. Und auch in den Bereichen Produktions- und Testautomatisierung sind Steigerungsraten zu registrieren. Fadi Dauo von der Firma Genrad referierte zum Beispiel über eine LabView-gestützte Produktionseinrichtung für SONET, SDH und PDH-Komponenten.

Neben den rein technischen Anwendungen überzeugten die sogenannten Fun Applications vor allem durch ihre Professionalität. Robert Gretta, Softwareingenieur bei NI, entwickelte in seiner Freizeit mit LabView eine Reihe von Computerspielen, die einen Vergleich mit anderen Arcade-Spielen nicht zu scheuen brauchen. Ken Liles von der Firma Instrument Services stellte einen unbemannten, LabView-gestützten Kiosk zur Abwicklung von UPS-Paketverschickungsaufträgen vor. Dieser kommt zur Zeit übrigens überall in den USA zum Einsatz.

## Alles in allem

Es wäre unmöglich, hier auf alle Facetten der professionell

inszenierten Großveranstaltung einzugehen – deshalb an dieser Stelle ein kurzes Fazit.

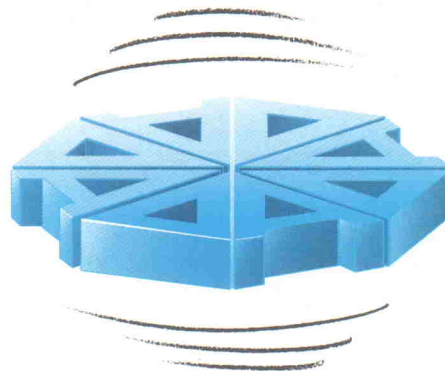
Das Innovationstempo bei der Entwicklung von visuellen und grafischen Entwicklungstools nimmt dramatisch zu – nicht nur bei NI. Major Upgrades von Softwareprodukten wie LabView dürften bald in Jahreszyklen zu erwarten sein. Grafische und visuelle Programmiertechniken werden in der Zukunft weit mehr Einfluß auf die Datenverarbeitung nehmen als heute. Nach den diversen Spielarten zeichenbasierter Hochsprachen (deklarativ, funktio-

nal, objektorientiert etc.), stellen sie das nächste Abstraktionslevel in der Evolution von Programmentwicklungssystemen dar: Der Entwickler braucht sich weit weniger als bisher um die Benutzeroberfläche zu kümmern, der erzeugte Code ist im Vergleich zu konventionellen Sprachen wesentlich besser zu 'recyclen', die Programme sind selbsterklärend und – vor allem – extrem schnell realisiert.

Auf absehbare Zeit stellt Windows 95 hierzu die beste Alternative im Bereich der 32-Bit-Single-Prozessor-Betriebssysteme

me dar – allein schon aufgrund der hervorragenden Treiberunterstützung. Benötigt man eine kostengünstige, schnelle, stabile und skalierbare (Multiprozessor-)Architektur, die zusätzlich sogar diverse High-End-RISC-Systeme unterstützt und auch kritische Tasks handeln kann, empfehlen sich derzeit vor allem Windows NT 3.51 mit der Windows 95-konformen Oberfläche.

Bleibt nur noch abzuwarten, bis wann grafische Entwicklungswerkzeuge auch Einzug in die allgemeine Datenverarbeitung halten. *kle*



# auf-schwingen!

## z. B. auf unser riesiges SMD-Quarz-Programm

Es locken SMD-Quarze für die Telekommunikation und auch SMD-Oszillatoren wie TCXO, VCTCXO und VCXO.

- ▶ Applikation: Mobiltelefon, PCMCIA, Phase-Lock-Loops, ISDN
- ▶ Gehäuse: Metallgehäuse, Plastik umhüllt, Keramikgehäuse (max. 1,0 mm Höhe)
- ▶ Frequenzbereich: Quarze 1,8432 - 125,0 MHz  
Oszillatoren 1,00 - 220,0 MHz
- ▶ Arbeitstemperaturbereich: von - 40 °C bis 85 °C



**Fragen Sie uns an, Tel. (0 71 31) 5 81-0!**

Bei ACAL erhalten Sie das gesamte Spektrum an Quarzen und Oszillatoren - Standard und Professionell. Zu diesen Produkten bieten wir in Flein/Heilbronn eine umfangreiche Meß- und Prüfeinrichtung an. Wir unterstützen Sie!



**ACAL** Auriema GmbH  
Postfach 11 49  
D-74220 Flein/Heilbronn  
Tel. (0 71 31) 5 81-0  
Fax (0 71 31) 581-290

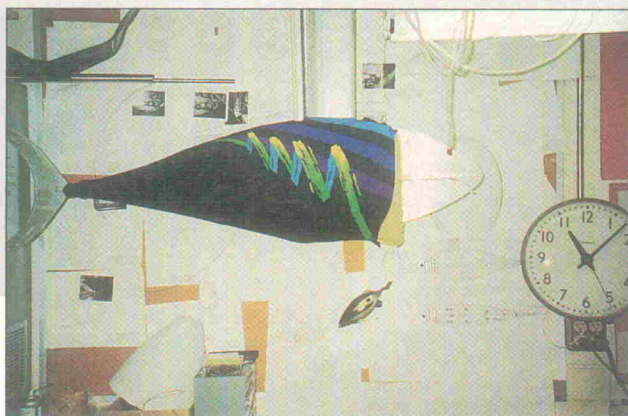
Exklusiver Repräsentant mit Applikationscenter für elektromagnetische Bauteile, Quarzprodukte, Stromversorgungen und elektromechanische Komponenten. Ein Unternehmen der ACAL-Firmengruppe.



## Radio und TV

# Programmtips

Auswahl Naturwissenschaft und Technik  
für Oktober 95



Die Bionik verbindet BIOlogie und TechNIK. Wissenschaftler versuchen die Patente der Natur – im Testlabor der Evolution seit Jahrmillionen bewährt – auf technische Konstruktionen zu übertragen. In einer vierteiligen Dokumentation (4. 10. bis 25. 10.) zeigt Arte, wie zum Beispiel aus einem Roboter-Thunfisch (am Massachussetts Institut of Technology) neue U-Boot-Designs entstehen oder wie das Vorbild Haifisch den Benzinverbrauch von Flugzeugen senken kann.

## Sonntag, 1. 10.

**MDR Kultur** 13.15 Uhr

Als gestern heute war. So fing es an – früheste Tondokumente. Historische Radiodokumente

## Montag, 2. 10.

**WDR 5** 17.05 Uhr

Neugier genügt: Einsatz verpaßt – Der Sterlingmotor

**3sat** 21.00 Uhr

Neues ... Das Magazin. Multimedia

## Dienstag, 3. 10.

**DW-tv** 20.30 Uhr

Feature: The Rocket Men of Huntsville – The German Contribution to the Conquest of Space (In Englisch)

## Mittwoch, 4. 10.

**arte** 19.30 Uhr

Bionik – Patente der Natur (1): Bäume als Lehrmeister

## Freitag, 6. 10.

**arte** 22.20 Uhr

Archimedes: Welt im Netz. Das Internet und andere Datenwege

## Samstag, 7. 10.

**ZDF** 10.03 Uhr

Globus – Forschung und Technik

**3sat** 14.00 Uhr

Neues ... Der Anwenderkurs (4): Windows 95 – Systemsteuerung

**DW-tv** 16.15 Uhr

Forscher-Fakten-Visionen: Chronischer Schmerz – ein Stiefkind der Medizin?

## Sonntag, 8. 10.

**Bayer. Fernsehen** 13.40 Uhr

Computer-Treff

## Montag, 9. 10.

**3sat** 19.30 Uhr

Neues ... Die ComputerShow

## Dienstag, 10. 10.

**N3** 22.15 Uhr

Prisma – Dokumentation

## Mittwoch, 11. 10.

**arte** 19.30 Uhr

Bionik – Patente der Natur (2): Das Geheimnis der Bewegung

**Bayer. Fernsehen** 20.15 Uhr

Selbständigkeit im Jahre 2015. Das Kohlendioxidproblem

## Samstag, 14. 10.

**3sat** 10.30 Uhr

Neues ... Der Anwenderkurs

## Montag, 16. 10.

**Bayer. Fernsehen** 13.00 Uhr

Cabrio live. Medientage München

## Dienstag, 17. 10.

**ARD** 21.35 Uhr

Globus – Forschung und Technik

**N3** 22.15 Uhr

Prisma – Dokumentation

## Mittwoch, 18. 10.

**ARD** 4.45 Uhr

Globus – Forschung und Technik

**arte** 19.30 Uhr

Bionik – Patente der Natur (3): Symphonie der Sinne. Bionische Medizin. Die Verbindung von Chips und Nervenzellen

**Bayer. Fernsehen** 20.15 Uhr

Das Wissenschaftsgespräch. Forschungsreaktor Garching

## Donnerstag, 19. 10.

\* Heute gibt's die neue **ELRAD**

**Bayern 2** 19.30 Uhr

Forum der Wissenschaft. Schule im Cyberspace. Die Computerisierung des Lernens – zwischen Revolution und Reaktion

## Montag, 23. 10.

**3sat** 12.00 Uhr

Globus – Forschung und Technik

**3sat** 19.30 Uhr

HITEC – Das Technikmagazin

## Dienstag, 24. 10.

**N3** 22.15 Uhr

Prisma – Dokumentation

## Mittwoch, 25. 10.

**arte** 19.30 Uhr

Bionik – Patente der Natur (4): Von Spinnenseide und Quallenengel

**Bayer. Fernsehen** 20.15 Uhr

Forscher – Fakten – Visionen: Gentherapie

**ZDF** 21.00 Uhr

Abenteuer Forschung

## Sonntag, 29. 10.

**3sat** 7.00 Uhr

Tele-Akademie. Prof. Dr. Harald Fritzsch: Eine Formel verändert die Welt – Newton, Einstein und die Relativitätstheorie

**ARD** 17.00 Uhr

ARD-Ratgeber: Technik

## Montag, 30. 10.

**3sat** 21.00 Uhr

Neues ... Das Magazin. Ökologie und PC

## Dienstag, 31. 10.

**N3** 22.15 Uhr

Prisma – Magazin. Moderation: Wolfgang Buck

## tägliche Radiosendungen

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

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

## wöchentliche Radiosendungen

**Radio ffn** montags, 14.40 Uhr

'Der kleine Computer' – Hilfreiche Tips für PC-Anwender

**Radio Hamburg** montags, 17.00 Uhr

'Chipsfrisch'

**Radio Mainwelle** montags, 17.40 Uhr

Computer-Ecke

**Bayern 2** zweimal monatlich montags, 16.30 bis 17.00 Uhr

'Fatal Digital' – Computer-Magazin im Programm 'Zündfunk'

**NDR 2** NDR 2 mittwochs, 19.00 Uhr

'Club-On-Line' – Wiederholung einzelner Beiträge aus der Reihe 'Computer On-Line'



## Elektronisch gewinnen

Mit Erscheinen dieses Heftes bekommt die ELRAD-Mailbox ein neues Gesicht. Eine verbesserte Menüstruktur und eingebaute Online-Hilfetexte sollen dem Benutzer das Zurechtfinden erleichtern.

Neuerdings gibt es nur noch ein vernetztes Forum. Wer Leserbriefe oder Fragen an die Redaktion richten möchte, kann diese in jeder an das Gernet angeschlossenen Mailbox im Echo ELRAD.GER (in den Netnews als *ger.elrad*) ablegen. Über Nacht landen die Beiträge dann in der Stammbox im Verlag.

Außerdem wird nach und nach die Struktur der Dateibereiche verfeinert. Beispielsweise steht dann Software für die verschiedenen Mikrocontrollerfamilien in eigenen Gruppen.

Die Umstellung feiern wir mit einem Preisausschreiben: In der Mailbox liegt ein Formular mit Fragen aus dem Bereich der Elektronik. Füllen Sie dieses bis zum 19.10.95 online aus. Geben Sie dabei zwecks eventueller Zusendung des Gewinns auf jeden Fall ihre komplette Postanschrift an. Die Bekanntgabe der richtigen Antworten und der Sieger erfolgt in Heft 12/95.

Als erster Preis winkt ein V.34-Modem *GM-288V+Fax* im Wert von 498 Mark, das die Firma Blatzheim GmbH, Bonn, stiftet. Auf die Plätze zwei bis vier warten drei digitale Handmultimeter (Wavetek DM27XT, Conrad VC3IM und Monacor DMT-2030). Schließlich dürfen sich die Ränge 5...10 über einen Buchgutschein des Heise-Verlages im Wert von DM 120 freuen.



Die Mailbox wartet unter der Rufnummer 05 11/53 52-4 01 auf Ihre Anrufe. Zwei V.34-respektive V.FC-Modems erlauben Verbindungsgeschwindigkeiten bis zu 28 800 bit/s. Sollten die Nummern fortlau-

fend besetzt sein, versuchen Sie es zu späteren Tageszeiten oder zu den üblichen Bürostunden noch einmal.

Bei Problemen oder Fragen zum Online-Zugang können Sie sich werktäglich während der Lesersprechstunden an die Sysops wenden:

Ernst Ahlers (11:00-12:00)  
☎ 05 11/53 52-394

Lutz Labs (13:00-14:00)  
☎ 05 11/53 52-527



aktuell

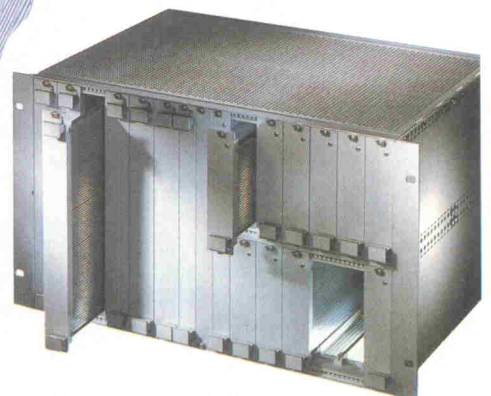


**Schroff®**

## Doch, Herr Kollege, es gibt HF-geschirmte Baugruppenträger

Natürlich von SCHROFF. Nein, nicht nur metrisch! Auch in bewährter 19"-Technik. Kommt aus dem großen europac-Baukasten. Unglaublich umfangreich. Preiswert. Beste Technik.

Rufen Sie doch auch bei SCHROFF an. (0 70 82) 794-695  
Fax (0 70 82) 794-200



Baugruppenträger  
von SCHROFF.

**Wir geben  
Elektronik Gestalt**

SCHROFF GMBH · 75332 Straubenhardt  
Tel. (0 70 82) 794-0 · Fax 794-200



## Medien

### Rund ums Meßlabor

An Wissenschaftler und Ingenieure richtet sich Instrupedia, eine kostenlose Informationssammlung über den Aufbau und die Anwendung von Meßtechnikhard- und -software. Die auf CD-ROM gespeicherte Enzyklopädie hält über 60 Lehr- und Anwendungsberichte und mehr als 20 Lösungsvorschläge für die Anwendung von computerbasierten Systemen zum elektronischen Testen, der Energieversorgung, der Luft- und Raumfahrt, dem Umweltschutz und der Ausbildung. Dem an letztgenanntem Interessierten steht zudem Lehrmaterial zur Verfügung, beispielsweise über Gerätesteuerung mit GPIB- und VXI-Interfaces oder über Signalkonditionierung. Natürlich findet man auch reichlich Infos zu Hard- und Softwareprodukten aus der Meßtechnik, wobei eine Online-Datenbank über Testgeräte,



Steuerungstechnik, Datenerfassung, Automatisierung und Anwendungen im Umweltschutz die Fülle an Produktinformationen ordnet. Demoversionen von LabVIEW und LabWindows/CVI, ein Online-Ratgeber für die Konfiguration von Datenerfassungssystemen und -auswertungen sowie Treiber für über 500 IEEE-488- und VXI-Geräte runden den Inhalt der Instrupedia ab.

uk

National Instruments Germany GmbH  
Konrad-Celtis-Straße 79  
81369 München  
☎ 0 89/74 13 13-0  
☎ 0 89/7 14 60 35

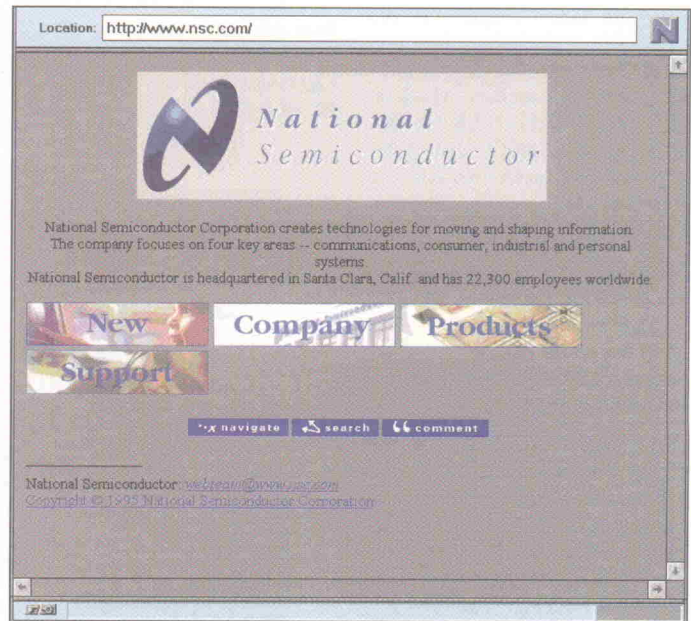
## Ausgeklügelt

Anwender, die technische Details zu Bauelementen benötigen, suchen oftmals nicht nur Datenblätter. Das weiß auch National Semiconductor und bietet deshalb auf seinen Web-Seiten mehr als das: jede Menge Applikationsberichte sind neben aktuellsten Datenblättern und Neuheiten aus dem eigenem Haus eine Selbstverständlichkeit. Dabei wird natürlich Nationals vollständige

Produktpalette abgedeckt. Die informative Quelle für den Entwickler! Allerdings erfordert der Einblick in die Produktpalette eine komplette Registrierung – ohne sie gibt's so gut wie keine brauchbaren Informationen. Hier erhält man einen schönen Vorschmack auf die 'Big Brother is watching you'-Mentalität des Information Highway.

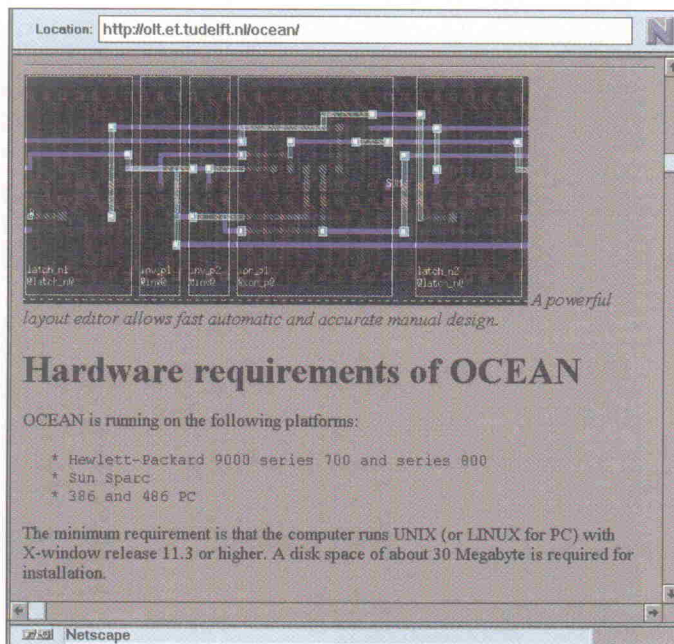
uk

➔ <http://www.nsc.com/>



## Auf hoher See

OCEAN, ein Entwicklungssystem für das Design von Sea-of-Gates-ICs, stellt die Technische Universität Delft auf ihrem Server allen Interessenten zur Verfügung. Mit der Software lassen sich sowohl rein digitale als auch mixed-signal Schaltungen eingeben, synthetisieren, platzieren und verdrahten, simulieren und vom Layout extrahieren. Um die Eingabe einer eigenen Schaltung schneller durchführen zu können, stehen Technologiebeschreibungen und Bibliotheken für drei Grundlayouts bereit: Octagon im Dreilagenprozeß, Fishbone als Doppellagenprozeß und Gate-Array im reihenorientierten einlagigen Metallprozeß. Das Layout eines 200 000-Transistor-Designs mit 'Fishbone-Struktur' ist ebenfalls beigelegt. Neben der hierarchischen Eingabemöglichkeit läßt sich ein Entwurf nach dem automatischen Place&Route manuell nachbearbeiten, also von Hand interaktiv modifizieren.



Ein Sea-of-Gates-Chip ist von seiten des Halbleiterherstellers bereits mit einem 'Meer von Transistoren' ausgestattet. Um eine Schaltung in das IC zu bringen, müssen diese Transistoren nur noch auf der Metalli-

sierungsebene miteinander verdrahtet werden. Diese sogenannten Semi-Custom-Chips sind deshalb kostengünstiger als ein Full-Custom-Design, bei dem das komplette IC ausschließlich für den Kunden gefertigt wird.

Mit OCEAN bekommt man ein Tool an die Hand, das die preiswerte Entwicklung eines ASIC erlaubt, ohne auf die Effizienz eines Full-Custom-Chip und die kurze Time-to-Market eines Gate Array verzichten zu müssen.

OCEAN wurde an der Universität in Delft auf der Basis des NELSIS IC Designsystems entwickelt und kommt dort in Übungskursen für Studenten des vierten Semesters zum Einsatz. Der kompletten Software ist ein Handbuch beigelegt, das den Einstieg in die Schaltungsentwicklung erleichtern soll. Bei weitergehenden Fragen oder Problemen kann man sich an die Electronic Engineering Group der Universität Delft wenden.

Hardwarevoraussetzungen für OCEAN sind eine HP 9000, eine Sun Sparc oder ein 386/486er PC mit Unix beziehungsweise Linux für PCs. Erforderlich ist weiterhin X-Windows 11.3 und für die Installation 30 MByte Platz auf der Festplatte.

uk

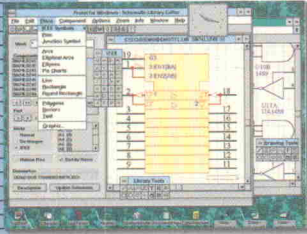
➔ <http://olt.et.tudelft.nl/ocean/>



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

\* Seit 1994 liefern wir nur noch EDA-Tools für Windows und UNIX

## Protel

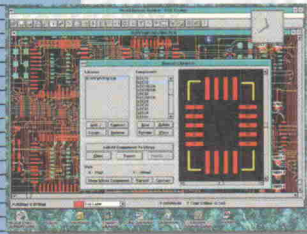


### Protel Advanced Schematic V2.3

- Schaltungsentwurf
- Projektmanager
- Library Editor
- 20.000 + Bauteile

Hoschar Info-Kennziffer 57

## Protel

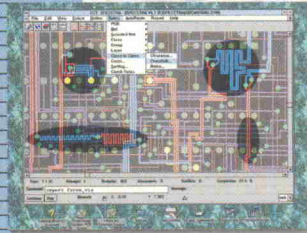


### Advanced PCB V2.8

- PCB-Layout
- KI-Autoplacement
- Autorouting
- Spectra Autorouter

Hoschar Info-Kennziffer 59

## SPECCTRA



### Shape-Based Autorouting für Windows

- schon ab DM 6.195,-\*
- Paßt auch zu Ihrem PCB CAD-System

Hoschar Info-Kennziffer 84

## Softy S4



### Handy Programmer

- Stand-Alone & Host
- Eprom, PIC, 8751
- Eprom-Emulator
- nur DM 1.495,-\*

\*(Preise zzgl. MwSt.)

Hoschar Info-Kennziffer 01

## Neu von MicroSim

**Update auf PSpice V6.2 für Windows lieferbar!**

**Neu:** Windows-Einsteigerpaket PSpice Basics & Schematics nur **DM 1.995,-\***

**PSpice A/D V6.2**

Design Manager, Simed, Parts, PSpice

# D/A-Design Champion\*

**P**Spice A/D für Windows kann schon als echte Wunderraffe gelten, wenn es um die Beherrschung gemischt digital-analoger Schaltungen geht. Und welche moderne Schaltung ist heute eigentlich noch rein analog oder rein digital?

Da trifft es sich gut, daß Hersteller MicroSim in der neuen Version 6.2 gerade unter Windows die breiteste Palette von Werkzeugen für den Mixed-Mode Entwurf anbietet.

Modular an die Aufgabenstellung anpaßbar, mit Workstation-Features bei gleichzeitig exzellentem Preis-/Leistungsverhältnis. Vom Schaltungsentwurf, über die tausendfach bewährte PSpice-Digital/Analog-Simu-

lation bis zu den mächtigen PLD-Synthese-Werkzeugen. Sogar über das Verhalten der Schaltung auf der entflochtenen Leiterplatte liefern die MicroSim Tools mit der Integritätsoption Polaris präzise Informationen, gerade bei Schaltungen höchster Geschwindigkeit von unschätzbarem Wert!

Kein Wunder, daß MicroSim mit 22.000 Installationen auf PC & Workstation in puncto Simulation weltweit führend ist.

Alles im Detail nachzulesen im neuen Hoschar EDA Katalog '95, den wir Ihnen samt Demover-sion gerne gratis zusenden. Anruf oder Fax mit dem Abruf-Gutschein genügt!

Hoschar Info-Kennziffer 03

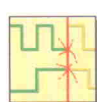
Voll funktionsfähige Testversion der Software für Windows (64 Knoten, 10 aktive Bauteile) und 380-seitiges deutsches PSpice A/D Arbeitsbuch. Ein Produkt der Hoschar Support-Abteilung für

nur **DM 149,80**

Hoschar-Bestellnummer S100092



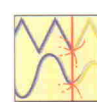
Schematics



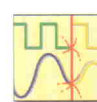
PLogic



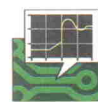
PLSyn



PSpice



PSpice A/D



Polaris

**HOSCHAR**  
Systemelektronik GmbH

Telefax 0180/5 30 35 09  
Postfach 2928  
D-76016 Karlsruhe

Noch heute anrufen:

**0180/5 30 35 05**

## Abruf-Gutschein

am besten kopieren und per Fax an: 0180/5 30 35 09 oder per Post an:  
Hoschar GmbH - Postfach 2928 - D-76016 Karlsruhe

☐ Ja, bitte gratis den neuen Hoschar EDA-Katalog mit Demover-sion

☐ Ja, bitte senden Sie Informationen zu folgenden Produkten

☐ Ja, wir setzen PSpice ein. Machen Sie uns ein Updateangebot für

S/N: \_\_\_\_\_ Version: \_\_\_\_\_

Name: \_\_\_\_\_

Firma/Abteilung: \_\_\_\_\_

Straße: \_\_\_\_\_

PLZ/Ort: \_\_\_\_\_



# Motortreiber

NECs 78366, ein 8/16-Bit-Controller für die Antriebstechnik



Claus R. Wickinghoff

**Asynchronmotoren haften der Ruf an, ihre Ansteuerung sei aufwendig, will man sie einmal drehzahlregeln. Diesen Makel sollen spezielle Mikrocontroller beheben. Als jüngster Sproß der 78K/3-Familie von NEC tritt der '366 an, Drehstrommotoren in Schwung zu versetzen.**

In jeder Familie werden Neuankömmlinge mit großem Hallo begrüßt, und alle sind gespannt, welche besonderen Fähigkeiten das Kind wohl entwickeln wird. Auch die 78K/3-Mikrocontrollerfamilie von NEC kann sich über Zuwachs freuen. Der neueste Abkömmling ist der 78366, ein Spezialist für Pulsweitenmodulation (PWM).

Mittels PWM kann der  $\mu C$  einen Umrichter ansteuern, der aus einem Gleichstrom – etwa von einer Batterie oder einem Gleichrichter – einen Drehstrom zum Betrieb von 3-Phasen-Asynchronmotoren erzeugt. Mit der fortschreitenden Entwicklung der Mikrocontroller und der für die Umrichter nötigen Leistungshalbleiter dringen solche Antriebe in 'kleine' Anwendungen – beispielsweise Waschmaschinen, Elektrofahrzeuge oder Klimaanlage – vor.

NEC hat mit dem 78366 ein Bündel geschnürt, welches zum Test in die Redaktion kam. Das Starterkit (bei REIN Components, Nettetal, für 799 DM zzgl. MwSt. zu bekommen) beinhaltet ein Evaluation-Board mit einem 78K365GF (ein

366er ohne integriertes ROM) und zusätzliche Hardware zum Debuggen der Applikationen, ein serielles Kabel zum Anschluß an einen PC, ein Steckernetzteil und sogar einen Steckdosenadapter zum Betrieb in Großbritannien.

Die zum Betrieb erforderliche Software kommt auf einer 3,5-Zoll-HD-Diskette daher. Diese enthält Makro-Assembler, Linker, Library-Manager (ein Programm zur Verwaltung von Bibliotheksmodulen) sowie einen komfortablen Debugger. Ein unter Windows laufendes Installationsprogramm kopiert diese Programme auf die Festplatte, deren freier Platz dadurch um rund 1,8 MB schrumpft.

Die englischsprachige Dokumentation besteht nicht mehr nur aus den Handbüchern zu der Betriebssoftware – jetzt liegen auch die beiden User-Manuals des Prozessors bei (je eines zum Befehlssatz und zur Hardware bzw. Registerbelegung). Zusätzlich sind eine Zusammenfassung der wichtigsten Daten zum Controller sowie die ausführliche Beschreibung einer Beispielappli-

kation (Inverter Demo Set) enthalten.

Das Evaluation-Board besteht aus dem eigentlichen Controller, einem zusätzlichen PLD-Chip, der 128 KB externes RAM ankoppelt und gleichzeitig die dafür genutzten Ports wieder durchschleift. So steht bis auf die Speichererweiterungsschnittstelle die volle Funktionalität aller Ports zur Verfügung. Weiterhin enthält die Schaltung einen UART SCC2691, der die RS-232-Schnittstelle realisiert. Das Board läßt sich 'stand alone' betreiben, das bedeutet, es läuft selbständig unter Aufsicht des Debuggers im PC. In der heißen Testphase kann das Board auch 'in circuit' – ebenfalls unter voller PC-Kontrolle direkt in der Zielhardware – laufen. Dazu residiert auf der Unterseite des Boards ein 80poliger Stecker, der identisch zur EPROM-Version des 78366 ausgeführt ist.

## Weiche Seite

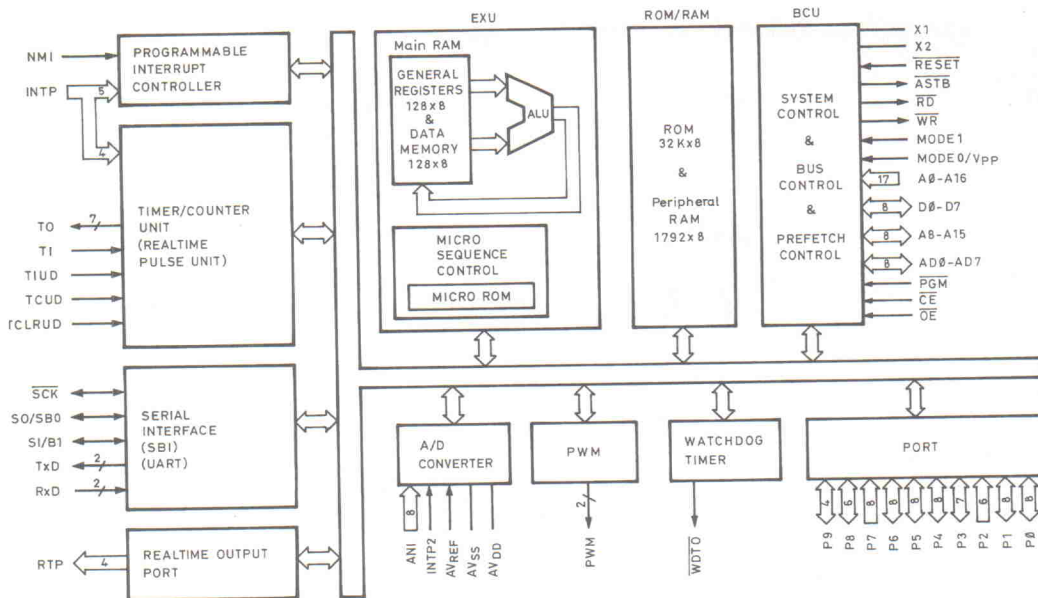
Bei der Software hat NEC auf Altbewährtes zurückgegriffen: Das vom 78K0 bekannte Assembler/Linker-Gespann kommt in einer 78K3-Version zum Einsatz. Mit einem beliebigen Editor erstellt man den Quelltext einer eigenen Applikation, die der Assembler in eine Objektdatei übersetzt. Diese wandelt der Linker in eine Datei im Intel-Hex-Format und in eine Symboltabelle um. Mit diesen Dateien kann man dann den Debugger füttern.

Der Entwanzer erscheint in einem neuem Gewand, er präsentiert sich jetzt als Windows-Applikation. Hat man ein syntaktisch fehlerfreies Programm erzeugt, übernimmt der Debugger die entstandene Hex- sowie Sym-Datei und stellt die Verbindung zum Evaluation-Board her. Das Programm erkennt selbständig, welche Schnittstellen am PC noch frei verfügbar sind und bietet diese in einem Dialogfenster zur Auswahl an. Ist die Verbindung etabliert, kann der Anwender Fenster mit dem disassemblierten Programmcode, der Ansicht eines beliebigen Speicherauschnitts, die Prozessorregister und die Special-Function-Register öffnen.

Die Applikation läßt sich schrittweise ausführen, wobei Unterprogramme auch als Ganzes ab-

*Claus R. Wickinghoff studiert derzeit im 12. Semester Elektrotechnik, Vertiefungsrichtung Technische Informatik, an der RWTH Aachen.*





Am 78366 – hier im Blockschaftbild die PROM-Version 78366 – fällt neben der reichhaltigen Peripherie die hohe Anzahl 'gewöhnlicher' TTL-Ports (P0...P9) auf.

gearbeitet werden können. Der Debugger verwaltet bis zu sieben Haltepunkte. Zusätzlich bietet er die Möglichkeit, das Programm bis zu einer bestimmten Adresse laufen zu lassen oder Speicherbereiche mit einem Bytemuster zu füllen. Eine aus-

fürliche Online-Hilfe reduziert die Griffe zum Handbuch.

Alles in allem stellt das '366-Kit ein gelungenes Paket zum Einstieg in die Arbeit mit dem Controller dar. Bei NEC hat man sorgfältig die Hausaufga-

ben gemacht und die Punkte, die beim K0-Starter-Kit noch Anlaß zur Kritik gaben, ausgeräumt. Es liegt eine vollständige, ausführliche Dokumentation bei, und die Software ist bedienungsmäßig auf dem Stand der Zeit.

ea

## Treibsatz zu gewinnen

Das von uns getestete Starterkit stellte der Distributor, die Firma REIN Components, für die Leser zur Verfügung. Als weiteren Preis spendiert das Haus REIN die kostenlose Teilnahme an einem 78366-Workshop am 14. und 15. November 1995 bei NEC in Düsseldorf (die Anreisekosten sind selbst zu tragen). Wer das Kit gewinnen möchte, schickt eine Postkarte, ein Fax oder eine EMail mit dem Stichwort '78366-Kit' bis zum 18. Oktober 95 an die untenstehende Adresse – Interessenten für den anderen Preis vermerken '78366-Workshop'. Angehörige und deren Verwandte der Firma REIN sowie des Verlages dürfen nicht teilnehmen.

Redaktion ELRAD  
Postfach 61 04 07  
30604 Hannover  
☎ 05 11/53 52-4 04  
✉ post@elrad.ix.de

## ASYC II Sieger nach Punkten



- 50.000 Punkte mit Bargraph (10µV Auflösung)
- Grundabweichung 0.025%
- Echter Effektivwert AC und AC+DC - 100 kHz
- Gemäß europäischer Niederspannungsrichtlinie, CEM und Sicherheitsnorm IEC 1010, Cat. III CE
- Konformitätsbescheinigung und Kalibrierprotokoll für ISO 9000 wird mitgeliefert

Peak+, Peak-, Min/Max/AVG; Speicher; REL; Frequenz; Tastverhältnis %+, %-, Pulsbreite +, -, Zähler 1, 1; dB (var.Pref); Netzanalyse Spikes und Noise; Temperatur (PT100, PT1000); Kapazität; TRMS-Leistungsanzeige (var. Rref); 50mADC (0.05%); Kalibrierung über Schnittstelle; wasserdicht (IP677); SECUR'X Meßleistungsverriegelung; Safety Alert; Anzeige defekter Sicherungen,...

Weitere Informationen bei:

**metreix**

Müller & Weigert  
Kleinreuther Weg 88  
D-90408 Nürnberg  
Tel. (0911) 3502-0 - Fax: (0911) 3502-306



# PIC-Einblick

## ClearView 5x: In-Circuit-Emulator für PIC 16C5x

Donald Hoffmann

**Applikationen mit den RISC-ähnlichen PIC-Controllern breiten sich aus wie Löwenzahn. Erste Schritte gelingen mit Hilfe eines Starterkits meist recht schnell. Aber was kommt danach, wenn man ernsthafte Anwendungen 'züchten' will? Ein In-Circuit-Emulator schärft den Blick für die Vorgänge im Prozessor.**



**A**ufgrund ihrer hohen Leistungsfähigkeit, ihres niedrigen Preises und der geringen erforderlichen Beschaltung erfreut sich die PIC-Familie stetigen Entwicklerzulaufs. Ist der Einstieg mittels Starterkits erfolgt, steht dem Anwender oft der Sinn nach komfortableren Tools: Ein In-Circuit-Emulator (ICE) muß her.

Ein interessantes Produkt bietet die Firma Wilke Technology an: Sie vertreibt einen vom amerikanischen Hersteller Parallax entwickelten ICE für die Prozessorserie PIC16C5x (PIC 16C54...58). Dieser fällt mit seinem Preis von 1295 DM (zzgl. MwSt.) aus dem ICE-üblichen Rahmen. Für das Geld erhält man folgende Komponenten:

- Emulator mit 20-MHz-Quarz-oszillator,
- Diskette (Simulator, Assembler, Beispielprogramme),
- neunpoliges Anschlußkabel für die serielle Schnittstelle,
- Anschlußkabel 18- und 28polig zur In-Circuit-Verbindung,
- zwei englischsprachige Handbücher (PIC 16/17Cxx Development Tools, PIC 16Cxx Applications Handbook).

Leider enthielt das vorliegende Paket kein Netzteil, dieses will der Distributor jedoch ab sofort mitliefern. Weiterhin soll dem aktuellen Kit auch eine deutsche Anleitung für den ClearView beiliegen.

### Bookware

Das Applikationshandbuch beginnt mit einer Beschreibung der einzelnen Prozessoren: Pin-out, Register und spezielle Eigenschaften der einzelnen Prozessoren werden ausführlich dargestellt. Anschließend folgen in 14 Kapiteln Anwendungen von der Abfrage einer Tastenmatrix bis hin zu einem kleinen Multitaskingsystem. Dabei sind die Beispiele eingehend erläutert, so daß auch PIC-Neulinge diese leicht nachvollziehen können. Der Band über die Development-Tools erklärt die Handhabung des Simulators und des mitgelieferten Assemblers.

Auf der Diskette befinden sich der Microchip-Assembler (MPASM 1.10) sowie mehrere Tools von Parallax (Assembler PASM V2.3, Quelltexteditor PE V1.0, Simulator PSIM V2.42,

Design Environment PDE V1.14) sowie alle im Applications Handbook vorhandenen Beispiele als Quelltext.

Neben den Parallax-Produkten enthält die aktuelle Softwareversion auch den Microchip-Assembler, was die Pflege älterer Software erleichtert. Weiterhin ist ein neues Produkt, das Parallax Design Environment (PDE), hinzugekommen. Dabei handelt es sich um eine unter Windows laufende Entwicklungsumgebung, die das Editieren, Assemblieren und Debuggen ohne ständiges Wechseln zwischen den Programmen erlaubt.

### Erst lesen...

Vor der weit verbreiteten Vorgehensweise, das Handbuch erst nach der Installation – wenn nichts mehr geht – zu lesen, kann nur gewarnt werden. Zum einen wird der Emulator in den meisten Fällen nicht oder nicht richtig laufen, zum anderen kann er beschädigt werden. Also ist zunächst Disziplin und die Dokumentation gefragt.

Auf dem ClearView 5x befindet sich ein DIP-Switch mit fünf Schaltern, die die Konfiguration des ICE bestimmen. Daneben findet man eine 14polige DIL-Fassung, die den On-board-Oszillator aufnimmt. Der DIP-Schalter wählt zwischen On-board- und externen Komponenten wie Oszillator, Pullup-Widerständen für Masterclear (Reset) und RTCC (Timer/Counter).

Die Simulationssoftware läßt sich auf zwei Weisen betreiben: Ohne angeschlossenen ClearView 5x verhält sich die Software als reiner Software-Simulator, ähnlich dem MPSIM von Microchip. Die Oberfläche ist gut strukturiert und übersichtlich (vgl. Bild), dabei werden alle Register, ebenso wie Anzahl der verarbeiteten Taktzyklen und die Prozessorlaufzeit, angezeigt. Mit ICE stellt die Software das Display und die Steuerzentrale für die Emulation dar. In dieser Betriebsart zeigt das Programm die Taktzyklen und die Prozessorlaufzeit nicht an.

Weiterhin unterstützt der Simulator eine unbegrenzte – zumindest soweit der Speicher reicht – Anzahl von Breakpoints (bis 100 wurde getestet), die Betriebsarten Single-Step und Animation (das Programm läuft

*Dipl.-Ing. Donald Hoffmann studierte Nachrichtentechnik an der Gesamthochschule Kassel. Derzeit ist er als Netzbetreiber am Landratsamt Kassel tätig.*



im Single-Step, bis eine Taste betätigt wird), RUN-Mode (Echtzeitlauf des Programms bis zum Tastendruck), 'Gehe bis Zeile' (das Programm stoppt bei der markierten Zeile). Im Single-Step- und Animations-Betrieb erscheinen geänderte Registerinhalt heller, was das Debugging deutlich erleichtert.

## Probelauf

Als erstes Programm wurde der beiliegende Quelltext SIMPLER.SRC übersetzt und der Simulator gestartet – bereits der erste Testlauf klappte. Nun sollte eine ältere Programmversion einer Magnetkarten-Interface-Software als Testobjekt dienen. Diese Software wurde diesmal nicht mit dem Parallax-Assembler, sondern mit dem älteren Assembler MPALC V4.14 übersetzt. Dem ersten Eindruck nach lief alles glatt, nur wollte das Interface keine Magnetkarten lesen. Eine nähere Untersuchung ergab, daß das Listfile, welches der Assembler erzeugt, bei Makros ein fehlerhaftes Format liefert. Daraufhin wurde der Quelltext durch die aktuelle Version des Microchip-Assemblers MPASM V1.10 geschickt. Mit dessen Übersetzungsergebnis lief das Magnetkarten-Interface einwandfrei.

Um ein reibungsloses Laufen des Simulators zu gewährleisten, sollte der Anwender folgende Punkte zu beachten:

1. Man benutzt den Parallax-Assembler. Dieser bereitet keinerlei Probleme. Er bietet eine Fülle von zusätzlichen Befehlen, die dem 8051 nachempfunden wurden und die Programmierung erheblich erleichtern. Leider ist dieser Assembler nicht makrofähig.

2. Der ältere Microchip-Assembler MPALC V4.14 kommt zur Anwendung. Dieser liefert gute Ergebnisse, wenn man alle Makros (z. B. BZ, BNZ, SKPC) neu definiert. In diesem Fall werden die Makros vom Assembler richtig übersetzt, und der Simulator läuft einwandfrei.

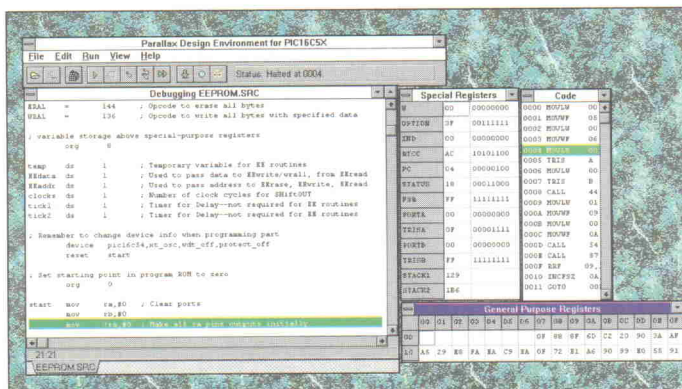
3. Als Übersetzer fungiert der neue Microchip-Assembler MPASM V1.10 oder höher.

Leichte Schwächen zeigte der Emulator in der Kommunikation: So bricht gelegentlich die serielle Verbindung zwischen PC und ICE zusammen. Im Test trat dieser Fehler sporadisch auf und war nicht reproduzierbar. Er ist vor allem ärgerlich, wenn man beim Debuggen bis zum 50. Breakpoint vorgedrungen ist, plötzlich die Software 'Clearview Communication Error' meldet und man das Programm verlassen muß.

## Fazit

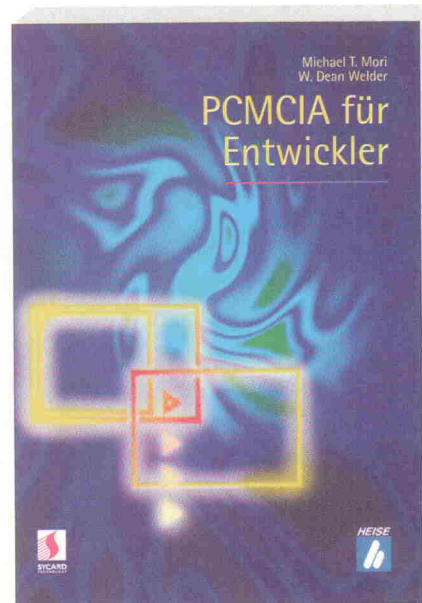
Der Simulator ist eine gute Wahl, wenn man mit kleinen Ecken und Kanten leben kann. Das Produkt läßt kaum Wünsche offen, ist aber in kleinen Details verbesserungswürdig. So sollten Kommentare nicht das Downloaden des Emulators beeinflussen. Wer allerdings einmal eine PIC-Applikation in der umständlichen Weise entwickelt hat (d. h. Programmieren, Brennen, Probelauf, geht nicht, Löschen, debuggen, Brennen ...), wird diesen Simulator zu schätzen wissen.

Allerdings erstaunt der Endpreis von knapp 1500 Mark, der Hersteller bietet das Gerät in den USA für lediglich 599 US-\$ an. Angehende PIC-Entwickler mit einem 'reichen Onkel' in den Staaten können hier noch einen Schnitt machen. *ea*



**PIC auf einen Blick: Bei Software-Simulation oder Hardware-Emulation zeigt der Debugger den kompletten CPU-Status an.**

# Für Hardware-Experten



Hard- und Software-Details für alle, die Karten nach den Normen der PCMCIA (Personal Computer Memory Card International Association) entwickeln und nicht ausschließlich auf die Normdokumente der PCMCIA angewiesen sein wollen. Michael Mori und Dean Welder teilen ihr Grundlagenwerk in zwei Teile. Zunächst gehen sie auf den Entwicklungsvorgang mit den Schwerpunkten Standards, Peripherie, und Softwarearchitektur ein. Breiter Raum wird der Beschreibung konkreter Tools eingeräumt. Der Anhang stellt u. a. eine Beschreibung der Card- und Socket-Services dar. Die CIS-Referenz findet ebenfalls Erwähnung. Zwei Experten stellen mit **PCMCIA für Entwickler** ein Handbuch vor, das auf dem Schreibtisch bzw. neben dem Computer eines jeden Fachmannes seinen festen Platz findet.

## 1. Auflage 1995

Gebunden, ca. 770 Seiten

DM 198,-/öS 1544,-/sfr 198,-

Subskriptionspreis bis 31.12.1995

DM 168,-/öS 1310,-/sfr 168,-

ISBN 3-88229-067-6

Im Buch- und Fachhandel erhältlich C.067.6 1/2h



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



# Ouvertüre in Silizium

National Semiconductors LM1876, 15-Watt-Stereoendstufe

Matthias Carstens

Bereits in Heft 8/94 stellte *ELRAD* im Surround-Board die Overture genannte Endstufenfamilie von National vor, deren ausgezeichnete technische Daten problemlose Entwicklung von Audiokomponenten bei wenig Aufwand versprochen. Etwas verspätet folgt nun eine Variante in Stereo.



**E**in erster Blick auf das Datenblatt zeigt, daß der LM1876 seinen monauralen Brüdern (LM2876/3875/3876) sehr ähnlich ist. Das IC im 15poligen Gehäuse bietet  $2 \times 15$  Watt Dauerleistung an 4 oder 8 Ohm. Der Klirrfaktor bei 1 kHz liegt dabei deutlich unter 0,1 %, typische Meßwerte erreichen 0,02 % und darunter. Auch die Dynamik kann sich sehen lassen: 98 dB bei 1 Watt, 108 dB bei 15 Watt sind überzeugende Werte. Bild 3 zeigt den Innenaufbau des Chips, der bereits Ähnlichkeiten mit 'normalen' OV's vermuten läßt.

## Andante

Bild 4 zeigt dementsprechend eine weder aufregende noch überraschende Applikationsschaltung. Trimmer für Gleichspannungsoffset und Ruhestrom sind weder vorgesehen noch nötig. Overture-ICs besitzen eine hohe Robustheit, für die ein SPiKe titulierte Sicherungskonzept verantwort-

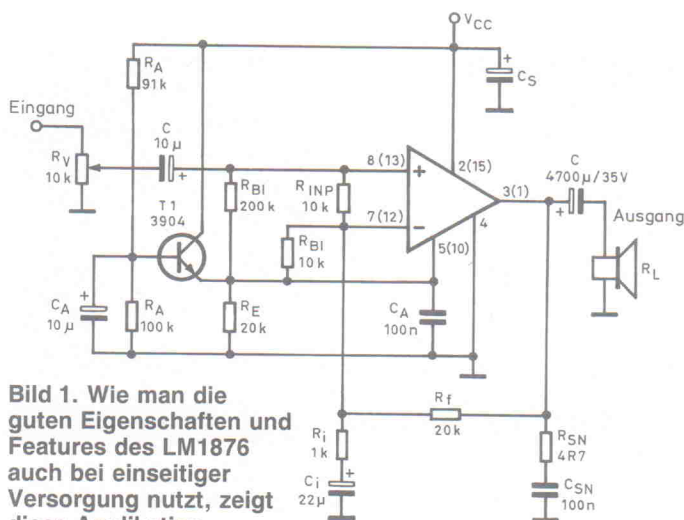
lich ist; es enthält folgende Mechanismen:

- Über-/Unterspannungsschutz
- Schutz gegen Kurzschluß nach Masse oder den Betriebsspannungen – Schutz gegen thermische Selbstzerstörung
- Überlastschutz

– Dynamisch geschützte SOA (Safe operating area)

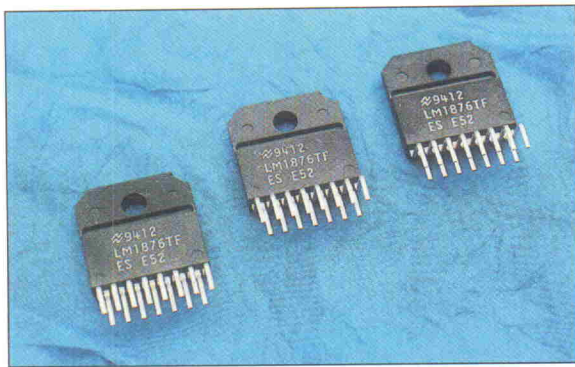
– Poppfreier Ausgang

Der dazugehörige Schaltungsteil ist in Bild 3 nicht zu sehen, allerdings auch sonst im Datenblatt nicht enthalten. Wie schon vom Surround Board [1] her bekannt, arbeitet SPiKe zuverlässig.



**Bild 1.** Wie man die guten Eigenschaften und Features des LM1876 auch bei einseitiger Versorgung nutzt, zeigt diese Applikation.





**Bild 2. Das Gehäuse ist doppelt so breit wie TO 220 und voll isoliert.**

sig und erfordert weder Abgleich noch eine Berücksichtigung bei der Entwicklung.

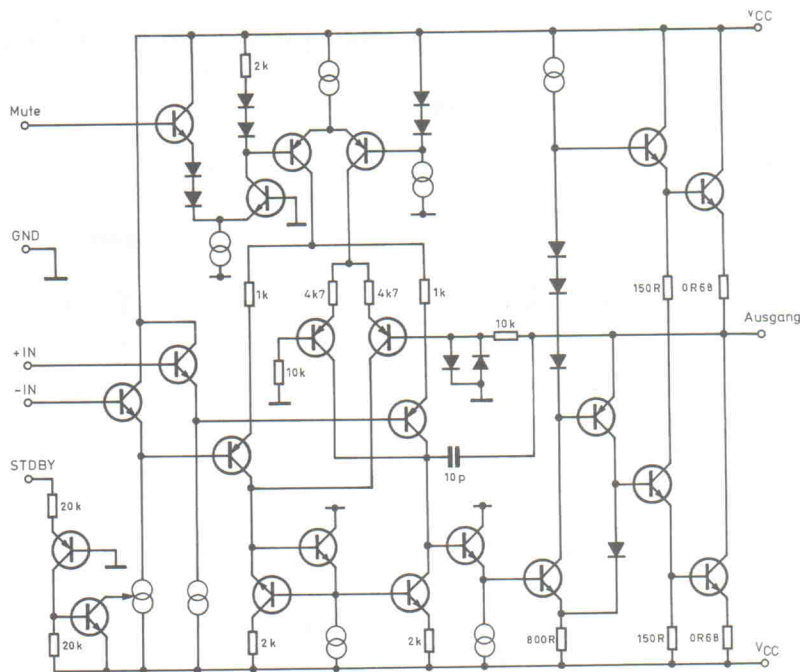
## Allegro

Im LM1876 finden sich zwei Mute-Eingänge, für jede Endstufe einzeln. Sie sorgen für eine Stummschaltung ohne Nebengeräusche. Darüber hinaus existieren zwei Stand-by-Eingänge, welche den Ruhestrom von typisch 50 mA pro Endstufe auf 4,2 mA senken. Mute und Stand-by werden per logischer Eins (>2 V) aktiviert.

## Intermezzo

National liefert auch ein Evaluation-Board, zu sehen im Aufmacherfoto. Nicht nur die Lackierung der Platine, auch der gesamte Aufbau macht einen gelungenen Eindruck. Schalter, Poti, Bananen- und Cinchbuchsen sowie ein 15poliger IC-Sockel wurden nicht etwa von der Redaktion nachträglich angebracht, sondern gehören zum normalen Lieferumfang. Wer bei heutigen Time-to-Market-Zeiten Entwickler von seinem

**Bild 3. Äquivalente Innenschaltung des LM1876, ohne die Schutzschaltung SPIke.**



Produkt überzeugen will, muß eben dafür sorgen, daß selbiger mit Test und Einbindung keine Zeit verschwendet!

## Mezzoforte

Wie es sich für einen Operationsverstärker gehört, läßt sich mit dem LM1876 auch eine Brückenschaltung aufbauen (Bild 5). Wenn auch die Grundschaltung einen strebfreien – weil nicht ungewöhnlichen – Aufbau verspricht, darf der Kühlkörper in diesem Fall nicht dem normalerweise verwendeten entsprechen. Brückenschaltungen liefern durch eine virtuelle Verdopplung der Versorgungsspannung bis zum Vierfachen an Ausgangsleistung, in diesem Fall also 80 Watt! Dabei steigt aber auch die interne Verlustleistung jeder Endstufe auf das Doppelte, der

Kühlkörper muß also in der Lage sein, entsprechend mehr Wärme abzuführen. Das Chipgehäuse ist übrigens voll isoliert, es scheint aus einer Art Keramikmaterial zu bestehen. Damit erübrigen sich Glimmer- oder Silikonscheiben, und die Montage geht erheblich einfacher vonstatten.

Auch ein Betrieb an einseitiger Versorgungsspannung ist möglich. Wie bei OV's muß die halbe Betriebsspannung an den Eingängen liegen, und der Lautsprecher benötigt einen Koppelkondensator zur Gleichspannungstrennung. Bild 1 zeigt eine entsprechende Grundschaltung. Zur Unterdrückung des Einschaltknackens durch unsymmetrisches Ansteigen der Versorgungsspannung ist zusätzlich ein Widerstand zwischen posi-

tivem und negativem Eingang vorzusehen.

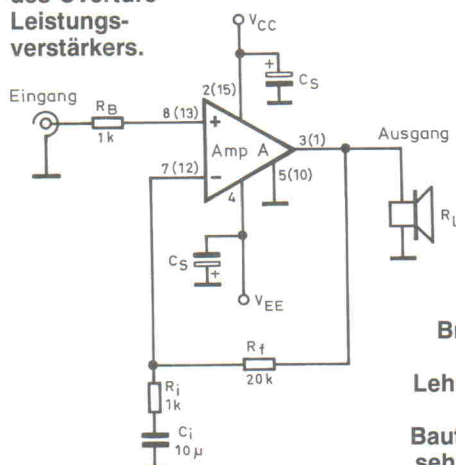
## Finale

Hervorragende Meßwerte und praxisgerechte Robustheit zeichneten schon die Vorgänger aus. Mit der Stereo Variante samt Stand-by erhält man einen weiteren kompakten audiophilen Leckerbissen, der platz- und kostensparenden Einsatz verspricht. *roe*

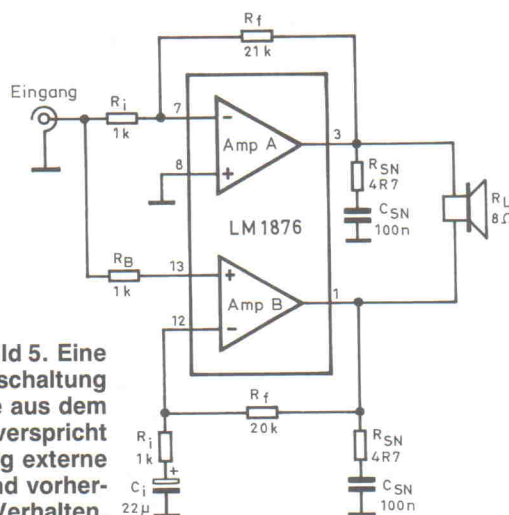
## Literatur

- [1] Matthias Carstens, Umzingelt: Evaluation-Board für NEC  $\mu$ PC1892 und National LM2876/LM3876, ELRAD 8/94, S. 80

**Bild 4. Standardapplikation des Overture-Leistungsverstärkers.**



**Bild 5. Eine Brückenschaltung wie aus dem Lehrbuch verspricht wenig externe Bauteile und vorhersehbares Verhalten.**



## LM1876

<b>Betriebsspannung</b>	
min.	$\pm 10$ V
max.	$\pm 27$ V
<b>Dauerausgangsleistung</b>	
2 x 15 W/4–8 $\Omega$	
<b>THD + N (20 Hz–20 kHz)</b>	
0,08 %	
<b>Rauschabstand</b>	
1 W	98 dB
40 W	108 dB
<b>Kanaltrennung</b>	
80 dB	
<b>Ruhestrom</b>	
aktiv	50 mA
Stand-by	4,2 mA
<b>Mute</b>	
115 dB	
<b>Besonderheiten</b>	
Audiostummschaltung	
Stand-by	
umfassende Schutzschaltung	

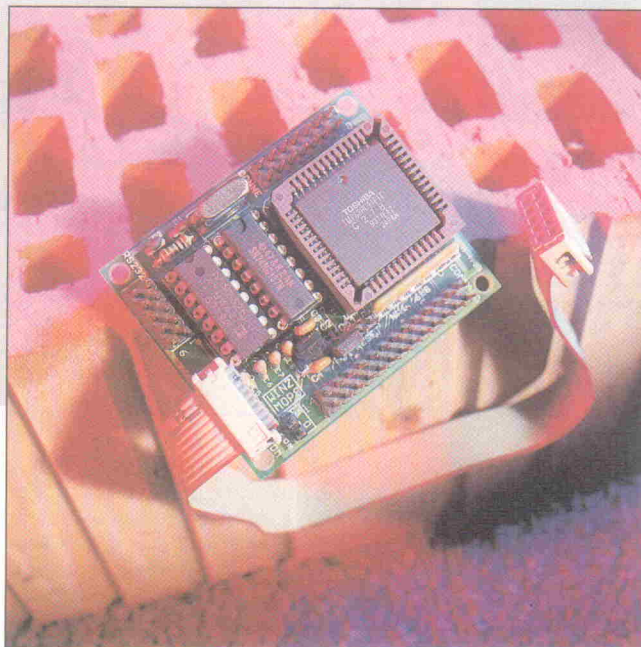


# BDMops

## Minimal-Mops steuert KAT-Ce-68332 via BDM

Hans-Jörg Himmeröder

**Was tun, wenn die Raubkatze ohne serielle Schnittstelle laufen soll? Das Debuggen würde umständlich, verfügte der 68332 nicht über den Background-Debug-Mode. Einen passenden Übergang von RS-232 nach BDM schafft ein kompaktes 68HC11-Board.**



Als 'Noteingang' für Debugging-Zwecke bietet das 'Katzenhirn', Motorolas 32-Bit-Controller 68332, die BDM-Schnittstelle an. Jene verlangt allerdings ein besonderes synchrones Datenformat und ist nicht mit dem KAT-Cen-Betriebssystem verträglich. Als Übersetzer stellt sich der BDMops zur Verfügung. Er konvertiert RS-232-Daten in das BDM-Format, so daß die normalen KAT-Cen-Terminalprogramme weiter ihren Dienst versehen können. Voraussetzung dafür sind Betriebssystem-EPROMs ab Version 3.1. Natürlich kann der BDMops auch ganz andere Aufgaben wahrnehmen, dann heißt er Winz-Mops. Für dessen Programmierung steht ein komplettes Betriebssystem bereit.

Der BDMops ist ein 68HC11-Einplatinchenrechner, der auf die Minimalausstattung reduziert ist. Das Programm in seinem internen EEPROM darf maximal 512 Bytes lang sein. Die MCU des BDMops kann nur in der Bootstrap-Betriebsart laufen, daher sind die Anschlüsse MODA und MODB fest auf GND gelegt. IC2 – ein MC34064 – sorgt für das korrekte Resetsignal. Ohne diesen Baustein können EEPROM-Inhalte verlorengehen, er muß

also auf jeden Fall bestückt werden.

Im Bootstrap Mode kann ein automatischer Start des Programms im EEPROM erfolgen: Dazu muß der TxD-Ausgang des Controllers mit dem RxD-Eingang verbunden werden. IC4 stellt bei Bedarf diese Verbindung her: Nach dem Reset liegt der Ausgang PA4 des 'HC11 auf Low, so daß mit gestecktem Jumper J1 der Select-Eingang von IC4 ebenfalls Low sieht. Dadurch wird TxD mit RxD verbunden und der MAX-232 ist vorläufig inaktiv. Das vom µC bei der SCI-Initialisierung gesendete TxD-Breaksignal erscheint an RxD als Nullbyte, so daß der Prozessor zur EEPROM-Programmadresse 0B600H springt. Benötigt das Anwenderprogramm die RS-232-Schnittstelle, so muß es PA4 auf High setzen, damit RxD und TxD mit dem MAX-232 verbunden sind.

Die Bootstrap-Betriebsart muß während der gesamten Anwendung aktiviert bleiben, da sonst die Ausnahmektabelle für Interrupts verlorengeht. Ein Umschalten auf Single-Chip oder Expanded Mode ist nicht möglich. Alle Prozessorsignalleitungen sind an Pfostenfeldleisten geführt. Die RS-232-Schnittstel-

le hat eine Belegung, die der 9poligen PC-Steckerbelegung entspricht. Das BDM-Anschlußfeld paßt direkt zu dem Test-Connector der KAT-Ce-68332-Platinen. Bei anderen Anwendungen sind hier die SPI-Schnittstellenleitungen von Port D zu finden.

Die vorliegende BDM-Applikation unterscheidet sich von der ursprünglichen Motorola-Idee, da das KAT-Cen-Betriebssystem eine andere Bedienung erfordert. Die Originalsoftware für den BDM-Port von Motorola ist nicht verwendbar.

Der BDMops wartet nach dem Einschalten der Versorgungsspannung zunächst so lange, bis die KAT-Ce das Reset-Signal am BDM-Port auf High zieht. Nun erzeugt der Mops seinerseits mit PA7 einen KAT-Cen-Reset und legt gleichzeitig BKPT auf Low. Nach der Freigabe des Resets durch den Mops läuft die KAT-Ce im BDM-Modus. Da der 68332 diesen Betriebszustand allerdings nicht über ein Register erkennen läßt, teilt der BDMops der KAT-Ce zusätzlich mit, daß er die Datenübertragung zum Host übernehmen möchte. Diese Mitteilung erfolgt über das USP-Register des 68332, in das der 'HC11 sofort nach dem Reset den Inhalt 0BDBDH schreibt. Da USP im KAT-Cen-System sonst nicht zur Verwendung kommt, fließen auch weitere Informationen über dieses Register. Nach dem Hochlaufen des Betriebssystems prüft die KAT-Ce, ob in USP der Wert 0BDBDH steht. In dem Fall geschehen alle weiteren Hostkontakte via BDM, ansonsten muß die SCI-Schnittstelle dafür herhalten.

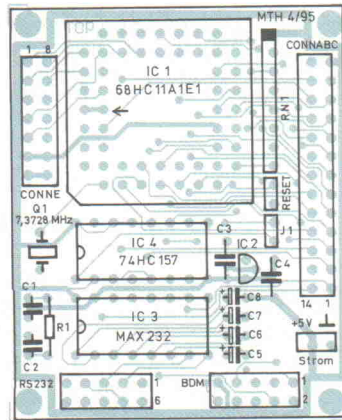
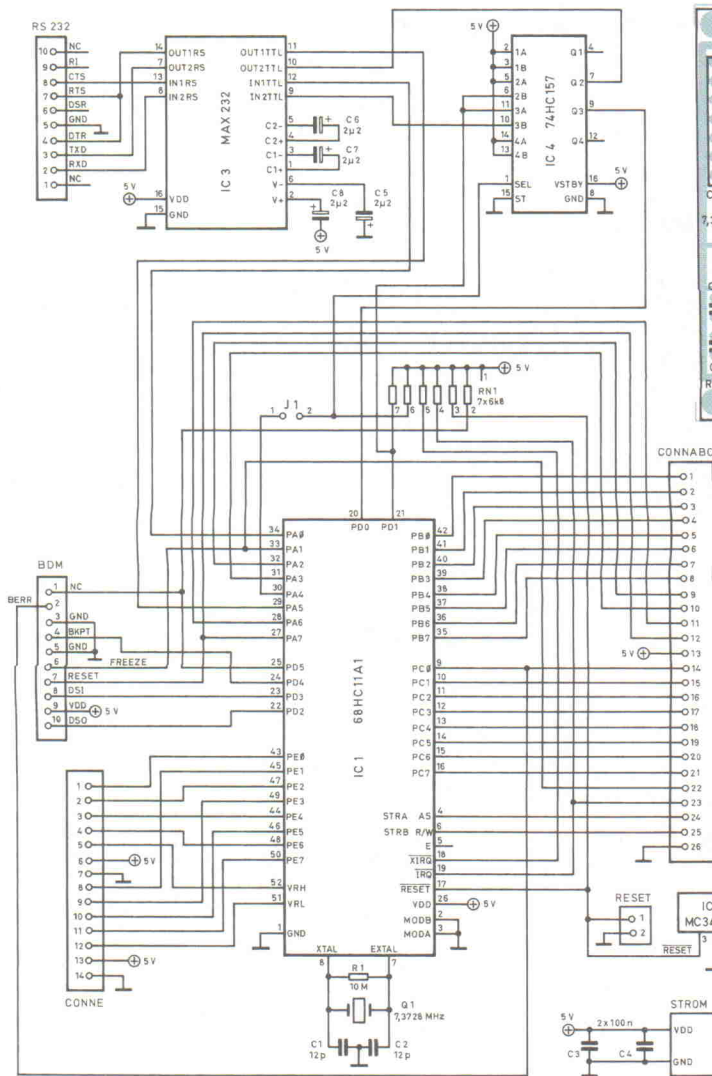
### BDMops brennen

Bevor das BDM-Programm im Mops starten kann, muß es ins EEPROM gebrannt werden. Dazu wurde das Mops-Betriebssystem, das mit den diversen Mops-Platinen läuft, überarbeitet und auf den Winz-Mops angepaßt. BASIC und Pascal sind ebenso entfallen wie die zugehörige Runtimebibliothek. Das reduzierte Betriebssystem für MSDOS liegt der Winz-Mops-Platine bei. Die Diskette enthält daneben weitere Hinweise zur Benutzung des Editors, Assemblers, Monitors, der Interrupttabelle und dergleichen.

Sprachlich gesehen versteht der Winz-Mops ausschließlich As-

*Hans-Jörg Himmeröder ist als Spezialist für Mikrocontroller der Verursacher von etlichen MOPS- und KAT-Cen-Generationen in ELRAD und c't.*





**Bild 2. Auch kein Transistor: IC2 kümmert sich um korrekte Resetpulse.**

**Bild 1. Bei anderen Applikationen als dem BDM-Interface kann man für Q1 Quarze bis zu 8 MHz einsetzen.**

sembler. Dabei muß man darauf achten, daß die Programme genau 512 Byte lang sind, da immer das gesamte EEPROM gelöscht und neu gebrannt wird. Während der Programmentwicklung muß der Bootstrap Mode in Verbindung mit einem PC aktiviert sein. Dazu ist der Jumper J1 zu entfernen. Der PC kann nun Software (Monitor, EEPROM-Programmierung o. ä.) in das RAM des 'HC11 hinunterladen und dort starten. Zur Vorbereitung muß man in der Datei MOPSINFO.MTX die auf dem Hostrechner verwendete COM-Schnittstelle einstellen (COM1...COM4) und die korrekte Quarzfrequenz des Winz-Mops (normalerweise 7372800) angeben. Es wird vorausgesetzt, daß die Schnittstelle des Hostrechners voll kompatibel zum Standardbaustein 8250 ist, da der Entwicklungsmodus mit einer 'krummen' Baudrate von 1106 arbeitet. Manche PCs (speziell einige Laptops) können diese nicht bieten. Weiterhin muß MSDOS ungestört aktiv

sein, ein Aufruf beispielsweise von Windows aus ist nicht zulässig.

Das 'Brennen' des 68HC11 erfolgt aus dem Hauptmenü des Winz-Mops-Systems mit dem Befehl 'S' (Speichern ins EEPROM). Man wählt aus der angegebenen Liste die gewünschte Datei und startet den Programmierungsvorgang. Das Betriebssystem sendet zunächst EEPWINZ.MCD in das RAM der MCU, danach folgen genau 512 Byte EEPROM-Inhalt – gegebenenfalls muß man das Anwendungsprogramm mit Leerzeichen auffüllen. Anschließend steckt man den Jumper J1 und löst einen Reset aus (oder schaltet die Versorgungsspannung kurzzeitig aus). Danach startet das Programm ab 0B600H. ea

#### Literatur

- [1] MC68332 Users Manual, Motorola
- [2] Josef Fuchs, Noteingang, Background-Debug-Modus des MC68332, ELRAD 7/95, S. 42

[3] Hans-Jörg Himmeröder, Raubkatze, Einplatinenrechner KAT-Ce 68332, Teil 1...3, ELRAD 3...5/94

#### Stückliste

Widerstände	
R1	10 M
RN1	R-Array 7 × 6k8
Kondensatoren	
C1,2	12 p
C3,4	100 n
C5...8	2 µ2
Halbleiter	
IC1	MC68HC11A1FN
IC2	MC34064P5
IC3	MAX-232
IC4	74HC157
Sonstiges	
Q1	Quarz 7,3728 MHz
Reset, J1	Pfostenleiste 1 × 4
ConnABC	Pfostenleiste 2 × 13
ConnE	Pfostenleiste 2 × 7
RS-232,BDM	Pfostenleiste 2 × 5
Strom	Pfostenleiste 1 × 2
52pol. PLCC-Sockel für IC1,	
16pol. DIL-Sockel für IC3 u. IC4	

**unsere Geräte für die Hosentasche**

- Größe B"H" = 11cm × 6cm × 17cm (Hosentaschenformat)
- nur 500g (ohne Akku und Netztteil)
- Anschluß an die LPT-Schnittstelle des PCs
- Spannungsversorgung über Netztteil (im Lieferumfang)
- oder 9V-Block-Akku
- deutsches und englisches Handbuch

**der Universelle LEAPER-10**

- programmiert EEPROMs, FLASH EPROM, serial PROM, BIPROM, MPU, PLD und IC-Test
- standardmäßig mit DIP-42 Sockel
- erkennt 26 versch. Dateiformate
- direkte Steuerung über Batch-Dateien
- verschiedene Adapter und Converter verfügbar

**DM 1722.70**

**der Preiswerte LEAPER-3**

- programmiert EEPROMs, EEPROM, FLASH PROMs und testet SRAMs
- schnelles Lesen, Programmieren, Blank Check, Kopieren von EEPROMs, EEPROMs, Flash EPROMs, SRAMs
- Stand-Alone-Arbeiten möglich mit LCD-Display

**DM 598.-**

**Universal-Progr.-Geräte**

inkl. Handbuch  
PLD-Programmierung mit PALASM

**auch mit DIP-48 lieferbar**

**ALL07-DR DM 1736.50**

- Anschluß an Drucker-Schnittstelle
- internes Netztell 110...240V-
- inkl. Zusatzkarte für LPT

**ALL07-PC DM 1552.50**

- Anschluß über Spezial-Buskarte
- Spannungsvers. über Buskarte
- inkl. Buskarte

**EPROM-Progr.-Geräte**

**SEP-81AE/SEP-84AE**

**SEP-81AE (1"Socket) DM 565.-**

**SEP-84AE (4"Socket) DM 699.-**

Lieferung inkl. deutschem Handbuch

**Andere PROGRAMMIERER**

**EPP-1F (bis 512kbit) DM 358.-**

**EPP-2F (bis 4Mbit) DM 498.-**

**QUICK-32ST (8 Socket) DM 2167.75**

**COM-Watch Professional**

**RS-232 Datenanalyse**

- autom. Baudratenerkennung
- optionale Erweiterung für RS422 - RS485
- Scriptsprache
- Lieferung komplett mit dt. Handbuch, Kabel und Diskette

**DM 802.70 (inkl. Anschlußkabel)**

**EPROM-EMULATOR**

**für RAM/ROM 2\*8bit oder 1\* 16bit**

optional auch für 90ns EPROMs

**EML-ROM 512 (bis 2\*512kbit) DM 696.90**

**EML-ROM 2M (bis 2\*1Mbit) DM 885.50**

**PCFACE-III**

**ISA-Karten-Tester**

Kartenwechsel ohne PC-Abschaltung

- aktive Buserweiterung zum Testen von Slotkarten
- Meßpunkte für alle Signalleitungen
- 3 Steckplätze für alle 8/16Bit-ISA-Karten

**DM 687.70**

**PCFACE-IIIc DM 915.40**

**10 Steckplätze - ohne Gehäuse**

Lieferung ab Lager  
alle Geräte getestet  
kostenloser Update-Service über Mailbox

Wir akzeptieren:

**HLERS**

EDV SYSTEME GmbH

Egerlandstr. 24a, 85368 Moosburg

08761 / 4245 oder 63708

FAX 08761 / 1485 Mailbox 62904



# Lückenfüller

## Sample Rate Converter

Matthias Carstens

**Wer seine Audiodaten erst einmal digitalisiert hat, versucht natürlich, weitere analoge Arbeitsschritte zu vermeiden, denn jedesmal ist ein verlustträchtiges Wandeln per DA- und AD-Wandler vonnöten. Brauchbare Qualität vorausgesetzt, war es bisher kaum – oder nur mit hohem finanziellen Aufwand – möglich, Abtastraten ohne analogen Umweg zu ändern. Zumindest bis gestern.**

**A**lte Aufnahmen, noch per DAT mit 48 kHz Samplefrequenz erstellt, sollen im Rechner mit 44,1 kHz verarbeitet werden oder direkt zur CD-Herstellung dienen: Ein einfaches Beispiel, wofür man einen Sample-Rate-Converter benötigt. Bisher blieb entweder der Weg über analoge DA-Wandlung und erneute AD-Abtastung mit der neuen Samplefrequenz oder die langwierige und meist nicht gerade überzeugende Umrechnung der Daten im PC. Professionelle Converter aus der Tonstudio- und Rundfunktechnik, vollgestopft mit Bauteilen, kosten meist mehr als 3000 D-Mark und liefern trotzdem kein perfektes Ergebnis. Mit dem hier vorgestellten Projekt wird sich das allerdings schnell ändern, denn Analog Devices präsentiert mit dem AD1893 einen Low-Cost-Sample-Rate-Converter, der nicht nur aufwendigste Schaltungstechnik beherr-

bergt, sondern auch noch technische Daten liefert, die einige aktuelle, professionelle und dementsprechend teure diskrete Lösungen erlassen lassen.

Allerdings bestehen im professionellen wie im Amateurbereich einige unberechtigte Vorurteile gegen den analogen Überspielvorgang. Natürlich bedarf er einer erneuten Aussteuerungsprozedur, Start-IDs und Programmnummern verschwinden, und der Rauschabstand verschlechtert sich pro Überspielung theoretisch um 3 dB. An der Klangqualität gibt es jedoch nichts auszusetzen. Wer meint, nach einem erneuten Überspielen würde der Sound nun endgültig digital hart klingen, kann sich heiße Diskussionen mit Vertretern der grottigen Bässe oder der eingeschränkten Höhentransparenz liefern. Statt dessen sollte man vielleicht einmal darauf hinweisen, daß die

derzeit erhältlichen und vorzugsweise eingesetzten Sample-Rate-Converter Klangverfälschungen verursachen, die man mit ausgesuchtem Programmmaterial problemlos hören kann! Wenn es also auf bestmögliche Klangerhaltung ankommt, führte bisher kein Weg an einer analogen Überspielung zwecks Abtastratenwandlung vorbei.

### Ausstattung

Bei dem hier vorgestellten Projekt, das sich mit seinen wenigen Bauteilen um das neue IC AD1893 von Analog Devices herumrankt, handelt es sich um einen voll digitalen, stereofonen asynchronen Sample Rate Converter (ASRC), der Kompatibilitäts- und Interfaceprobleme bei digitalen Audiogeräten lösen hilft. Asynchron bedeutet, die Frequenz- und Phasenbeziehung der Sample-Clock an Ein-





und Ausgang ist zufällig. Damit entfällt die wohl nur sehr selten benötigte Option der externen Synchronisation. Ein- und Ausgangsfrequenz dürfen im Bereich zwischen 8 kHz und 56 kHz liegen, bei einem Unterschied von fast 1:2 bis 2:1. Gedacht für preiswerte Festfrequenzapplikationen mit geringem Stromverbrauch, sind durch eine wählbare Einstellzeit der internen Ratiologik dennoch Varispeedanwendungen möglich [5]. Für Stromsparer steht ein Powerdown-Modus bereit. Der Chip ist praktisch komplett selbsteinstellend, so daß der Anwender nur die gewünschte Ausgangsfrequenz per Quarz festlegen muß.

## Wie funktioniert's?

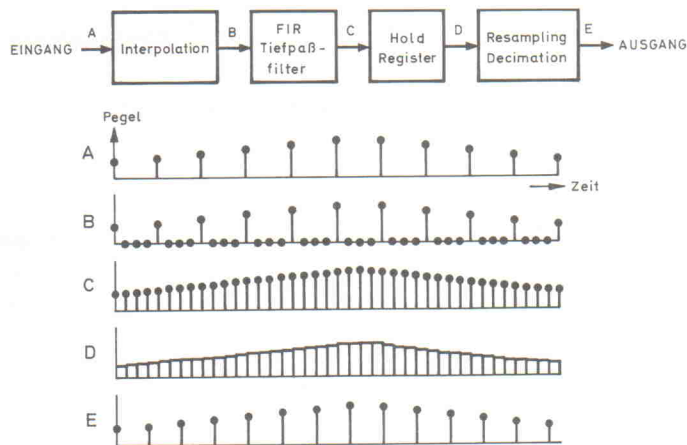
Analog Devices erklärt die Funktion des Chips mit zwei äquivalenten Modellen. Eines davon erläutert das Konzept der Interpolation/Teilung der Abtastpunkte. Wie in Bild 1 zu sehen, wird die Zahl der Abtastpunkte durch Füllung der Lücken stark erhöht, der Chip interpoliert eine hohe Zahl an Zwischenwerten. Die äquivalente Überabtastung mit dem Faktor 65536 entspricht einer internen Samplerate von 3,2768 GHz. Das Signal durchläuft dann ein variables Tiefpaßfilter, welches für eine Einhaltung der korrekten Aliasinggrenze sorgt. Dies geschieht automatisch, sobald die Samplefrequenz am Ausgang unter der des Eingangs liegt. Danach wird die Anzahl der Abtastpunkte so geteilt, daß die gewünschte Sam-

plefrequenz erscheint. Durch die enorme Überabtastung erreicht der Chip 16 Bit Genauigkeit (-96 dB) im gesamten Audioband. So ganz nebenbei vernichtet der AD1893 dabei auch eventuellen Jitter auf dem Eingangssignal, was ihm aber nicht gerade leicht fallen dürfte, denn auch vorgeschaltete Interfacebausteine wie der hier verwendete CS8412 arbeiten bereits als Jitter-Killer.

Wer in der Lage ist, den AD1893 mit mehr als 16 Bit zu beschicken, erlebt die gleiche Prozedur, wie sie spätestens beim CD-Rekorder angefallen wäre: Die unteren 8 Aux-Bits fallen einfach unter den Tisch, der SRC verarbeitet und konvertiert nur 16 Bit.

## Hi-End in Echtzeit

Daß digitale Signalverarbeitung ein Garant für niedrigste Klirrr- und Rauschwerte ist, steht außer Frage. Gerade bei der Sample-Rate-Conversion führte die Signalumrechnung bisher jedoch zu erheblichem nichtlinearen Verhalten. Kein Wunder: Zwar ist das oben beschriebene Interpolationsmodell theoretisch auch problemlos per PC zu realisieren, die hier anfallenden Datenmengen sprengen jedoch vorhandene Hardwaredimensionen. Bekanntlich fallen pro Minute Stereosampling 10 MByte Daten an, multipliziert mit 65536 ergäben sich bereits 650 Gbyte! Würden die Daten in kleinsten Häppchen verrechnet, um Speicherprobleme zu umgehen, dürfte die benötigte



**Bild 1. Interpolations-/Decimationsmodell zum Verständnis des AD1893.**

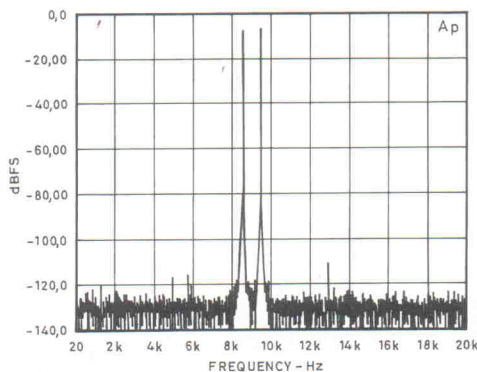
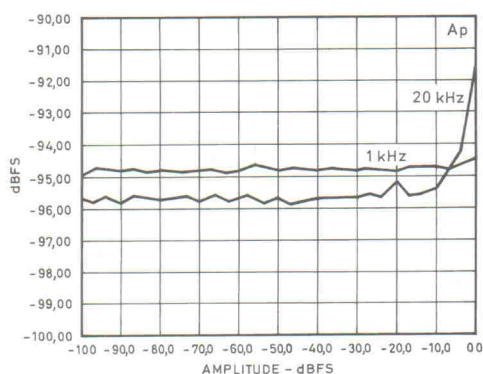
Rechenzeit einen praktikablen Einsatz verhindern. Deshalb versuchen sich Programmierer an verschiedensten Algorithmen, die aber immer nur einen Kompromiß zwischen Rechenaufwand und Klangqualität darstellen.

Die Messungen im Datenblatt des AD1893 verkünden trotz Echtzeit Erstaunliches, Bild 2 zeigt zwei Originaldiagramme daraus. Sowohl THD+N eines Sinussweeps als auch der besonders gefährdete Doppelsinus 10 kHz/11 kHz scheinen keinerlei Probleme zu verursachen. Beachtenswert sind insbesondere die niedrigen Werte der Verzerrung von circa -95 dBFS (95 dB unter Vollaussteuerung) sowie des Rausch- und Störteppichs von unter -120 dBFS. Werden solche Signale mit üblichen D/A-Wandlern wiedergegeben, sind

weder Verzerrung noch Störteppich von dem des D/A-Wandlers unterscheidbar.

## Hörtest

Selten genug in der *ELRAD* zu finden, bietet sich hier eine Gelegenheit, die theoretisch übertragende Performance des AD1893 in der Praxis zu überprüfen. In einem hannoverschen Digitalstudio trat der Converter gegen einen Akai DD1000 Sampler und einen Roland SRC-2 Sample-Rate-Converter an, gewandelt wurde von 48 kHz zu 44,1 kHz. Zuerst fanden einige Vergleichsmessungen mit Neutriks A2 samt Digitaloption A010 statt, als Testsignal diente ein einfacher Sinus und ein IMD-Signal 4 kHz/60 Hz, 4:1. Ergebnisse sind in Tabelle 1 zu sehen, beim AD1893 entsprechen sie der unteren Meßgrenze des A2.



**Bild 2. Gleitsinus (links) und Dualton (rechts) bringen den AD1893 nicht aus dem Tritt und lassen sich störungsfrei 'umrechnen'.**

# EA SYLOG

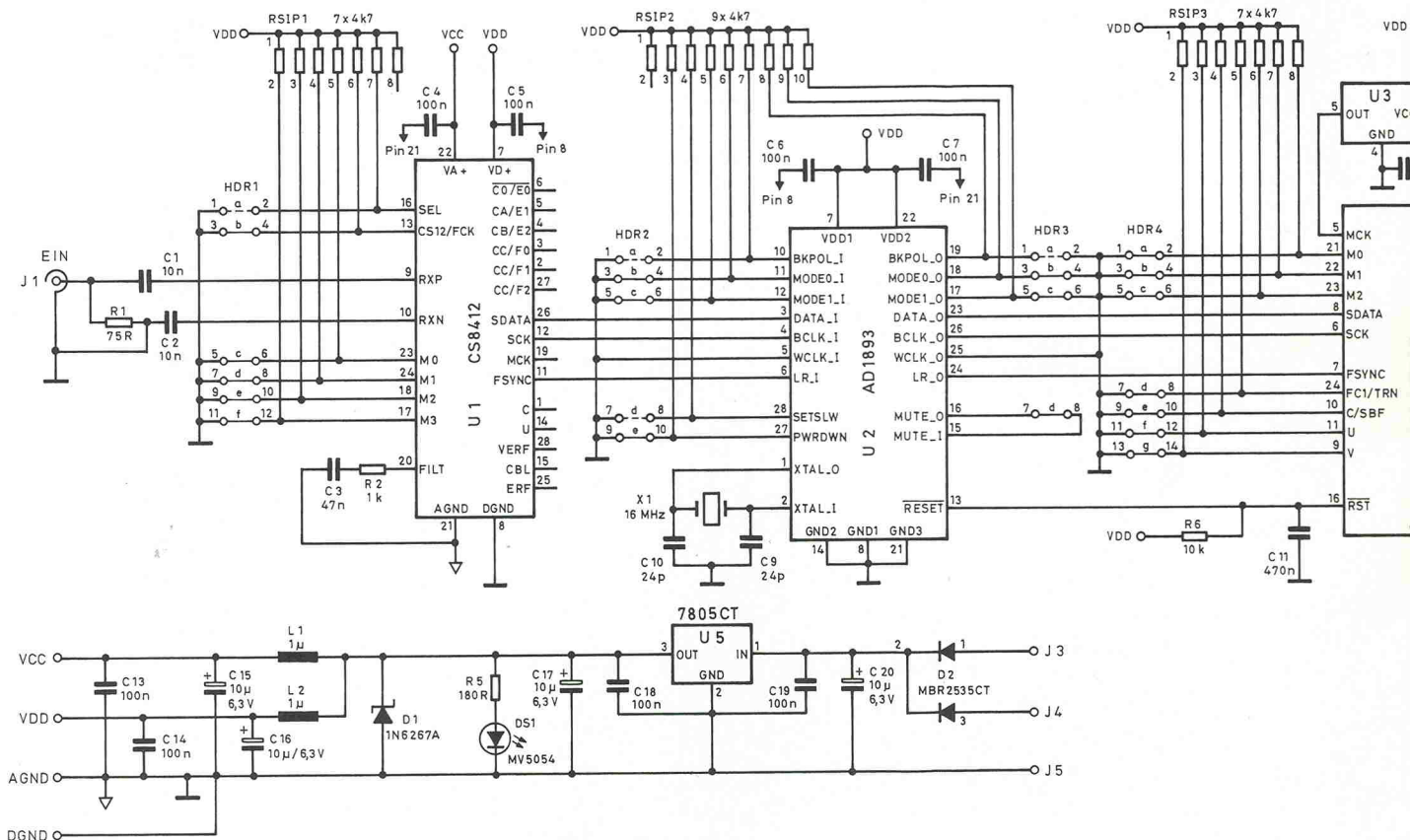
## Das mobile Meßmodul!

- EA SYLOG speichert bis zu 8.000 Meßwerte vor Ort
- Relative Luftfeuchtigkeit, pH-Werte, Frequenz- bzw. Ereigniszählung über RS-232C
- Bis zu 8 Data Logger an einer RS-232C
- Meßtakt: 5 Sekunden bis 12 Stunden
- 3 1/2 stellige LCD mit 13 mm Ziffernhöhe
- Netzunabhängig - Lebensdauer der Batterie ca. 3 Jahre!

EA SYLOG  
das kleine  
Meßwunder von EA

**ELECTRONIC ASSEMBLY**  
Lochener Schweg 17 · D-82166 Gröfelling  
Telefon 089/8541991 · Fax 089/8541721  
Germany





Der Hörtest erforderte einige kritische Testsignale wie Bassläufe und Kirchenglocken; in komplexer (Pop-)Musik bestand so gut wie keine Chance, Unterschiede zu bemerken. Alle Meßergebnisse fanden sich akustisch bestätigt: Akais SRC-Funktion, nur während der Aufnahme (und damit nicht in Echtzeit) möglich, erzeugte deutliche, hochfrequente Störgeräusche. Der SRC-2 hingegen erforderte schon ein geschultes Gehör und einen A/B-Vergleich, um die hinzuzugedachten, meist im hohen Frequenzbereich liegenden Geräusche zu entdecken. Der AD1893 dagegen verhielt sich vollkom-

men transparent. Lediglich die veränderte Samplerate bewies, daß er vorhanden und in Aktion war.

## Anwendungsbeispiele

Durch die breite Frequenzunterstützung am Eingang samt Selbsteinstellung ist der AD1893 sehr bedienungsfreundlich. Egal, mit was man ihn füttert, das gewandelte Signal erscheint am Ausgang mit 44,1 kHz in originalem Sound. Der eingangs erwähnte Fall des CD-Brenners dürfte die Majorität der Anwendungen ausmachen. Deshalb ent-

hält das Board auch keine aufwendige Umschaltung für mehrere Quarze, mit denen dann auch eine Wandlung zu 32 kHz (4,096 Mhz) oder 48 kHz (6,1440 Mhz) möglich wäre. Immerhin verspricht das interne selbsteinstellende Tiefpaßfilter des AD1893 eine sehr saubere Umwandlung auf 32 kHz. Die dadurch stark verringerten Datenmengen dürften in einigen Applikationen nützlich sein. Ein Einsatz als Konverter in Richtung Mini-Disc und DCC-Rekorder ist ebenfalls denkbar: digitaler Rundfunk (32 kHz) direkt in MD (44,1 kHz). Allerdings erscheint der AD1893 wegen der bei MD- und DCC stattfindenden Datenreduktion geradezu überqualifiziert.

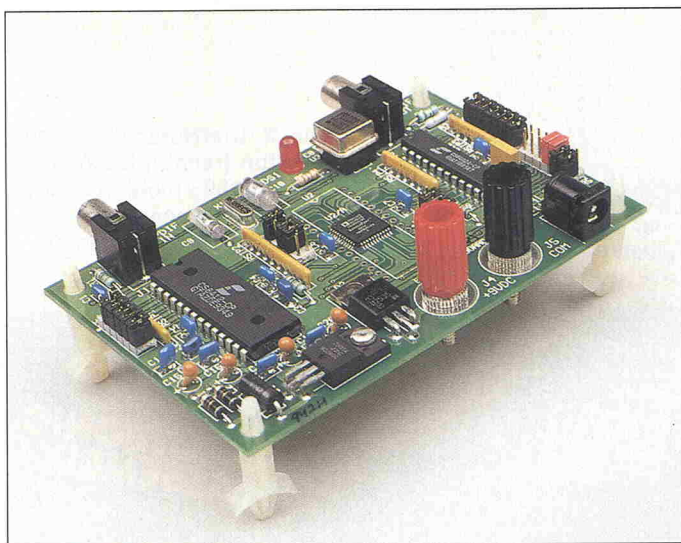
Interessant ist für Profis sicher auch die Möglichkeit, die immer noch vorhandenen DAT- oder PCM-Aufnahmen mit 44,056 kHz auf 44,1 kHz ohne Qualitätsverlust umzurechnen. Die meisten DAT-Rekorder akzeptieren zwar solches Material, spielen es aber einfach mit

44,1 kHz ab. Daraus folgt eine – für Puristen inakzeptable – minimale Tonhöhenverschiebung von 0,1% und eine Verschlechterung des internen ATF-Servo des DAT.

## Hardware

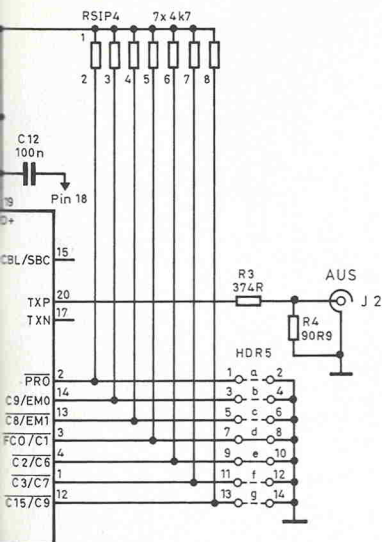
Die Platine besitzt neben der eigentlichen Schaltung auch gleich eine Universal-Stromversorgung. Vorgesehen sind zwei Polklemmen zum Einsatz mit Labor-Büschelsteckern sowie eine Printbuchse für Niederspannungsstecker üblicher Netzteile. D2 realisiert nicht nur einen Verpolungsschutz, sondern stellt auch eine einfache Einweggleichrichtung bereit. Dadurch lassen sich problemlos alle handelsüblichen Netzteile, ob stabilisiert, unstabilisiert oder gar nur Wechselspannung liefernd, im Bereich von 8 bis 20 Volt verwenden. Bei Einbau der Platine in ein Gehäuse empfiehlt sich natürlich auch gleich der Einbau eines Trafos, den man ebenfalls direkt an J4/J5 anschließen kann. Aufgrund des weiten zulässigen Spannungsbereiches und des geringen Stromverbrauches des SRC (circa 95 mA) dürfte sich ein passender Typ schnell finden lassen.

Statt der Doppeldiode D2 lässt sich natürlich auch eine einfa-



**Bild 4. Die fertig bestückte Platine, relativ wenig Aufwand an Bauteilen und problemlos in ein Gehäuse einzubauen.**





**Bild 3. Schaltplan des kompletten Sample Rate Converters mit S/P-DIF Schnittstelle.**  
Symmetrische Anschlüsse für AES/EBU sind an den Crystal Chips vorhanden und im Bedarfsfall problemlos zu verdrahten.

che 1N4004 einsetzen, insbesondere, wenn man sowieso nicht beide Stromeingänge benutzt. Sobald die Platine fertig bestückt ist und die Jumper entsprechend des Bestückungsplans gesetzt sind, kann man mit dem Converter arbeiten. Die bekannten Crystal Chips CS8412 und CS8402 versorgen das Board mit S/P-DIF Ein- und Ausgang [1]. Bild 3 zeigt den Schaltplan des kompletten Boards, der auch den minimalen externen Bauteileaufwand für den AD1893 verdeutlicht. Eine Erklärung aller Jumper würde

## Vergleichstabelle

Messung	Roland SRC-2	Akai DD1000	AD1893 EB
THD+N 1 kHz Sinus, 0 dBFS	0,127%	0,304%	<0,002%
IMD 4 kHz/60 Hz, 4:1	0,087%	0,308%	<0,002%

den Rahmen des Artikels sprengen, die meisten sind für die Standardanwendungen schlicht überflüssig, daher hier nur die interessantesten Funktionen:

Jumper 5A: Professional oder Consumer Format am S/P-DIF Ausgang

Jumper 5E: Copy permit/Copy prohibit am S/P-DIF Ausgang

Mit den im Bestückungsplan (Bild 5) gezeigten Jumper settings liefert das Board Consumer Format, eine 44,1 kHz Kennung und kein Kopierschutzsignal, arbeitet also auch als Kopierschutzvernichter. Jumper 5F aktiviert Emphasis im Transmitterchip, was für diese Anwendung zwar sinnlos ist, in anderen aber vielleicht gebraucht wird. Generell jedoch gilt: Entweder das Original ist mit Emphasis aufgenommen oder nicht, die ursprüngliche Kennung muß auf jeden Fall erhalten bleiben. Deshalb empfiehlt sich eine kleine Modifikation, die nicht extra durch eine Layout-Änderung verewigt wurde: Ein Draht zwischen U1 Pin 3 und U4 Pin 1 erlaubt das automatische Durchschleifen von Emphasis-Informationen im Consumer Mode. Handelt es sich beim Original um Professional Format, und soll dies auch so bleiben, ist lediglich Jumper 5A zu stecken, der CS8412 im

Eingang verarbeitet klaglos jedes beliebige Format [2]. Wenn das Pro-Original zusätzlich mit Emphasis versehen ist, nützt die Drahtbrücke nichts, dann ist Jumper 5C zu stecken. Natürlich lassen sich statt Jumper auch direkt Schalter auf die Frontplatte eines Gehäuses legen und so einige Funktionen wählbar gestalten.

Wird der CS8412 mit Professional-Format und aktivierter Emphasis beschickt, und ist der CS8402 auf gleiches Ausgabeformat gejumpert, entsteht eine kleine Ungereimtheit, deren Erklärung leider bis Redaktions-schluß nicht zu finden war: Im Datenstrom bleiben trotz richtiger Kodierung des CS8402 die 16-Bit Kennung und korrekte Samplefrequenz auf der Strecke, was in der Praxis jedoch keinerlei Auswirkungen hat. Die Anzahl der Bits ist (immer noch) grundsätzlich 16, und die richtige Samplefrequenz ergibt sich beim Empfänger per PLL und nicht aus der Kennung.

## Fazit

Der AD1893 bietet beste Performance und universellen Einsatz mit einem Minimum an Kosten und Aufwand. Nach den Kommentaren der Fachleute im Tonstudio ist er schlicht sensationell. Ein mit diesem Chip ausgestatteter Sample-

Rate-Converter dürfte dank günstigem Preis und bestem Klang bald in jedem Studio stehen. roe

## Literatur

- [1] Zaubersteine: ICs für die digitale Audiotechnik, Teil 1: Sender-Interface-Bausteine, Steffen Schmid, Elrad 1/95, S. 58
- [2] Zaubersteine: ICs für die digitale Audiotechnik, Teil 3: Empfänger-Interface-Bausteine, Steffen Schmid, Elrad 3/95, S. 81
- [3] 16 und 4: 20 Bit-A/D-Studio-Wandler, Martin Kirst, Uwe Kirst, Elrad 2/95, S. 72
- [4] Take five: Hard-Disk-Recording auf dem PC, Martin Kirst, Uwe Kirst, Elrad 8/94, S. 48
- [5] Analog Devices AD1893 Datenblatt und Evaluationboard
- [6] Audio Databook, Crystal Semiconductor Corp.

## Stückliste

### Widerstände

R1	75R
R2	1k
R3	374R
R4	90R9
R5	180R
R6	10k
RSIP1, 3, 4	7x4k7
RSIP2	9x4k7

### Kondensatoren

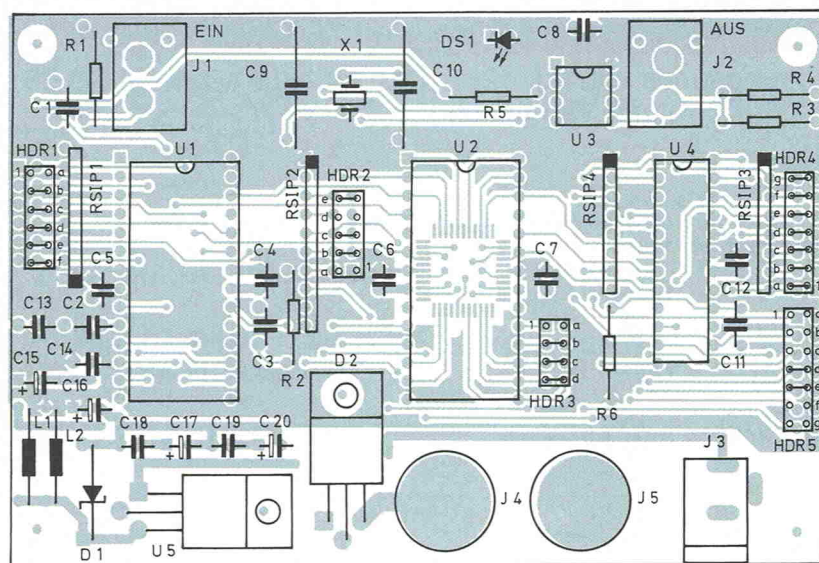
C1, 2,	10n
C3	47n
C4, 5, 6, 7, 8, 12,	
13, 14, 18, 19,	100n
C9, 10	24p
C11	470n
C15, 16, 17, 20	10µF

### Halbleiter

U1	CS8412 Crystal
U2	AD1893 Analog Devices
U3	Quarzoszillator
Ausgangs-Samplerate × 128	
CD: 5,6448MHz	
DAT: 6,1440MHz	
DSR: 4,096MHz	
U4	CS8402 Crystal
U5	7805
D1	1N6267 oder P6KE6V8CA (Conrad)
D2	MBR2535CT oder 2x1N4004
DS1	Leuchtdiode rot

### Verschiedenes

L1, 2	Drosselspulen 1µH
X1	Quarz 16MHz
div. Jumperfelder	
IC-Fassungen	
Buchsen für Stromversorgung	
Buchsen für Eingang/Ausgang	
Platine	



**Bild 4. Der Bestückungsplan zeigt auch die Jumperbestückung für den wahrscheinlichsten Anwendungsfall, 48 kHz DAT zu 44,1 kHz CD.**

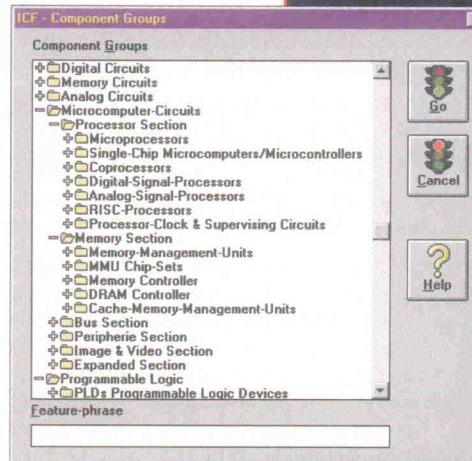


# Wer liefert Was in der Elektronik!

Auf CD-Rom oder Diskette

## Sie suchen

- IC-Funktionstypen
- Bauteile/-elemente
- Bezugsquellen
- Ersatztypen
- Distributorenadressen

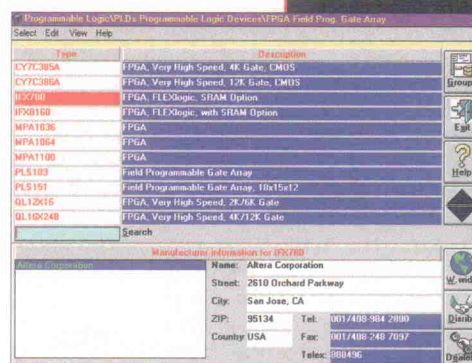


- Strukturiertes Suchen nach Bezugsquellen unter Windows
- Generierung von Fax-Anfragen
- Die Adreßdaten können in andere Windows-Applikationen eingebunden werden.



## Der IC-Scout findet

**43.000** Basis-ICs von  
**255** Herstellern  
**895** Herstelleradressen  
(weltweit) und  
**1235** Distributorenadressen



### Systemvoraussetzung:

386er PC, DOS 3.1  
Windows 3.1  
4 MB Hauptspeicher  
Der IC-Scout belegt  
15 MB (Installation)  
bzw. 10 MB (Betrieb)  
auf der Festplatte

Subskriptionspreis **128,- DM**

ab 1.10.95 **148,- DM**

## Bestellcoupon

Bitte ausschneiden und ab die Post an eMedia, Postfach 61 01 06,  
30601 Hannover oder faxen Sie uns: 0511/53 52-147

Senden Sie mir bitte **IC-Scout** zum Einführungspreis von nur 128,- DM (gültig bis zum 30.09.95)  
bzw. 148,- DM (ab 1.10.95) zzgl. 6,- DM für Porto und Verpackung.

☐ auf CD-Rom ☐ auf 3,5" Diskette

Bestellungen nur gegen Vorkasse

☐ Den Betrag buchen Sie bitte von meinem Konto ab

Absender: (bitte deutlich schreiben)

Konto-Nr. BLZ

Name/Vorname

Bank

Firma

- ☐ Den Betrag habe ich auf Ihr Konto überwiesen.  
Kreissparkasse Hannover, BLZ 250 502 99, Kto-Nr. 4 408  
☐ Verrechnungsscheck liegt bei.

Straße/Postfach

☐ Eurocard ☐ Visa ☐ American Express

PLZ/Ort

Card-Nr.

Gültigkeitszeitraum von / bis /  
Monat/Jahr Monat/Jahr

Datum ☒ Unterschrift (unter 18 Jahren der Erziehungsberechtigte)



# Ziehen Sie das Entwicklungs-As



## Know-how von Profis für Profis

### Ihre Trümpfe:

- ☐ **Preisvorteil 15%** gegenüber Einzelheft
- ☐ **plus 4 Ausgaben gratis** zum Test
- ☐ **14täglich** die aktuellsten Produkte und neuesten Applikationen
- ☐ **plus 2 Sonderhefte** kostenlos

Vertrauensgarantie/Widerrufsrecht: Die Bestellung wird erst wirksam, wenn Sie nicht binnen einer Woche ab Aushändigung dieser Belehrung schriftlich beim DESIGN & ELEKTRONIK-Abonnenten-Service, D-74168 Neckarsulm widerrufen wird. Zur Wahrung der Frist genügt die rechtzeitige Absendung des Widerrufs. Die Kenntnisnahme des Widerspruchsrechts bestätige ich mit meiner 2. Unterschrift.

**Gratis für Sie!**  
Vier Ausgaben  
zum  
Probelesen.

✂ Abschneiden und einsenden oder faxen

### Gratis-Test-Coupon **DESIGN & ELEKTRONIK**

**Ja**, ich möchte DESIGN & ELEKTRONIK zwei Monate lang kostenlos testen. Will ich die Zeitschrift danach weiterlesen, brauche ich nichts zu tun, ich erhalte sie dann zum günstigen Jahrespreis von DM 163,80 (Ausland DM 215,80) per Post frei Haus geliefert. Studenten zahlen DM 98,80. Anderenfalls teile ich Ihnen das nach Erhalt der 3. Gratis-Ausgabe mit. Ich kann jederzeit kündigen. Der Restbetrag wird zurückerstattet.

**Design & Elektronik  
Abonnement-Service**

**D-74168 Neckarsulm**

**Fax (07132)959244**

Name, Vorname \_\_\_\_\_

Straße/Hausnr. \_\_\_\_\_ PLZ/Ort \_\_\_\_\_

Gewünschte Zahlungsweise: ☐ nach Erhalt der Rechnung ☐ per Bankeinzug

Geldinstitut \_\_\_\_\_ BLZ \_\_\_\_\_ Konto-Nr. \_\_\_\_\_

Datum 1. Unterschrift \_\_\_\_\_ Datum 2. Unterschrift \_\_\_\_\_

Vertrauensgarantie/Widerrufsrecht: Die Bestellung wird erst wirksam, wenn Sie nicht binnen einer Woche ab Aushändigung dieser Belehrung schriftlich beim DESIGN & ELEKTRONIK-Abonnenten-Service, D-74168 Neckarsulm widerrufen wird. Zur Wahrung der Frist genügt die rechtzeitige Absendung des Widerrufs. Die Kenntnisnahme des Widerspruchsrechts bestätige ich mit meiner 2. Unterschrift.

INTC 95

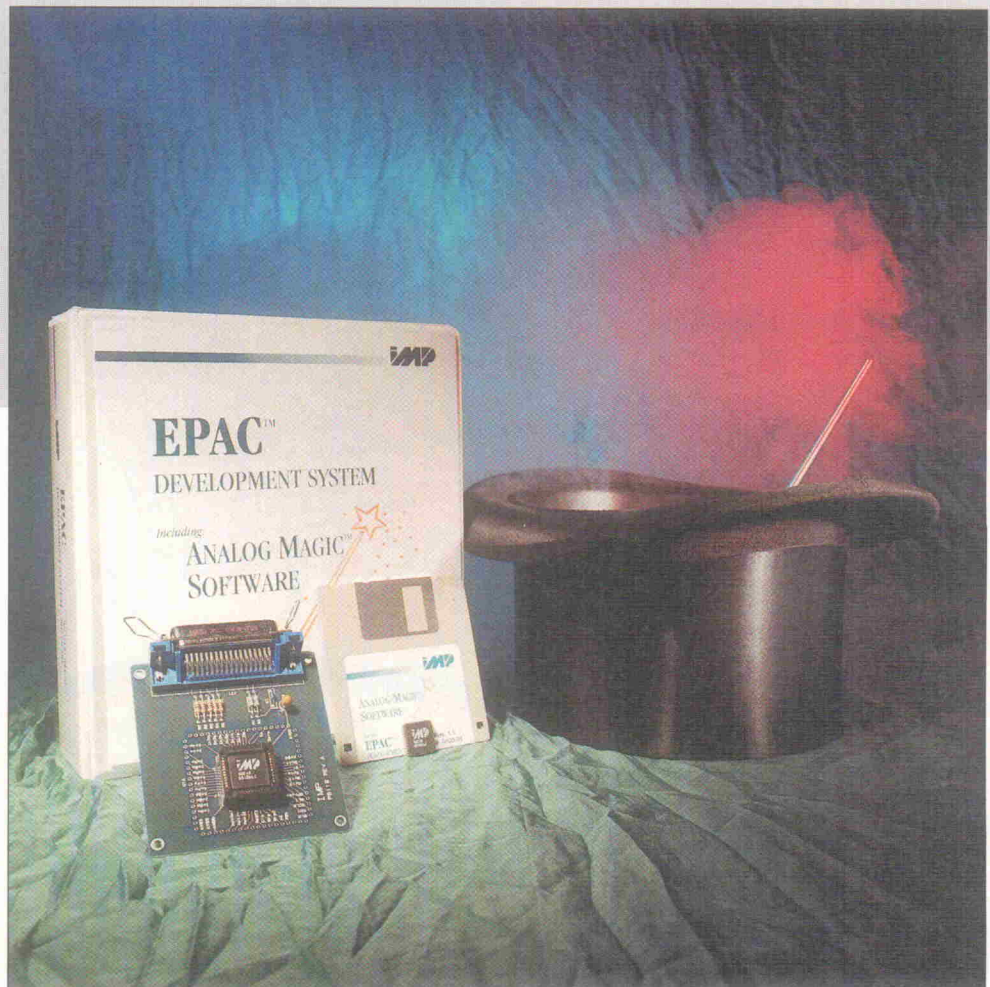


# Vorhang auf

**IMP50E10: Erster feldprogrammierbarer EPAC-Analogbaustein von IMP**

**Marcus Prochaska**

**Electrically Programmable Analog Circuits (EPAC) sind das analoge Pendant zu programmierbaren Digital-ICs. Mit diesen Analog-PLDs lassen sich sehr schnell und einfach analoge Schaltungsentwürfe am PC realisieren. Für die passende Konfiguration sorgt die Windows Software 'Analog Magic', und mit einem kurzen Abrakadabra läßt sich gar ein Funktionstest der kompletten Schaltung durchführen. Seine magischen Fähigkeiten mußte der IMP50E10 nebst Starter-Kit im ELRAD-Labor unter Beweis stellen.**



**E**in Sensorsignal muß durch Filter und Verstärker aufbereitet werden, bevor es einem A/D-Umsetzer zugeführt werden kann. Solche Interface-Anwendungen, bei denen die Analogschaltung quasi als Vermittler zwischen analogem Umfeld und digitaler Datenaufbereitung dient, ist die Spezialität des IMP50E10. Der Baustein ist für Signalaufbereitungs-, Datenerfassungs- und Datenkonvertierungsapplikationen ausgelegt. Hierfür stehen diverse Filter- und Verstärkermodule zur Verfügung. Ebenfalls sind DACs, eine Track-and-Hold-Schaltung, Komparatoren, ein Taktmodul und ein Multiplexer auf dem Chip realisiert. Für den Betrieb des IC sind keine externen Bauteile notwendig. Stabilitätsprobleme, wie sie bei der konventionellen Schaltungsentwicklung

auftreten, sind für den EPAC-Programmierer ohne Belang

Dabei versprechen EPACs im Vergleich zu konventionellen Analog-ASICs und Custom-ICs kürzere Entwicklungszeiten und eine höhere Flexibilität. Letzteres gilt sowohl für die eigentliche Schaltungsdimensionierung, als auch für den späteren Betrieb des Chips. In Zukunft sollen die Vorteile feldprogrammierbarer Analogbausteine für die unterschiedlichsten Anwendungsbereiche verfügbar sein. Spezielle Bausteine für den Bereich der Regelungs-, Video- oder Audiotechnik sind bei IMP bereits in der Erprobung.

Dank ausgefeilter Analogschalter können die internen Module des 50E10 beliebig miteinander verbunden und programmiert werden. Die hierzu notwendi-

gen Konfigurationsdaten werden im IC-eigenen EEPROM abgelegt, das über ein serielles 3-Leiter-Interface zugänglich ist. Zum Betrieb des Bausteins ist eine 5-V-Versorgungsspannung notwendig. Der integrierte Sleep-Mode, die Möglichkeit bestimmte On-Chip-Module komplett abzuschalten und die energiesparende EECMOS-Technologie erleichtern den Einsatz in portablen Systemen.

Den preisgünstigen Einstieg in die EPAC-Welt erlaubt das Starter-Kit D110. Dieses beinhaltet neben Programmierboard und zwei IMP50E10 auch die Design-Software Analog Magic. Darüber hinaus liegt dem Kit eine Dokumentation im formstabilen Schuber bei, die allgemeine Hinweise zur Inbetriebnahme, das Datenblatt des



50E10 sowie eine zehnteilige Infoschrift zur Software enthält.

## Hier geht's rein

Einen Überblick über das Innenleben des IMP50E10 gibt Bild 1. Der Baustein besitzt zwei Eingangsschaltungen: Das Modul A verfügt über einen Multiplexer (Mux), der mit den Pins  $In(p) \dots In(8n(p))$  verbunden ist. Wahlweise sind diese Anschlüsse als Differenz- oder Single-Ended-Eingänge ausgelegt. Im letzteren Fall verwendet das IC das Potential am Pin *Guard/Ground* als Signalmasse. Der Ausgang des Mux ist auf einen Tiefpaß (Low Pass Filter, LPF) geschaltet. Dieser besitzt bei Verwendung der internen Kapazität eine Grenzfrequenz von 15 kHz. Durch Zuschalten eines externen Kondensators an die Pins *Ca* und *Cb* kann die Eckfrequenz zwischen 0,1...845 kHz variiert werden. Der Ausgang des LPF-Moduls ist direkt auf einen Verstärker ( $v = 0,5 \dots 10$ ) geschaltet, dessen Eingang mit dem Offset-Modul VO verbunden ist. Dieses ist mit einem DAC realisiert, der über eine Auflösung von sieben Bit plus Vorzeichen verfügt. Weitere zwei Bit legen die Schrittweite fest, die je LSB 20  $\mu V$ , 100  $\mu V$ , 1 mV oder 20 mV beträgt. Der Abgleich des Signal-Offsets kann per Software vorgenommen werden oder automatisch über die Auto-Zero-Funktion erfolgen.

Die Analogkanäle werden zur Programmierung des Eingangsmoduls in vier Gruppen zusammengefaßt, wobei sich für jede Einheit die Konfiguration des Filters, des Offset-DACs und des Verstärkers festlegen läßt. Über die Anschlüsse G1 und G2 ordnet man jeden Eingang einer Gruppe zu oder aber läßt die Zuteilung automatisch durchführen. Dabei bilden dann jeweils vier nebeneinanderliegende Eingänge einen Komplex, bei der Verwendung von Differenzeingängen stellen also beispielsweise  $In1$  und  $In2$  die Gruppe 1.

Die Tiefpaß- und Verstärkermodule des Eingangs B stimmen grundsätzlich mit denen des Eingangsmoduls A überein. Schaltung B ist allerdings etwas vereinfacht, denn sie verfügt weder über einen Multiplexer noch einen Offset-DAC. Darüber hinaus kann man den Tiefpaß zwar nach Belieben ein- und ausschalten, jedoch keinen

## Magier gesucht

Wir meinen, das IMP50E10 lädt zum Experimentieren ein. Wer sich bereits zu einer möglichen EPAC-Applikation hat inspirieren lassen, schicke bis zum 19. Oktober 1995 eine kurze Beschreibung samt Skizze an die folgende Adresse:

Verlag Heinz Heise  
Redaktion ELRAD  
Stichwort: EPAC  
Helstorfer Straße 7  
30625 Hannover

Nachdem wir die drei interessantesten Einsendungen 'herausgefischt' haben, bekommen deren Erfinder sofort je ein D110-Starter-Kit zur Realisierung ihrer Idee zugesandt.

Zusammen mit Tekelec Airtronic kürt ELRAD dann das interessanteste Design und stellt es in einer der nächsten Ausgaben vor.

internen Kondensator anschließen. Damit liegt die 3-dB-Eckfrequenz des LPF konstant bei 15 kHz. Die Ausgänge der Module A und B werden auf einen internen Bus geführt, der sämtliche On-Chip-Komponenten miteinander verbindet.

## Tief im Innern

Neben den zwei Eingangsschaltungen verfügt der IMP50E10 über drei Kernmodule C, D und E. Die OPVs C und D besitzen eine programmierbare Verstärkung ( $v = 1 \dots 10$ ) in acht Stufen. Ihr Eingang läßt sich als invertierend oder nicht invertierend konfigurieren. Da man jeder Gruppe des Eingangsmoduls A eine definierte Verstärkung zuweisen kann, lassen sich so in Abhängigkeit von der angewählten Gruppe vier verschiedene Verstärkerstufen aufbauen.

Die OPVs verfügen über einen internen Offset (Offsetspannung  $\pm 1 V$ ) und einen 1/f-Rauschabgleich. Sowohl ihre Eingänge als auch ihre Ausgänge sind mit dem IC-internen Bus verbunden. Damit können sie in Reihe oder parallel geschaltet und auf sich selbst zurückgeführt werden.

Modul E entspricht im wesentlichen den beiden anderen Kernmodulen, besitzt jedoch zwei Eingänge, womit der OPV bei Bedarf als Summenverstärker arbeiten kann. Dafür muß man bei diesem Subsystem auf die Möglichkeit der gruppenspezifischen Programmierung verzichten.

## Jetzt aber raus

Jedes der drei Ausgangsmodule F, G und H besteht aus einem programmierbaren Verstärker und einem optionalen 15 kHz-Tiefpaß. Der '4 Bit plus Vorzeichen DAC' im Eingang des Verstärkers erzeugt eine 32stufige Offsetspannung in Schrit-

ten von 133 mV. Damit eignet sich der IMP50E10 auch als Referenzspannungsquelle. Jedes Modul besitzt eine Verstärkung von  $\pm 2$ . Im Turbo-Mode beträgt die Slew-Rate 3 V/ $\mu s$ , im Normalbetrieb erreicht der Ausgang 1,5 V/ $\mu s$  bei einer Last von 50 pF. Das Ausgangsmodul F kann über Pin *S1* als Track-and-Hold-Schaltung konfiguriert werden. Darüber hinaus läßt im Komparatorbetrieb eine 75 mV Hysterese zuschalten.

Der Chip enthält zwei weitere autonome Module: einen Auxiliary-Amplifier und einen Taktgenerator. Sowohl die Ein- als auch die Ausgänge des gesonderten Verstärkers sind von außen zugänglich, womit beispielsweise eine externe Rückkopplung realisierbar ist. Dieses Subsystem besitzt ebenso wie die Ausgangskreise einen Turbo-Mode.

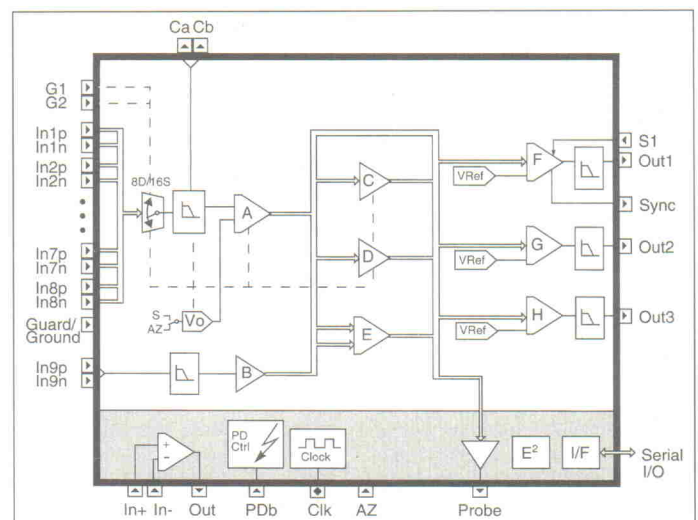
Das Taktmodul erzeugt im Master-Mode ohne zusätzlichen Bauteileaufwand den Systemtakt des EPAC mit Frequenzen

von 62,5 bis 500 kHz. Im Slave-Betrieb folgt der Schaltkreis einer externen Quelle über einen Bereich von 500 kHz bis 4 Mhz. Das Clock-Modul verfügt zudem über einen programmierbaren Teiler ( $n = 1, 2, 4, 8$ ).

## Magische Utensilien

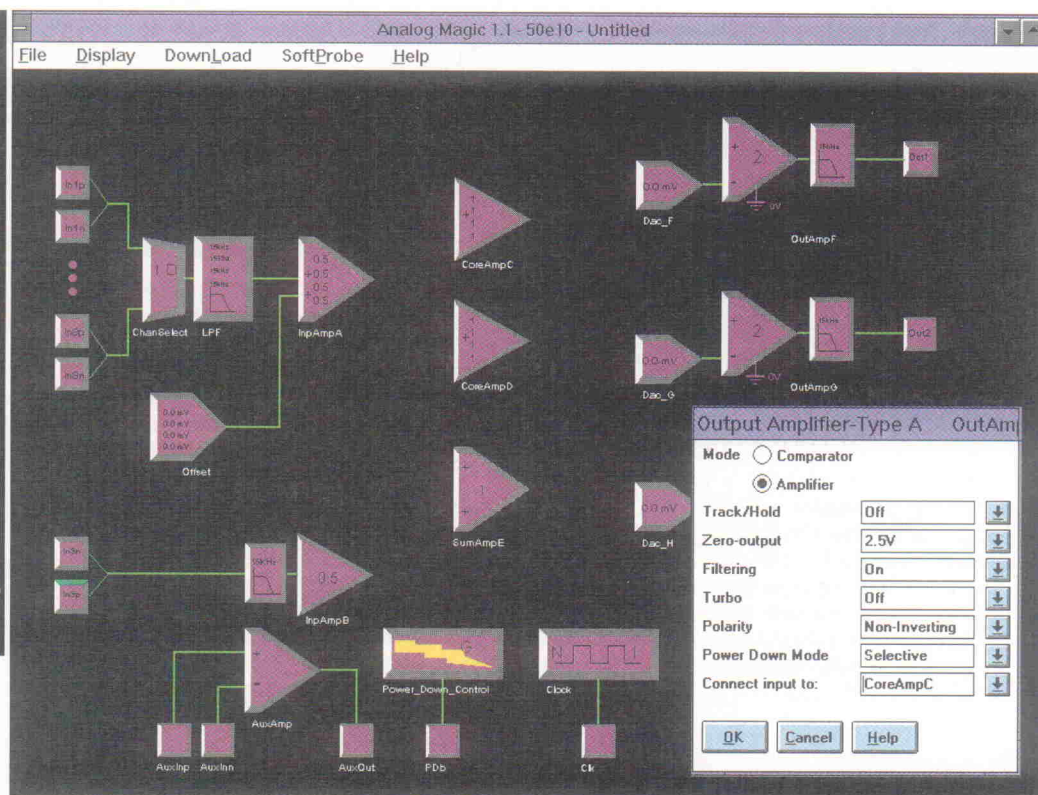
Als digitales Interface dient eine serielle Schnittstelle. Über die Anschlüsse SCLK (Serial Interface Clock Input), SDI (Serial Data Input) und SLO (Serial Load Output) kann man das EEPROM handeln und Kommandos an den Baustein geben. Zu letzteren zählt die Selektierung eines Multiplexerkanals oder das Auslösen des automatischen Offsetabgleichs. Ebenso läßt sich der Power-Down-Modus aktivieren und wieder aufheben. Für die Programmierung des Bausteins muß zunächst ein Command-Byte übertragen werden. Folgen auf diese Anweisung Daten, erwartet der IMP50E10 die Anzahl der noch folgenden Bytes und anschließend die Daten selbst.

Zieht man den Pin *PDb* der Power-Down-Logik auf low, wird der Baustein in den Sleep-Modus versetzt. Welche Komponenten sich dabei 'zur Ruhe begeben', liegt in der Hand des Anwenders. Die hierzu notwendigen Daten – wie auch die einzelnen Verstärkungen, Offsets und das Routing – sind im EEPROM gespeichert. Um diese Informationen vor unerwünschtem Zugriff zu schützen, besitzt der Chip einen Leseschutz. Ist diese Funktion nicht aktiviert, kann man das EEPROM sowohl programmieren als auch auslesen.



**Bild 1. Die Interna des EPAC:**  
Zehn Module sind über ein Bussystem verbunden.





**Bild 2. Pop-up-Menüs erlauben die Konfiguration der Module unter Analog Magic; hier die möglichen Einstellungen für das Ausgangsmodul F.**

Die Programmierung des EPACs ist durch das einfache Übertragungsprotokoll schnell getan. Dabei müssen die Konfigurationsdaten nicht schon zu Beginn der Schaltungsentwicklung mit selbstgestrickter Software ins EEPROM übertragen werden. Denn alle Funktionen des IMP50E10 werden bereits vor der eigentlichen Programmierung von der Analog Magic Software unterstützt. Für deren Betrieb sind mindestens ein 386er PC, 4 MB RAM, knappe 1 MB Speicherplatz und Windows 3.1 Voraussetzung. Die einzelnen Komponenten samt der internen 'Verdrahtung' des Chips stellt die Design-Software grafisch in Form eines Blockschaltbildes dar. Der Doppelklick auf ein Modulsymbol öffnet eine Dialogbox, in der man die jeweiligen Parameter einstellen kann und die Verbindung zu den anderen Modulen knüpft (Bild 2). Per Tastendruck wird das EEPROM programmiert und während des Betriebs werden Kommandos – wie beispielsweise die Auswahl eines MUX-Kanals – an das EPAC übertragen. Anschließend kann man einen Funktionalitätstest der gesamten Schaltung ausführen und zu Dokumentationszwecken einen Report sowie ein komplettes Schaltbild ausdrucken.

Da für den Betrieb des ICs am Parallelport eines PC nur eine

handvoll passiver Bauteile notwendig sind, könnte man die Analog-PLDs auch ohne das Board des Starter-Kits in eigenen Applikationen einsetzen und programmieren. Wer sich an EPACs versuchen möchte, ohne ein solches 'Drumherum' aufzubauen, werfe einen Blick in den Kasten 'Magier gesucht'.

## Der Auftritt

Als erstes stand die Verstärkung des EPAC auf dem Prüfstand. Hierzu wurde exemplarisch der Gesamtverstärkungsfehler als Funktion der Einzelverstärkungen gemessen. Die H-Ausgangsstufe lieferte dabei eine konstante Verstärkung von 2. Mit einem gain zwischen 0,5 und 10 für Modul A und  $v = 1 \dots 10$  im Kernmodul C ließ sich die Gesamtverstärkung somit zwischen 1 und 200 einstellen. Mit einem Eingangssignal von 20 mV bei einer Frequenz von 1 kHz ergab sich der Signalpegel am Ausgang zu 20 mV bis 4 V. Während der Messung war der 1/f- und Offsetabgleich der Eingangsstufe sowie das H-Ausgangsfilter aktiv. Die Grenzfrequenz des LPF-Moduls im Eingangskreis A wurde durch die interne Kapazität bestimmt. Für den Test kam ein Tektronix CFG 250 Signalgenerator, ein Hameg Oszilloskop vom Typ HM 203-7 und ein Fluke 87 Multimeter zum Einsatz. Mit dem Quotien-

ten aus Aus- und Eingangspegel ergibt sich die Gesamtverstärkung  $v_{ges} = U_a/U_e$  in Abhängigkeit von den eingestellten Einzelverstärkungen  $v_A$  und  $v_C$ . Ein Vergleich mit der Sollverstärkung ( $v_{soll} = v_A v_C v_H$ ) liefert den relativen Verstärkungsfehler  $f_{rel} = (v_{soll} - v_{ges})/v_{soll}$ . Das Meßergebnis ist in Bild 3 dargestellt. Wie man diesem entnehmen kann, liegt der Verstärkungsfehler des EPAC mit unter 2 % im Toleranzbereich. Der zweite Testabschnitt untersucht den fünf Bit breiten DAC des H-Ausgangskreises. Während man ADCs üblicherweise dynamisch testet, sollten hier die Messungen im Hinblick auf einen Einsatz des D/A-Wandlers als Referenzspannungsquelle statisch durchgeführt werden. Bei konstanter Last wurde das Ausgangssignal in Abhängigkeit vom eingestellten Digitalwert mehrfach aufgenommen und anschließend die Einzelergebnisse je Stufe gemittelt. Setzt man diese Werte in Relation zur jeweiligen Sollausgangsspannung, ergibt sich die Grafik in Bild 4. Da Analog Magic nur die Einstellung definierter Offset-Spannungswerte erlaubt, ist die x-Achse entsprechend der Soll-Ausgangsspannung des DAC skaliert. Wie Bild 4 zeigt, liegt der maximale Fehler deutlich unter 2 % und erfüllt damit voll die Spezifikationen des Herstellers. Wenngleich beide Tests nur einen kleinen Teil der

IC-Leistungsdaten widerspiegeln, zeigen sie dennoch eindrucksvoll die Qualität dieses Bausteins.

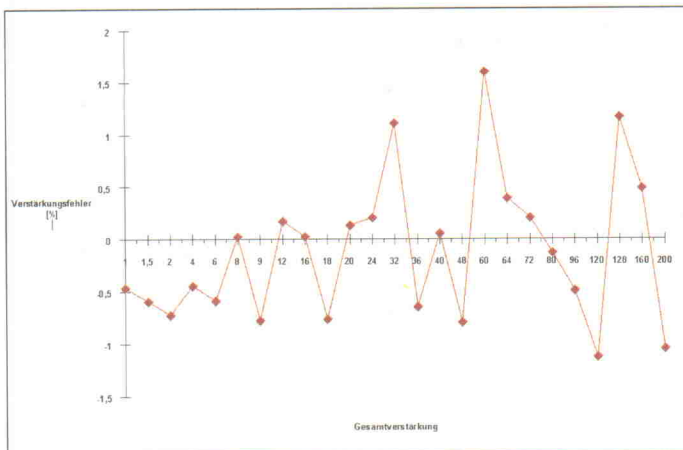
## Andere Zaubereien

Das Hauptanwendungsgebiet des IMP50E10 ist sicher in Multi-Kanal-Applikationen zu sehen. Unterschiedliche Signale können über die programmierbaren Verstärker an die Auflösung eines ADC angepaßt werden. In der Praxis erhält man unterschiedliche Amplituden beispielsweise aus verschiedenen Sensoren, die an die MUX-Eingänge geschaltet sind oder aus variablen Umweltbedingungen wie Temperatur oder Luftdruck. Bei der Langzeitüberwachung von technischen Geräten kann die Alterung von Bauteilen der Grund für veränderte Meßwerte sein.

Wird das Ausgangsmodul eines EPAC nicht benötigt, läßt es sich 'nebenbei' für Watch-Dog-Funktionen einsetzen. Als Komparator kann dieses beispielsweise die Versorgungsspannung eines  $\mu$ P-Systems überwachen: sobald die Spannung einen bestimmten Schwellenwert unterschreitet, wird ein Interrupt ausgelöst. Der Mikrocontroller reagiert durch Abschalten von nicht zwingend erforderlichen Komponenten des EPAC. Eine solche Anwendung ist insbesondere für batteriebetriebene Geräte vorstellbar. In anderen Bereichen könnte man mit Hilfe der Analog-PLDs Schaltungen an schwankende Energiequellen, beispielsweise Solarzellen, anpassen.

Ein weiteres Einsatzgebiet des IMP50E10 liegt in der Bereitstellung unterschiedlicher Testsignale. Während eines Prüfungsvorgangs kann die Amplitude des Meßsignals über das serielle Interface programmiert werden. Das IC ist dabei in der Lage, das Signal einer vorhandenen Quelle zu verstärken oder mit Hilfe externer Bauteile selbst als Generator zu arbeiten. Der große Vorteil gegenüber kon-





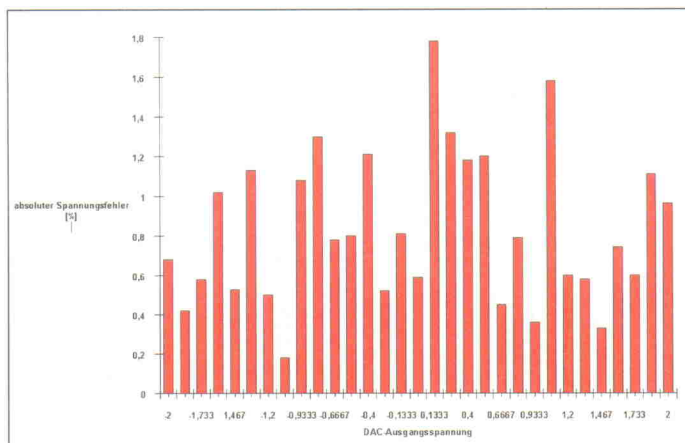
**Bild 3.** Der relative Gesamtverstärkungsfehler in Abhängigkeit von Modul A und C entspricht den Spezifikationen des Herstellers.

ventionellen Lösungen besteht darin, die Amplitude digital festlegen zu können. Zudem leistet das EPAC bei der Verarbeitung von Audiosignalen durch einen DSP wertvolle Dienste: Eingangsseitig eliminiert der 50E10 DC-Offsets und verstärkt das nun reine Wechselsignal. Wird das durch den Prozessor bearbeitete Signal über einen DAC zurückgewandelt, ist das EPAC anschließend in der Lage, wiederum zu filtern und zu verstärken. Bei Änderungen der Amplitude kann der DSP das Analog-IC sofort durch eine entsprechende Programmierung anpassen.

### Fazit

Die technischen Daten des IMP50E10 lassen kaum Wünsche offen. Das Starter Kit ermöglicht einen problemlosen Einstieg in diese neue Art der Schaltungsentwicklung. Hierfür ist insbesondere die leicht verständliche Analog-Magic-Software mit ihrer integrierten Online-Hilfe verantwortlich. Das

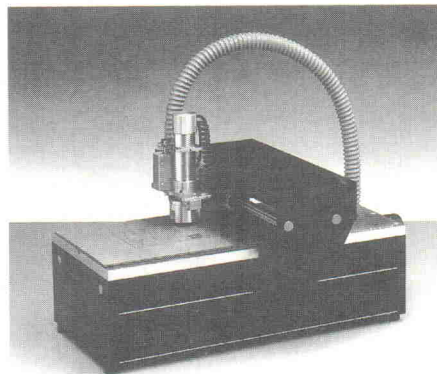
verfügbare Datenheft zum IC fällt etwas mager aus. Detailinformationen über die Programmierung des EEPROM und die Konfigurationsdaten des EPAC sucht man beispielsweise vergebens. Das Evaluationboard des Kit besticht durch seine Handlichkeit, leider aber nicht unbedingt durch seine Handhabbarkeit. So sind zwar sämtliche Pins des EPAC vom IC weg in die Sockelumgebung geführt. Jegliche Anschlußmöglichkeiten für Meßequipment oder Stecker fehlen jedoch. Hier muß man sich die Mühe machen und kleine Lötstifte einschlagen oder einreihige Stiftleisten anlöten. Für eine Zweilagengründplatte zum Preis von knappen 600 D-Mark könnte man durchaus mehr erwarten, zumal ein IMP50E10 in Einzelstückzahlen mit rund 60 Mark zu Buche schlägt. Im Hinblick auf die Fähigkeiten des 50E10 darf man allerdings gespannt auf die nächsten EPACs sein. Anwendung für Analog-/Digitalbausteine gibt es schließlich in Hülle und Fülle. *uk*



**Bild 4.** Die Spannungsabweichung des DAC-Ausgangsmoduls liegt innerhalb der zulässigen Toleranzen.

## LPKF ProtoMat 91S

NEU: mit Durchkontaktierung (Option)



Flexible Prototypfertigung im eigenen Labor – präzises Gravieren, Bohren, Durchkontaktieren mit Dispenser – fertig ist die Leiterplatte. Die Software CircuitCam Basis mit BoardMaster ist die 100%-ige Schnittstelle zu jedem CAD-System. LPKF Fräsbohrplotter sind **einfach zu bedienen, umweltfreundlich** und passen auf jeden Labortisch.

### Sie wollen mehr wissen?

Kopieren Sie diese Anzeige und faxen sie an:  
**051 31/7095-90** (Tel.: 051 31/7095-0)

## Hobbyland



### Berlin'95

23.-26. November  
10-18 Uhr  
Messegelände Berlin

Verkaufsausstellung  
für Modellbau,  
Modellisenbahn,  
Hobby-Elektronik und Spiel

Und am 25. und 26. November  
**Automania**  
Modellautos in allen Maßstäben  
Von Sammlern für Sammler

Dabei sein und verdienen!  
Sichern Sie sich als Aussteller  
Ihr Umsatzplus. Fordern Sie  
die Aussteller-Unterlagen an.  
Jetzt!

Messe Berlin GmbH  
Messedamm 22 · D-14055 Berlin  
Telefon 030/3038-0 · Telefax 030/3038-2113

**Messe Berlin**



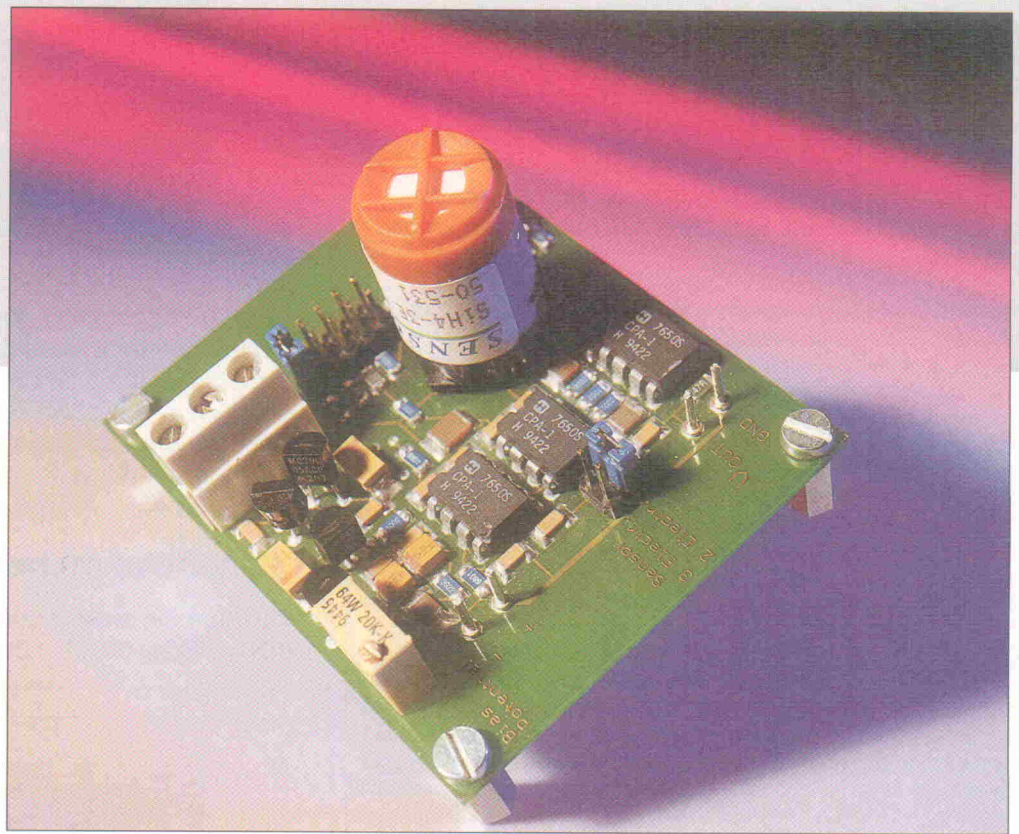
# Kleine Schnüffler

## Elektrochemische Gassensoren

Entwicklung

Erik Lins

**Das Einsatzgebiet elektrochemischer Gassensoren erstreckt sich von problemorientierten Meßgeräten für die Emissionsüberwachung über die Anwendung als Abgas-sensor in der Automobiltechnik bis hin zur Warnung vor gesundheitsschädlichen Atmosphären. Aber wie funktionieren diese Spürnasen eigentlich, und wie setzt man sie ein?**



**E**lektrochemische Gassensoren sind mit hoher Selektivität für viele verschiedene Gase erhältlich. Eine hohe Empfindlichkeit bei geringem Stromverbrauch sowie die Fähigkeit zur Selbstüberwachung während des Betriebs qualifizieren sie für einen breiten Einsatz in der Meß- und Regelungstechnik. Amperometrische, elektrochemische Sensoren funktionieren nach zwei verschiedenen Prinzipien, die in Bild 1 am Beispiel zweier Kohlenmonoxidsensoren dargestellt sind. Folgende Merkmale sind beiden Ausführungen gemein:

- Eine elektrochemische Reaktion an der Meßelektrode generiert einen Elektronenstrom, der das eigentliche Meßsignal darstellt. Der Stromkreis bildet sich aus der Meßelektrode, dem Elektrolyten, der Gegenelektrode und einem äußeren Stromkreis, der im wesentlichen aus Zuführung und

Stromverstärker besteht. Für die Aufrechterhaltung des Meßstromes sorgt eine Spannung zwischen den Elektroden, die entweder von einer äußeren Spannungsquelle innerhalb des Stromkreises (Potentiostat beim Dreielektroden-sensor) oder mit Hilfe der Gegenelektrode (Zweielektroden-sensor) gewonnen werden kann.

- Das Meßsignal ist proportional zum Partialdruck (Konzentration) des zu messenden Gases. Dieses Gas diffundiert durch eine Membran oder eine Lochblende zur Meßelektrode. Jedes Gasmolekül, das zur Elektrode gelangt, muß auch sofort an ihr abreagieren können. Andernfalls wäre die lineare Proportionalität zwischen Konzentration und Meßsignal nicht mehr gegeben.

Der Unterschied zwischen den zwei Sensorausführungen liegt

in der externen Beschaltung: Im Zweielektroden-sensor sind Meß- und Gegenelektrode über einen Stromverstärker niederohmig miteinander verbunden. Das Potential der Gegenelektrode bestimmt das Meßelektrodenpotential. Wird an der Meßelektrode CO oxidiert und damit ein Strom erzeugt, findet an der Gegenelektrode eine Reduktion von Luftsauerstoff statt. Da der Anteil von Luftsauerstoff jedoch sehr hoch und die katalytische Aktivität der Gegenelektrode sehr gut ist, findet zunächst keine Abweichung vom Ruhepotential der Gegenelektrode statt. Erst bei einer deutlich höheren CO-Konzentration tritt eine merkliche Polarisierung der Elektroden auf, die sich als Nichtlinearität in der Sensorkennlinie zeigt.

Im Dreielektroden-sensor wird das Potential der Meßelektrode nicht durch die Gegenelektrode beeinflusst. Hier kommt eine

*Erik Lins fertigt seine Diplomarbeit am Institut für Angewandte Physik der Universität Gießen an und beschäftigt sich unter der Leitung von Prof. C.-D. Kohl mit Entwicklung und Aufbau von Multi-sensorsystemen.*



potentiostatische Schaltung zum Einsatz, die das Meßelektrodenpotential in bezug auf eine zusätzliche Elektrode im Elektrolyten, der Referenzelektrode, konstant hält. Dies geschieht unabhängig vom Strom zwischen Meß- und Gegenelektrode. Bei den meisten Gasen wird als Potential das Ruhepotential der Referenzelektrode gewählt (zum Beispiel  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{HCN}$ ,  $\text{SiH}_4$ ,  $\text{HF}$ ,  $\text{COCl}_2$ ,  $\text{NH}_3$ ), es gibt jedoch Ausnahmen, bei denen ein von der Ruhespannung abweichendes Potential benötigt wird (zum Beispiel  $\text{NO}$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{O}_2$ ). Diese Differenz wird als Sensorvorspannung oder Bias-Potential bezeichnet. Die Variation dieser Vorspannung stellt eine Möglichkeit zur Steuerung der Selektivität für bestimmte Gase bei Dreielektroden Sensoren dar. In der Praxis wird hauptsächlich letztere Sensorausführung eingesetzt.

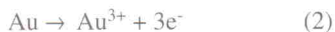
## Wählerisch

Zur Selektivitätssteuerung amperometrischer Sensoren bieten sich viele Wege an – ein großer Vorteil gegenüber halbleitenden oder thermischen Sensoren. Neben der grundsätzlichen Möglichkeit, die Selektivität durch eine spezifische, dem elektrochemischen Teilschritt vorgelagerte chemische Reaktion zu beeinflussen, gibt es etliche Parameter, die eine Abstimmung des Sensors auf eine bestimmte Gasart ermöglichen:

- Die Diffusionsrate läßt sich für verschiedene Gasmoleküle durch die Art der Diffusionsmembran, die Porösität und die Porenverteilung einstellen.
- Das Elektrodenmaterial beeinflusst die Sensitivitätsverteilung zu einer Gasmatrix. Die Verwendung von Platin, Gold oder Kohle liefert unterschiedliche Ergebnisse.
- Durch Modifikation des Elektrolyten verändert sich das Elektrodenpotential und damit die Möglichkeit zum Stoffumsatz.
- Eine Variation der Hydrophobie des Elektrolyten verändert den Benetzungsgrad der Meßelektrode, was sich auf die Gaslöslichkeit im Elektrolyten und damit auf die Meßempfindlichkeit auswirkt.
- Eine Veränderung des Potentials an der Meßelektrode er-

möglicht einerseits die elektrochemische Reaktion zur gewünschten Gaskomponente und kann andererseits die Reaktion zu Begleitgasen unterdrücken.

Die Auswirkung der Veränderung des Meßelektrodenpotentials auf das Sensorsignal ist in Bild 2 dargestellt. Bei einem Meßgas, das  $\text{SO}_2$  und  $\text{HCl}$  enthält, hängt das Signal zunächst nur von der  $\text{SO}_2$ -Konzentration ab, wenn das Elektrodenpotential einer Goldelektrode bei deren Ruhepotential in Luft liegt. Erst wenn das Potential positiver wird, steigt das Sensorsignal weiter an, weil nun die auf der Elektrode gebildeten  $\text{Au}^{3+}$ -Ionen gemäß Gleichung (1) mit  $\text{HCl}$ -Molekülen reagieren.

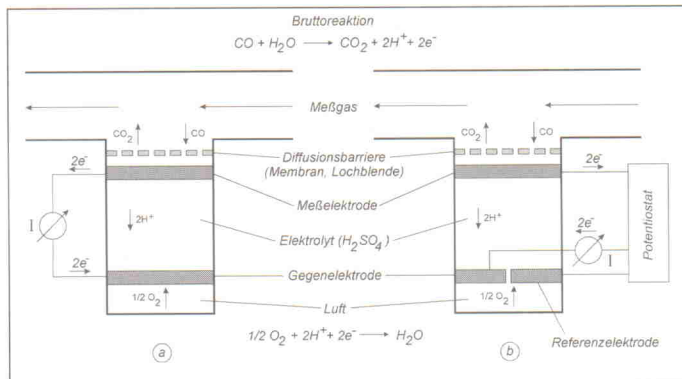


Gleichung (2) beschreibt die Nachlieferung von Goldionen, was den eigentlichen elektrochemischen Teilschritt der Gesamtreaktion darstellt. Die  $\text{SO}_2$ -Konzentration ist selektiv zu bestimmen, indem man den Sensor ohne Bias-Potential betreibt. Es ist jedoch nicht möglich ist, die  $\text{HCl}$ -Konzentration unabhängig von der  $\text{SO}_2$ -Konzentration festzustellen. Bei erhöhtem Bias-Potential beteiligen sich beide Gase entsprechend ihrer Konzentration am Elektronenstrom.

## Sensorpraxis

Meßtechnisch können zwei identische Sensoren zum Einsatz kommen, von denen einer mit einem um +200 mV verschobenen Bias-Potential betrieben wird. Das Signal des Sensors ohne Potential ist ein Maß für die  $\text{SO}_2$ -Konzentration, die Differenz der Signale beider Sensoren ergibt die  $\text{HCl}$ -Konzentration.

Es liegt nun nahe, anstelle zwei identischer Sensoren mit unterschiedlichem Bias-Potential nur einen Sensor zu verwenden und diesen mit wechselndem Bias-Potential zu betreiben. Leider macht hier die große Kapazität der Sensoren (Größenordnung 1 Farad!) einen Strich durch die Rechnung, so daß diese Betriebsweise nicht mehr praktikabel ist. Zum einen dauert es mitunter etliche Tage, bis sich ein Sensor vom Umschalten der Vorspannung wieder vollstän-



**Bild 1. Typische Meßanordnung für elektrochemische Sensoren am Beispiel eines CO-Sensors.**

a) Zweielektroden-Sensor b) Dreielektroden-Sensor.

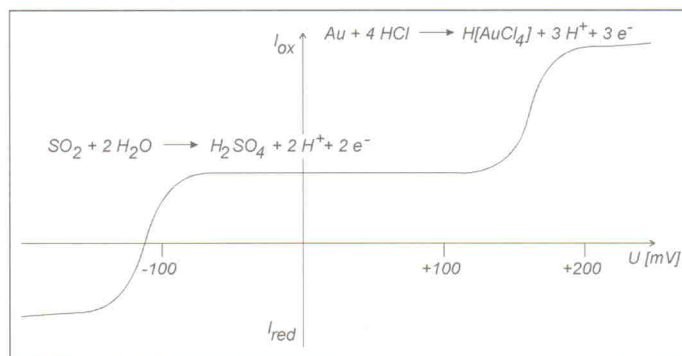
dig erhält hat, zum anderen verringert sich die Lebensdauer der Sensoren extrem.

Bild 3 zeigt das Sensorsignal eines CO-Sensors bei verschiedenen Gasangeboten – die untere Kurve gibt den zeitlichen Verlauf wieder. Zuerst wurden nacheinander jeweils zehn Minuten lang  $\text{CO}$ -Konzentrationen von 5...65 ppm in Schritten von 10 ppm angeboten, mit einer Pause von ebenfalls zehn Minuten zwischen der Exposition, danach das gleiche Konzentrationsprofil mit  $\text{H}_2$ . Die obere Kurve zeigt das Sensorsignal bei Raumtemperatur  $25^\circ\text{C}$ , während die mittlere Kurve bei einer Temperatur von  $45^\circ\text{C}$  aufgenommen wurde. An beiden Meßkurven erkennt man sofort die hohe Linearität und das schnelle Ansprechverhalten des Sensors. Die  $t_{90}$ -Zeit (90 % des Endwertes erreicht) liegt in der Größenordnung von 30 Sekunden, was für die meisten elektrochemischen Sensoren ein typischer Wert ist.

Die jeweils rechte Hälfte der Kurven gibt die Reaktion des Sensors auf  $\text{H}_2$ , also dessen

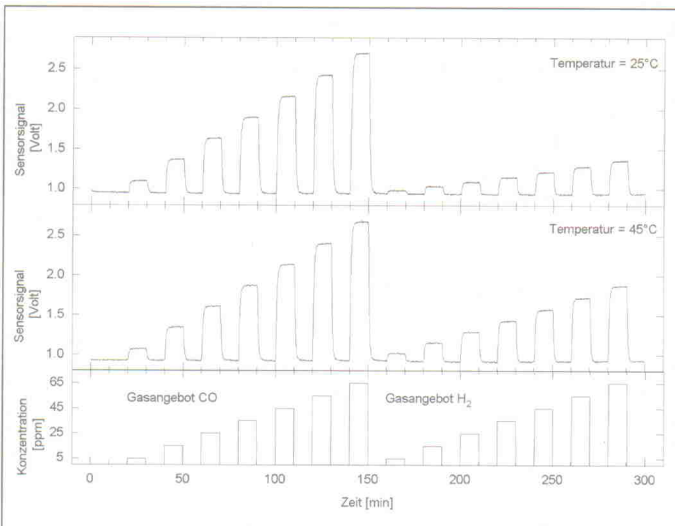
Querempfindlichkeit zu diesem Gas, wieder, das ein häufiges und meist störendes Begleitgas darstellt. Im einfachsten Fall, wenn nur  $\text{CO}$  und  $\text{H}_2$  anwesend sind, kann man durch einfache Differenzbildung der Signale von zwei Sensoren, die zwar die gleiche  $\text{CO}$ -Empfindlichkeit, aber eine unterschiedliche Querempfindlichkeit zu  $\text{H}_2$  besitzen, ein Signal erhalten, das nur von der  $\text{H}_2$ -Konzentration abhängt und zur Korrektur des eigentlichen  $\text{CO}$ -Signals dient. Bei neueren Sensoren liegt diese Querempfindlichkeit jedoch deutlich unter 10%, was es je nach Anforderung an die Meßgenauigkeit meist überflüssig macht, das Sensorsignal überhaupt zu korrigieren.

Schwieriger wird es, wenn sich die Temperatur des Sensors im Verlauf einer Messung verändert. Aus dem Vergleich der oberen und der mittleren Kurve in Bild 3 erkennt man, daß die Querempfindlichkeit zu  $\text{H}_2$  mit steigender Temperatur zunimmt, während die Reaktion auf  $\text{CO}$  nahezu unverändert bleibt. Man kann sich leicht



**Bild 2. Strom-Potentialkurve eines  $\text{SO}_2/\text{HCl}$ -Gasgemisches an einer Goldelektrode. Spannung  $U$  bezogen auf das Ruhepotential einer Platinelektrode in Luft.**





**Bild 3. Signal eines CO-Sensors bei Begasung mit CO und H<sub>2</sub>, jeweils sieben Gasangebote von 5...65 ppm in Schritten von 10 ppm (oben: Sensorsignal bei 25°C, Mitte: Sensorsignal bei 45°C, unten: Gasangebot).**

klarmachen, daß die eben angesprochene einfache Korrektur durch Differenzbildung hier nicht mehr ausreicht, sondern auch noch die Temperatur in die Korrektur mit einbezogen werden muß.

Ähnlich verhält es sich, wenn noch andere Gase anwesend sind, auf die der Sensor reagiert. Soll dann eine einzelne Gas-komponente selektiv nachgewiesen werden, muß man mehrere Sensoren verwenden, die

unterschiedlich auf die verschiedenen Gase reagieren, und zur Auswertung ihrer Signale komplexere Verfahren, wie zum Beispiel Neuronale Netze [1], anwenden.

Trotzdem sind elektrochemische Sensoren vielen anderen Technologien in etlichen Punkten überlegen. Dazu zählt auch die angesprochene Querempfindlichkeit, die bei anderen Sensortechnologien, wie zum Beispiel Halbleitersensoren,

noch deutlich höher ist. Ein weiterer Vorteil elektrochemischer Sensoren ist der geringe Langzeitdrift des Sensorsignals. Bild 4 zeigt das Signal eines elektrochemischen Sensors über einen Zeitraum von 120 Tagen. Der absolute Drift beträgt weniger als 0,3 V, was einem Signalfehler von etwa einem ppm entspricht.

Schwankende Luftfeuchtigkeit stellt insbesondere für Halbleitersensoren ein großes Problem dar, während sich elektrochemische Sensoren davon weitgehend unbeeindruckt zeigen. Lediglich sehr trockene Luft in Verbindung mit erhöhter Temperatur setzt die Lebensdauer von elektrochemischen Sensoren mit flüssigem Elektrolyten herab, da dies zum Austrocknen des Sensors führt. Hier haben Halbleitersensoren einen deutlichen Vorteil.

Während Begleitgase zum Beispiel Halbleiter- oder Wärmetönungssensoren vergiften können – die Empfindlichkeit für das eigentliche Meßgas ist deutlich herabgesetzt –, zeigen elektrochemische Sensoren hier eine höhere Resistenz. Vorteilhaft ist auch die Vielfalt an Gasen, für die elektrochemische Sensoren erhältlich sind (siehe Tabelle).

## Sensorkontrolle

Zur guten Langzeitstabilität elektrochemischer Sensoren kommt noch hinzu, daß es prinzipielle Verfahren gibt, die eine Überwachung der Funktionstüchtigkeit während des Betriebs ermöglichen. Das ist ein großer Vorteil zum Beispiel beim Einsatz in Gaswarngeräten, die vor einer toxischen Atmosphäre warnen sollen und bei denen sichergestellt sein muß, daß sie auch wirklich funktionieren. Ein Versagen im Falle eines Gasausbruches hätte fatale Folgen. Um dem vorzubeugen, kann man solche Warngeräte in regelmäßigen Zeitabständen im Labor mit Prüfgas neu kalibrieren. Das ist bei personenbezogenen Warngeräten noch recht einfach zu machen, aber bei stationären Geräten, die möglicherweise auch noch harten Umweltbedingungen ausgesetzt sind, ist eine regelmäßige Überprüfung der Funktionssicherheit nicht nur wünschenswert, sondern erforderlich.

Regelmäßige Inspektionen erhöhen den Instandhaltungsauf-

wand jedoch enorm, und die dazu notwendigen Prüfgase im MAK-Bereich sind oft nicht erhältlich oder instabil. Die Präzision solcher Kalibrierungen unterliegt nicht selten größeren Schwankungen. Oft verhindern schwer zugängliche Einbaulagen eine Nachkalibrierung am Einsatzort. Ideal wäre also eine Funktionskontrolle des Meßgerätes ohne Gasexposition direkt am Einsatzort.

Elektrochemische Gassensoren bieten prinzipiell die Möglichkeit einer solchen Funktionskontrolle durch eine Impedanzmessung. Die Impedanz erhält man bei elektrochemischen Sensoren durch Anlegen einer Wechselspannung zwischen Meß- und Referenzelektrode und mittels Messung der resultierenden Stromantwort. Macht man dies über einen weiten Frequenzbereich, erhält man ein Impedanzspektrum. Diese Meßtechnik wird in der Elektrochemie auch zur Beschreibung der Eigenschaften von Brennstoffzellen und zur Ermittlung der kinetischen Parameter von elektrochemischen Reaktionen angewandt. Da elektrochemische Sensoren vom Prinzip her nichts anderes als Brennstoffzellen sind, liegt es nahe, dieses Verfahren auch hier anzuwenden. In beiden Fällen finden wichtige Teilprozesse in porösen Elektroden ähnlicher Strukturen statt.

Bild 5 zeigt die Impedanzspektren zweier HCl-Sensoren in der Bode-Darstellung, die jeweils bei einer Anregungsamplitude von 5 mV und einem Bias-Potential von +200 mV aufgenommen wurden. Das obere Spektrum stammt von einem 'schlechten' HCl-Sensor mit langer Ansprechzeit und geringer Empfindlichkeit (zirka 30 nA/ppm), das untere Spektrum von einem 'guten' Sensor mit kurzer Ansprechzeit und hoher Empfindlichkeit (zirka 150 nA/ppm). Sowohl die Phase als auch die Impedanz sind bei bestimmten, für den Sensor charakteristischen Frequenzen stark verschieden. Das ist zunächst einmal erstaunlich, weil Impedanzmessungen eigentlich die physikalischen und geometrischen Eigenschaften des Zweiphasensystems Katalysator/Elektrolyt beschreiben, trotzdem aber Aussagen über die Anzahl der Dreiphasenzentren im Innern der Meßelektrode und damit der Sensorsteilheit zulassen.

## Sensoren für toxische Gase, Sauerstoff und Wasserstoff

Gas-Art	chem. Formel	Nachweisgrenze [ppm]
Ammoniak	NH <sub>3</sub>	3
Arsin	AsH <sub>3</sub>	0,01
Brom	Br <sub>2</sub>	0,01
Bromwasserstoff	HBr	0,5
Carbonylchlorid	COCl <sub>2</sub>	0,005
Chlor	Cl <sub>2</sub>	0,01
Chlordioxid ClO <sub>2</sub>	0,01	
Chlorwasserstoff	HCl	0,5
Diboran	B <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	0,02
Ethanol	H <sub>3</sub> C-CH <sub>2</sub> OH	0,5
Ethylenoxid	(CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> )O	0,5
Fluor	F <sub>2</sub>	0,01
Fluorwasserstoff	HF	0,3
Formaldehyd	HCHO	0,5
German	GeH <sub>4</sub>	0,01
Hydrazin	N <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	0,02
Kohlendioxid	CO <sub>2</sub>	0–5 %
Kohlenmonoxid	CO	3
Ozon	O <sub>3</sub>	0,05
Phosphorwasserstoff	PH <sub>3</sub>	0,01
Salpetersäure	HNO <sub>3</sub>	1
Sauerstoff	O <sub>2</sub>	0–100 %
Schwefeldioxid	SO <sub>2</sub>	0,5
Schwefelwasserstoff	H <sub>2</sub> S	0,1/1
Stickstoffdioxid	NO <sub>2</sub>	0,5
Stickstoffmonoxid	NO	3
Siliziumwasserstoff	SiH <sub>4</sub>	0,5
Wasserstoff	H <sub>2</sub>	0–4 %



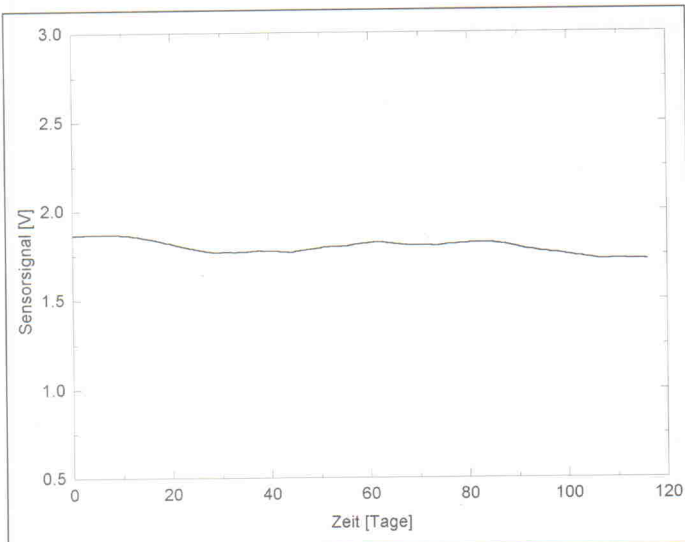


Bild 4. Langzeitdrift eines elektrochemischen Sensors.

In Bild 6 ist die Empfindlichkeit eines CO-Sensors gegen die Impedanz bei 10 Hz und 1 kHz über einen Zeitraum von 260 Tagen aufgetragen. Die beiden Frequenzen sind exemplarisch ausgewählt, um die Breite des Bereichs zu verdeutlichen, in dem eine Korrelation zwischen Impedanz und Empfindlichkeit besteht. Zur Festlegung dieses Zusammenhanges genügt es, die Messung bei nur einer, für den Sensor geeigneten Frequenz durchzuführen. Danach kann zumindest eine einfache gut/schlecht-Aussage über die Funktionsfähigkeit des Sensors gemacht werden.

### Aus Gas mach Strom

Die Schaltung eines Potentiostaten in Bild 7 eignet sich zum Betrieb von amperometrischen Zweielektroden- und Dreielektroden Sensoren. Die Anschlüsse M, G und R am Symbol des Sensors bezeichnen die Meß-, Gegen- und Referenzelektrode.

Im Falle eines Dreielektroden-sensors müssen sich die Jumper J1...J3 in Position 1-2 befinden. Der Operationsverstärker OP1a stellt zusammen mit dem Widerstand R2 und dem Kondensator C1 den eigentlichen Potentiostaten dar. Verändert sich nach einer elektrochemischen Reaktion das Potential der Meßelektrode bezogen auf die Referenzelektrode, versucht OP1a diese Potentialdifferenz wieder auszugleichen. Der dabei zwischen OP-Ausgang und Gegenelektrode fließende Strom bewirkt einen Spannungsabfall am Widerstand R3, der dem durch die elektroche-

mische Reaktion verursachten Strom proportional ist. Zusammen mit den Widerständen R4...R7 stellt OP1c einen Differenzverstärker dar, der diesen Spannungsabfall verstärkt. OP1b ist lediglich als einfacher Spannungsfolger geschaltet, um die Gegenelektrode nicht zu belasten. Es hat sich als vorteilhaft erwiesen, die abschließende Verstärkung des Signals in Bereiche, die zum Beispiel ein Analog/Digital-Wandler verarbeiten kann, in einen zusätzlichen nicht-invertierenden Verstärker (OP1d, R8, R9) zu verlagern und die Verstärkung des Differenzverstärkers bei eins zu belassen.

Um die bei manchen Sensoren notwendige Sensorvorspannung (Bias-Potential) zu erhalten, erzeugen die Bandgap-Dioden D1 und D2 eine symmetrische, sehr genaue Spannung von  $\pm 1,26$  V bezogen auf Masse. Der Vorteil gegenüber einem Spannungsteiler nur aus Widerständen ist, daß der Spannungsabfall an den Bandgap-Dioden und somit auch das Bias-Potential unabhängig von der Versorgungsspannung ist. Mit dem Potentiometer P1 kann man, bei gezogenem Jumper J4, das Bias-Potential am Sensor einstellen. Soll der Sensor ohne Bias-Potential betrieben werden, muß J4 gesteckt sein.

Beim Betrieb eines Zweielektroden-sensors an der Schaltung müssen sich die Jumper J1...J3 in Stellung 2-3 befinden. Der Potentiostat um OP1a und der Spannungsfolger OP1b sind damit ohne Funktion, und OP1c arbeitet nur noch als invertierender Verstärker, der die Span-

# ISA96

auch AT96!

**"All-In-One"**  
Europakarten-PCs mit 8088, 386SX, 486DX, Pentium, incl. VGA-Displayinterface für LCD, TFT, STN und bootfähiger Flash-Harddisk.

**SYSTEMS 95**  
wir stellen aus

Veilchengasse 7 • D-94469 Deggendorf • Tel.: +49 (0) 991/37024-0 • Fax: +49 (0) 991/31275

Industrielle Computertechnik GmbH

# PC/104

High Performance für Embedded PC Anwendungen

80486DX bis 100 MHz  
3,3 Volt  
90x96 mm

Veilchengasse 7 • D-94469 Deggendorf • Tel.: +49 (0) 991/37024-0 • Fax: +49 (0) 991/31275

Industrielle Computertechnik GmbH

## Kompakt und kostengünstig. Genau das Richtige.

Melcher DC-DC Wandler IMR-Familie:

Eingangsspannungsbereich DC	9...18 V 18...36 V, 20...60 V, 36...72 V
Ausgangsspannungen DC	5, 12, 15 V $\pm 5$ , $\pm 12$ , $\pm 15$ V
Ausgangsleistung	3, 6 oder 15 W
Isolationsprüfspannung DC	500 V
Für milde Umgebung	bis 50°C

Eigenschaften:  
Eingangsfiler <sup>1</sup>, Kurzschlussicherung.  
nicht für 3 W Module

**Schweiz**  
Melcher AG  
Tel. +41-1-944 81 11  
Fax +41-1-940 98 58

**Deutschland**  
Melcher GmbH  
Tel. +49-7666-931 931  
Fax +49-7666-931 939

**Frankreich**  
Melcher SA  
Tel. +33-1-69 05 99 11  
Fax +33-1-69 96 04 54

**England**  
Melcher Ltd.  
Tel. +44-800-137 123  
Fax +44-1425-474 768

**Italien**  
Melcher S.r.l.  
Tel. +39-2-66 10 10 63  
Fax +39-2-66 10 10 62

**Holland**  
Melcher BV  
Tel. +31-40-86 86 06  
Fax +31-40-86 83 99

**Belgien**  
Melcher BV  
Tel. +32-11-23 12 46  
Fax +32-11-23 12 24

**USA**  
Melcher Inc.  
Tel. +01-800-828 9712  
Fax +01-508-256 4642

**Kanada**  
Melcher Corp.  
Tel. +01-800-828 9712  
Fax +01-508-256 4642

BPT 200110

**MELCHER**  
The Power Partners.

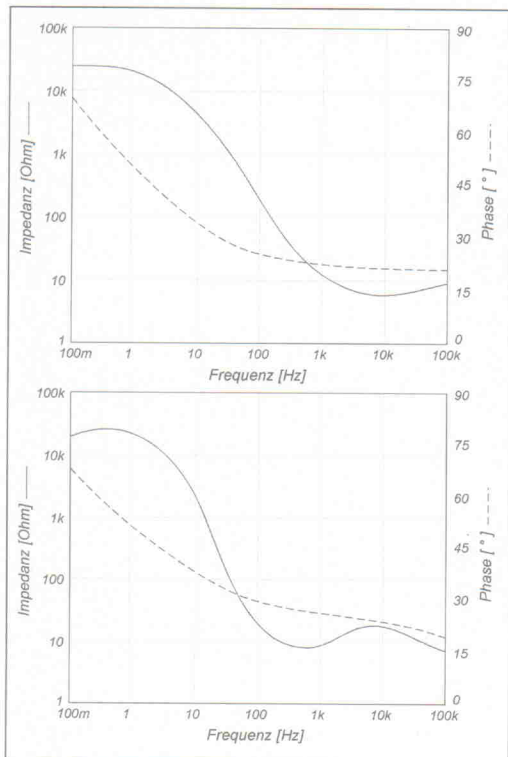


nung an der Gegenelektrode um den Faktor eins 'verstärkt', also quasi einen invertierenden Spannungsfolger darstellt, um die Gegenelektrode wiederum nicht zu belasten. OP1d übernimmt wieder die Verstärkung des Signals in einen A/D-Wandler konformen Bereich. Die Einstellung einer Sensorvorspannung ist hier ohne Funktion, da Zweielektroden-sensoren eine solche Betriebsweise nicht zulassen.

Das Vorzeichen des Ausgangssignals ergibt sich aus der Art der elektrochemischen Reaktion, die an der Meßelektrode stattfindet. Eine Oxidation (zum Beispiel  $\text{CO} \rightarrow \text{CO}_2$ ) hat ein positives Signal zur Folge, eine Reduktion (zum Beispiel  $\text{NO}_2 \rightarrow \text{NO}$ ) ein negatives. Die Signalhöhe hängt zum einen von der Empfindlichkeit des Sensors ab, zum anderen vom Verhältnis der Verstärkungswiderstände R8 und R9. Sie läßt sich aus Gleichung (3) in Volt/ppm berechnen.

$$\frac{U_{\text{out}}}{\text{ppm}} = \frac{10 \text{ k}\Omega \cdot x \text{ nA}}{\text{ppm}} \cdot \left(1 + \frac{R9}{R8}\right) \quad (3)$$

Die Empfindlichkeit  $x$  des Sensors wird vom Hersteller für jeden Sensortyp in nA/ppm angegeben (beispielsweise CO-Sensor typ. 80 nA/ppm).



**Bild 5. Impedanzspektren zweier HCl-Sensoren. Der Sensor oben ist fast gestorben, der untere noch einwandfrei.**

## Seminartip : Grundbauelemente der Chemischen Sensorik

Ein zweitägiges Seminar des Fraunhofer-Instituts für Festkörpertechnologie (IFT) bietet einen Überblick über die Vielfalt der chemischen Sensoren und der ihnen zugrundeliegenden Prinzipien. Neben Funktion und Aufbau elektrochemischer Gassensoren stehen unter anderem auch Themen wie Technologie (Dünnschicht, Mikromechanik), Ionensensitive FETs, Biochemische Schichten oder Mustererken-

nung und Signalverarbeitung auf dem Programm. Das Seminar findet am 28./29. November 1995 in München statt. Die Teilnahmegebühr beträgt 780 DM plus Mehrwertsteuer. Weitere Informationen und Anmeldung bei:

Fraunhofer-Institut für  
Festkörpertechnologie (IFT)  
Frau Kristina Wolfrum  
☎ 0 89/5 47 59-0 54  
☎ 0 89/5 47 59-100  
✉ endres@ift.fhg.de

Die Schaltung benötigt im Normalfall eine bipolare Versorgungsspannung ( $V_{\oplus}$  und  $V_{\ominus}$ ), die an den Anschlüssen  $\oplus$  und  $\ominus$  zugeführt werden muß. Da sich jedoch elektrochemische Sensoren wegen ihres geringen Stromverbrauchs (die Stromaufnahme der kompletten Schaltung liegt unter 10 mA!) für batteriebetriebene Anwendungen geradezu anbieten, wurde mit OP2 und P2 eine einfache Möglichkeit geschaffen, die Schaltung an einer unipolaren Versorgungsspannung zu betreiben und trotzdem sowohl reduzierende als auch oxidierende Gase nachzuweisen. OP2 erzeugt an seinem

niederohmigen Ausgang eine Spannung, die mit P2 eingestellt werden kann und als virtuelle Masse für den Rest der Schaltung dient. Das Ausgangssignal ist dann nach wie vor bipolar bezogen auf die virtuelle Masse, jedoch immer positiver als  $V_{\ominus}$ .

### Vorgespannt

Bei dieser Betriebsweise sollten Operationsverstärker verwendet werden, die eine Gleichtaktaussteuerung zumindest bis zur negativen Versorgungsspannung (wie TLC271, TLC274), besser noch über den gesamten Bereich der Versorgungsspannung

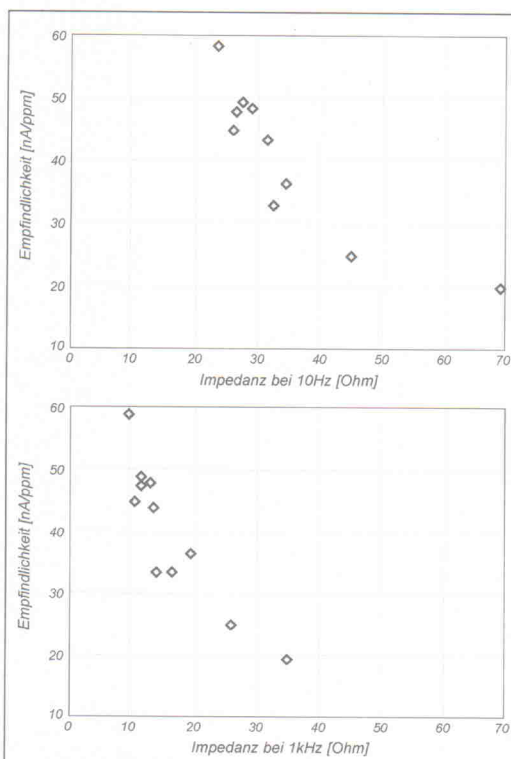
(zum Beispiel MAX406, MAX418), zulassen, damit das Ausgangssignal der Schaltung diesen Bereich möglichst weit ausnutzen kann.

Beim Betrieb von elektrochemischen Sensoren, die eine Sensorvorspannung benötigen, darf die virtuelle Masse nicht auf beliebige Spannungswerte eingestellt werden, sondern muß sich im Bereich von  $V_{\oplus} + 1,3 \text{ V}$  bis  $V_{\oplus} - 1,3 \text{ V}$  befinden, damit an den Bandgap-Dioden D1 und D2 noch die für die Erzeugung der Vorspannung wichtigen 1,26 V abfallen können.

Wenn möglich, sollten die Sensoren nie von der Schaltung getrennt werden, selbst wenn ein Gerät, in dem sie eingebaut sind, ausgeschaltet wird, sollte die Schaltung weiter mit Strom versorgt werden. Nur so ist gewährleistet, daß das Gerät sofort nach dem erneuten Einschalten wieder meßbereit ist. Der geringe Stromverbrauch der Schaltung rechtfertigt kein Abschalten der Sensoren zum Zwecke des Stromsparens, selbst bei batteriebetriebenen Anwendungen!

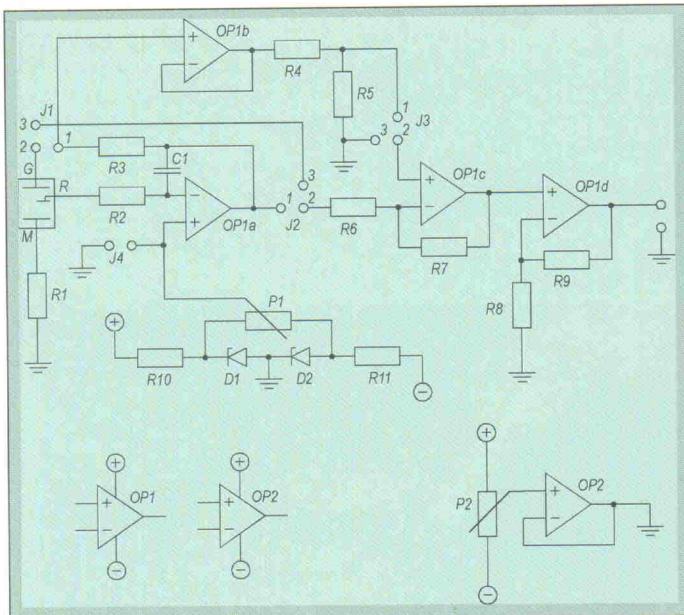
Werden die Sensoren doch von der Schaltung getrennt oder die Stromversorgung zur Schaltung unterbrochen, muß bei Sensoren ohne Vorspannung die Meß- und Referenzelektrode kurzgeschlossen werden, um ein Aufladen des Sensors zu verhindern. Deshalb liefert der Hersteller diese Typen auch mit einem Kurzschlußstecker aus. Bei Sensoren, die mit Vorspannung arbeiten, müssen die Elektroden offen bleiben, damit das Potential der Meßelektrode weitgehend erhalten bleibt. Zu widerhandlungen werden mit langen Vorlaufzeiten der Sensoren bestraft, wenn sie wieder in Betrieb genommen werden.

Der Aufbau der Schaltung ist unkritisch und kann auf einer Lochrasterplatine erfolgen, es steht aber auch ein doppelseitiges Layout zum Download in der ELRAD-Mailbox (Tel. 05 11/53 52 401) bereit. Die verwendeten Bauteile sind in der Stückliste aufgeführt und bis auf die Bandgap-Dioden (zum Beispiel bei RS Components, Mörfelden-Walldorf) und den elektrochemischen Sensor (siehe Bezugsquellen) bei jedem Elektronikversand erhältlich. Als Sensor bietet sich zum ersten Experimentieren ein erschwinglicher Dreielektroden-sensor an (wie CO 3E 300, DM 110).



**Bild 6. Korrelation Meßempfindlichkeit/Impedanz an einem CO-Sensor bei 10 Hz und 1 kHz.**





**Bild 7. Potentiostatische Schaltung zum Betrieb von elektrochemischen Zwei- und Dreielektroden-sensoren.**

Mit der hier behandelten Technologie stehen präzise und robuste Gassensoren zur Verfügung, die den Anforderungen der Meßtechnik für den Arbeits- und Umweltschutz, der Anlagensicherheit sowie einfachen Aufgaben in der Prozeßüberwachung gerecht werden. Elektrochemische Sensoren

## Stückliste

### Potentiostat

#### Widerstände

R1	27 $\Omega$
R2...7	10 k $\Omega$
R8, R9	je nach gewünschter Verstärkung
R10, R11	47 k $\Omega$
P1, P2	10 k $\Omega$ Spindeltrimmer

#### Kondensatoren

C1	5 nF
----	------

#### Halbleiter

D1, D2	TC04BCZM o.ä.
OP1	TLC274, MAX418 o.ä.
OP2	TLC271, MAX406 o.ä.

#### Sonstiges

J1...3	SIL-Stiftleisten, 3 pin elektrochemischer Sensor
	siehe Text

von Gaswarnsystemen erfüllt werden. Durch Integration relativ einfacher Impedanzmeßsysteme in Gaswarngeräte wäre eine nahezu permanente Kontrolle der Sensorfunktion möglich – ein deutlicher Vorteil gegenüber den aufwendigen Verfahren zur Generierung von Testgasen. Es ist jedoch fraglich, ob dieses Verfahren einen wirklichen Ersatz für die Kalibrierung der Sensoren mittels Prüfgas leisten kann. cf

### Literatur

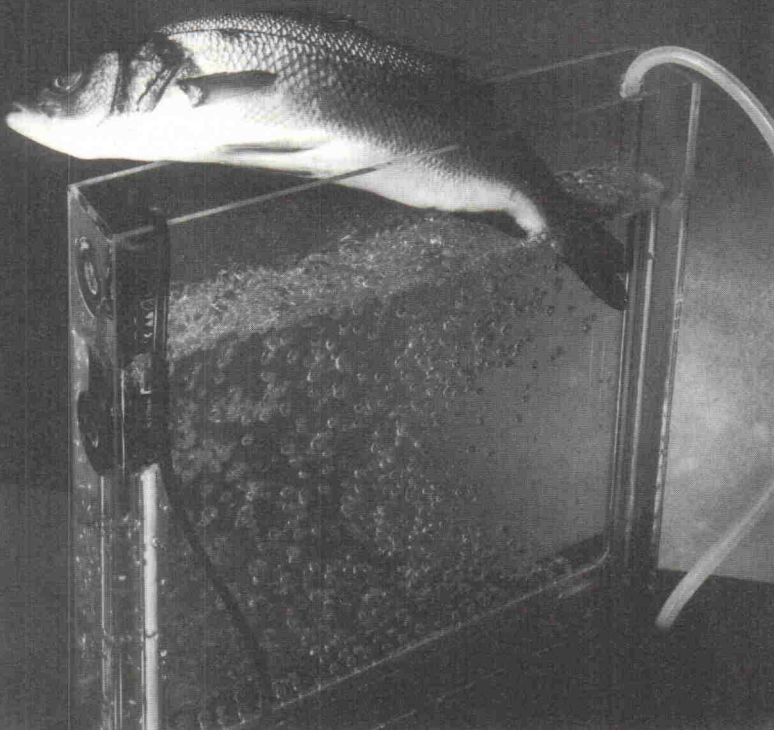
[1] *Kleines Handbuch Neuronale Netze*, Norbert Hoffmann, Vieweg Verlag, ISBN 3-528-05239-2

### Bezugsquellen

Sensoric, Gesellschaft für Angewandte Elektrochemie  
Siemensstraße 6  
53121 Bonn  
☎ 02 28/62 50 57-58  
☎ 02 28/62 40 76

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

# HIER STINKTS !



## Wählen Sie die saubere Lösung.

### SPLASH

Bei unserer doppelseitigen Laborätzmaschine haben wir ein innovatives Konzept verwirklicht.

Sie ätzt im Sprühverfahren und ermöglicht sauberes und spülwasserarmes Arbeiten. Robuste Bauweise und Bedienungskomfort lassen dabei keine Wünsche offen. Thermostatische Heizungsregelung, Überhitzungsschutz und ein elektronischer Timer lassen jedes "Aquarium" alt aussehen.



# BUNGARD

Ihr Weg zur Leiterplatte...

Bungard Elektronik · Rilke Straße 1 · D-51570 Windeck  
Tel. (0 22 92) 50 36 · Fax 61 75



# TRIathlon

**PC-Multifunktionskarte mit digitalem Signalprozessor TMS320C26**  
**Teil 1: Funktionsumfang und PC-Interface**

**Hans-Joachim Goldammer**

Flexibel wie ein Triathlet ist das PC-Board für den AT-Bus, das Gegenstand dieses Projekts ist. Neben üppigen Funktionen zur Signalaufnahme und -ausgabe zeichnet sich die Karte vor allem durch zusätzliche Onboard-Intelligenz aus: während die Logik der Ablaufsteuerung fast vollständig in einem CPLD untergebracht ist, steht für die Kontrolle der A/D-Umsetzungen und für komplexe Signalverarbeitungen ein frei programmierbarer DSP zur Verfügung.



Ausgerüstet mit dem digitalen Signalprozessor TMS 320C26 von Texas Instruments sowie einem CPLD, Typ EPM7064 von Altera, besitzt die hier vorgestellte Multifunktionskarte die 'Kraft der zwei Herzen'. Teile des Designs basieren auf dem älteren Projekt 'MultiChoice' (vgl. *ELRAD* 8/90 und folgende). Durch die zur Wahl stehenden A/D-Bausteine, den DSP und die Unterbringung der Steuerlogik in einem CPLD ergeben sich aber völlig neue Möglichkeiten zur Signalverarbeitung sowie höhere Geschwindigkeiten und Auflösungen bei der Datenaufnahme.

Mit seiner Vielzahl von Gattern ermöglicht das verwendete CPLD eine einfache und sichere Softwarekonfiguration, die 'Plug-and-Play'-Fähigkeiten schon recht nahe kommt. So entfallen nahezu sämtliche Jumper für die Konfiguration des Bus-Interfaces, sei es die

Einstellung der Basisadresse, der Interrupt-Nummer oder anderer Eigenschaften.

Der Texas-DSP übernimmt die komplette Ablaufsteuerung der A/D-Umsetzung. Dabei lassen sich umgesetzte Analogwerte zum Beispiel auch beliebig mit digitalen Werten am DSP kombinieren. Mit einer Rechenleistung von 10 MIPS gestattet der verwendete Prozessor weiterhin Oversampling oder Fast Fourier Analysen in Echtzeit. Derartige Signalverarbeitungen lassen sich aber auch problemlos 'offline' nach der Signalaufnahme ausführen.

Es besteht die Möglichkeit, eigene DSP-Programme auf die Karte zu laden und dort zu debuggen. Hierzu ist auf der Diskette zum Projekt ein Debug-Programm vorhanden, das die Fehlersuche in eigenen DSP-Anwendungen wesentlich vereinfacht.

Ansonsten eignet sich für die Programmierung des Onboard-DSP zum Beispiel ein Starterkit von Texas Instruments (vgl. *ELRAD* 2/94, S. 76). Die Software hierzu ist frei zu beziehen – beispielsweise aus der *ELRAD*-Mailbox. Wer bereits Besitzer eines solchen Starterkits ist, kann seine gewohnte Softwareumgebung beibehalten. Dank des Altera-CPLD läßt sich die Ansteuerung des Signalprozessors auf der Karte mit einem simplen Portzugriff in ein 100% kompatibles serielles Interface verwandeln. Über diesen Anschluß ist dann die Software des DSP-Starterkits wie gewohnt nutzbar.

## Funktionsausbau

Der Einsatz von FIFO-Speicher für insgesamt 2048 Worte (Meßwerte mit jeweils 16 Bit Breite) und der frei programmierbare Signalprozessor ermöglichen es, die maximale



Geschwindigkeit des jeweils verwendeten A/D-Umsetzers auszunutzen, ohne hierbei etwa auf ein Signal des PC warten zu müssen.

Beim Aufbau des Boards stehen vier verschiedene Analog/Digital-Umsetzer zur Wahl. Zur Veränderung der Auflösungen von 12 auf 16 Bit oder für höhere Summenabstraten bis zu 850 kHz ist lediglich ein Tausch des A/D-Wandlers erforderlich.

Auch der Digital/Analog-Teil von TRIathlon bietet Besonderheiten: vier voneinander unabhängige Ausgangskanäle mit 12 Bit Auflösung können nicht nur Spannungen, sondern auch definierte Ströme im Bereich von 0...20 mA oder 4...20 mA liefern.

Zudem stellt TRIathlon zahlreiche TTL-Ein-/Ausgänge bereit, sowohl über die externen Ports des DSP als auch in Form eines parallelen I/O-Bausteins vom Typ 82C55, der drei 8 Bit breite Digitalports mitbringt.

Im folgenden sind die wichtigsten Leistungsmerkmale der PC-Karte in Stichworten aufgeführt:

- Digitaler Signalprozessor TMS320C26 mit 1,5 KByte On-Chip-Memory (erweiterbar auf 64 KByte), Zykluszeit 100 ns entspricht 10 MIPS
- DSP-Assembler, -Debugger und Beispielprogramme von Texas Instruments kostenlos erhältlich
- frei softwarekonfigurierbar durch Einsatz eines Altera EPM7064

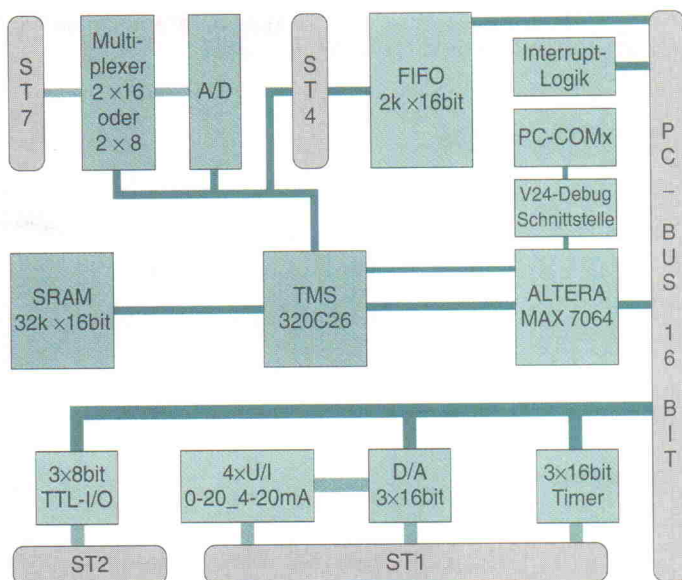
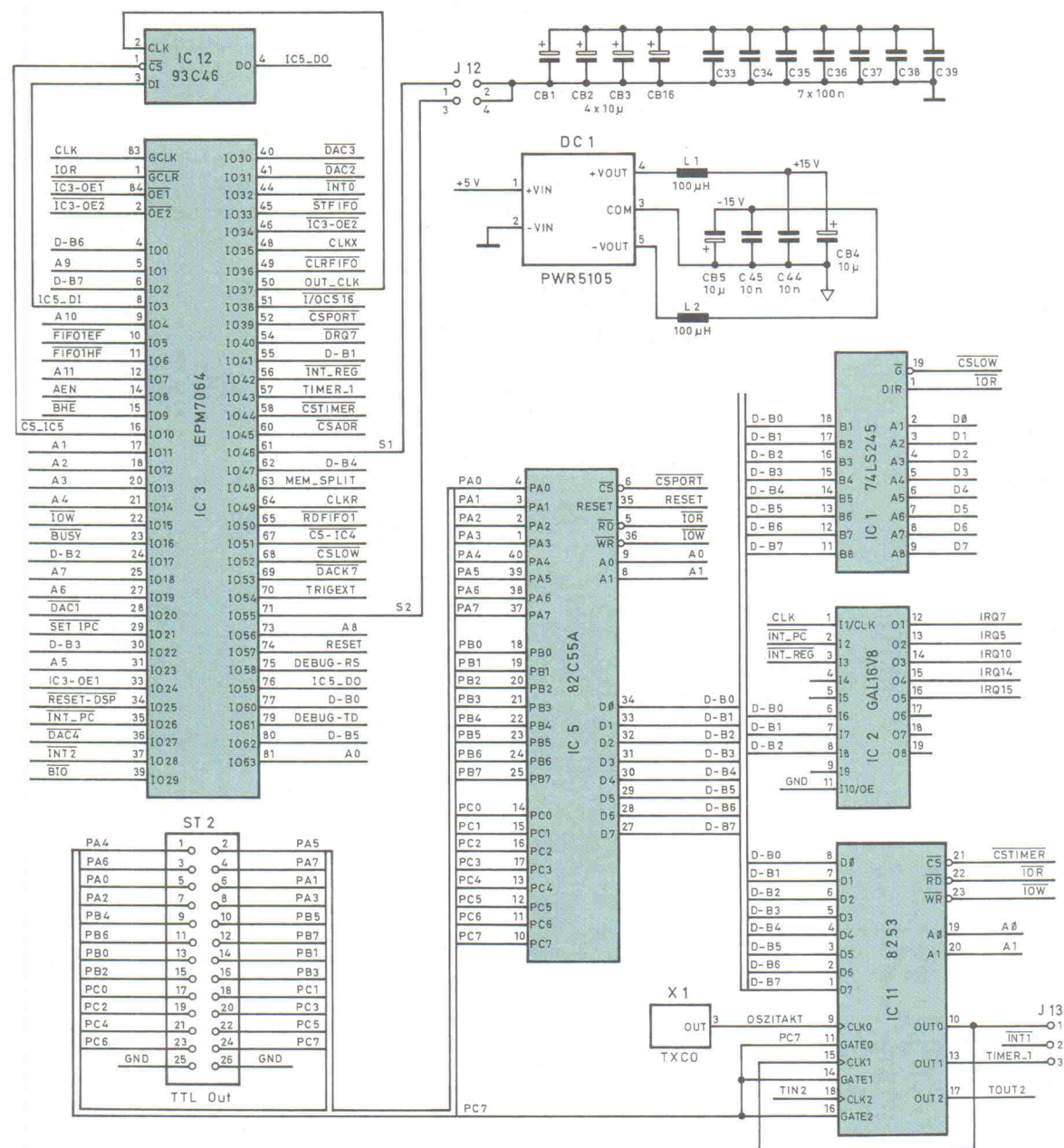


Bild 1. TRIathlon im Überblick.



## Startadressen-einstellung

J12 1-2  
offen  
geschlossen  
offen  
geschlossen

J12 3-4  
offen  
offen  
geschlossen  
geschlossen

### Adressport

F00h  
F80h  
E80h  
D80h

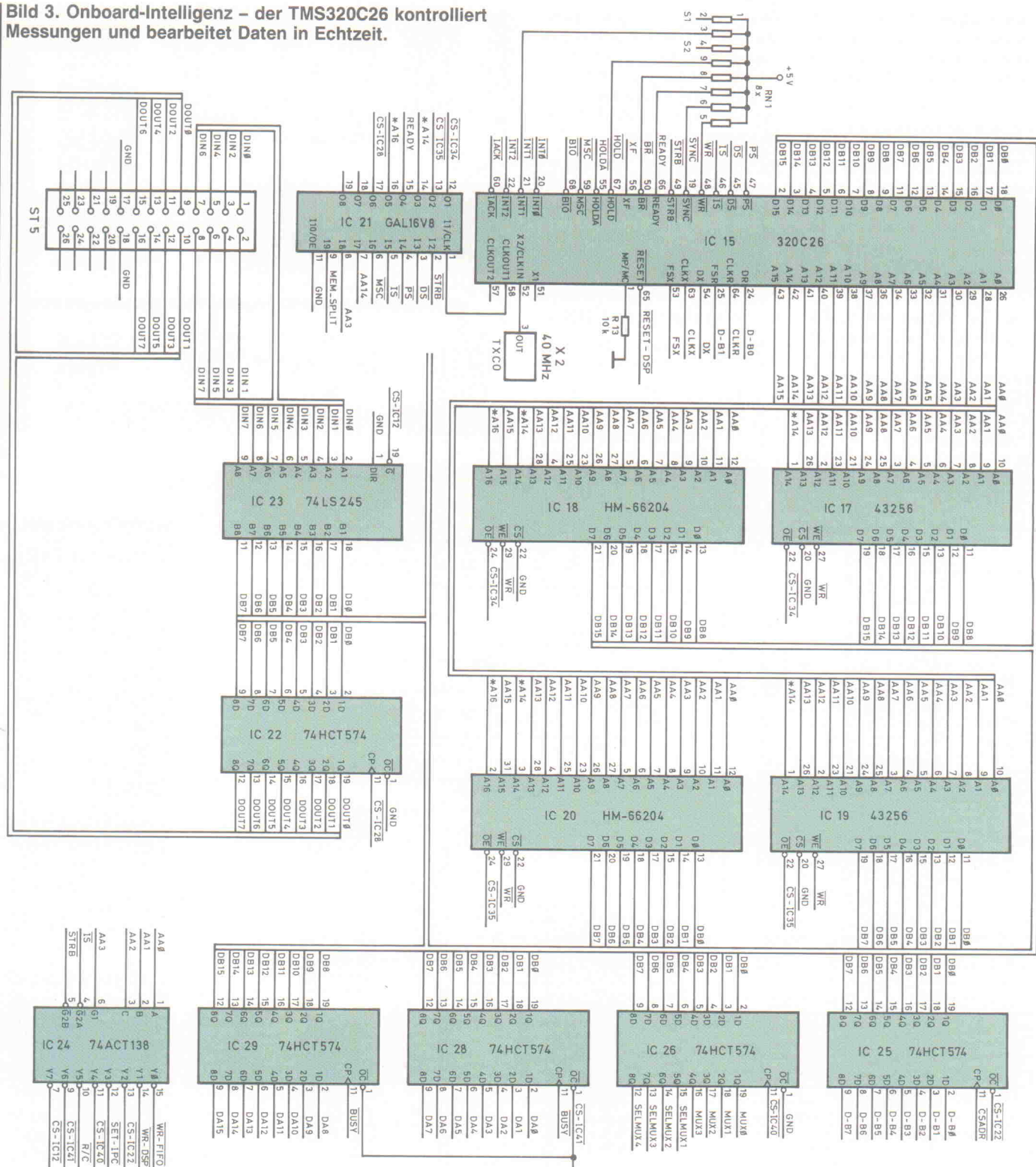
## IRQ-Übergabe (x03)

01h IRQ 5  
02h IRQ 7  
03h IRQ 10  
04h IRQ 14  
05h IRQ 15

Bild 2. Kontrollinstanzen - Steuersignale vom PC landen beim 7064-CPLD.



**Bild 3. Onboard-Intelligenz – der TMS320C26 kontrolliert Messungen und bearbeitet Daten in Echtzeit.**



– einer von vier verschiedenen A/D-Umsetzern einsetzbar: entweder 12-Bit-A/D-Wandler mit 2,7 ms oder 1,25  $\mu$ s Umsetzgeschwindigkeit oder 16-Bit-Wandler mit 10  $\mu$ s oder 4  $\mu$ s

– 32 massebezogene oder 16 Differenzeingänge über zwei 1-MHz-Multiplexer (optional auf 32 Differenzeingänge erweiterbar)

– externer Trigger möglich

– Bandbegrenzung der Eingangssignale über Onboard-Filter möglich

– Verarbeitung von Strom- und Spannungssignalen (Eingangsbereiche  $\pm 5$  V und  $\pm 10$  V)

– weitere Anpassung der Eingangssignale durch programmierbaren Instrumentenverstärker (PGA)

– Entkopplung der Betriebsspannung für den Analogteil

von der PC-Spannungsversorgung

– vier Digital/Analog-Umsetzer mit 12 Bit Auflösung und 4,5  $\mu$ s Wandlungsdauer

– wahlweise Stromausgänge (0...20 mA, 4...20 mA) oder Spannungsausgänge (0...10 V,  $\pm 5$  V,  $\pm 10$  V)

– digitale Ein-/Ausgänge über DSP und 82C55

– drei 16-Bit-Timer (8253)

– Windows-DLL, Scope-Programm unter Windows, Konfigurations- und DSP-Ladeprogramme im Projektumfang

Die Funktionalität des Boards erfordert einen 6-Lagen-Multilayer, trotz voller Baulänge und -höhe. Allein zwei Leiterbahnlagen werden für die Spannungsversorgung (+5 V) und die Masse benötigt. Auch die für TRIathlon verwendeten Bauteile sind vom Feinsten.



Alles in allem bringt dies für die Geschwindigkeit und vor allem für die Genauigkeit eine Menge an Vorteilen.

Das Blockschaltbild (Bild 1) zeigt den gesamten Aufbau der Multifunktionskarte und das Zusammenspiel ihrer einzelnen Baugruppen.

Der Beitrag zu diesem Projekt beschreibt zunächst die Hardware, also die Beschaltung und die Funktionsweise der einzelnen Baugruppen des Boards. Danach sollen die Programmierung des DSP und die Software-Konfiguration des Bus-Interfaces anhand einiger Programmbeispiele erläutert werden. Hinweise zum Abgleich und zur Inbetriebnahme der Karte sowie ein Blick auf die Windows-Unterstützung für Programmierer sind schließlich als Abschluß des Projekts geplant.

## CPLD für den Buskontakt

Mit seinen 64 frei konfigurierbaren Makrozellen bei insgesamt 2500 Gattern übernimmt der programmierbare Altera-Baustein EPM7064 die gesamte PC-Busankopplung – sei es um die Karte in einen bestimmten Adreßbereich einzublenken oder Interrupts zu generieren. Er stellt somit eine der wichtigsten Baugruppen des TRIathlon-Boards dar. Der fertig programmierte Chip sitzt direkt am PC-Bus, lediglich die Datenleitungen sind über einen Bustreiber Marke LS245 geführt. Es werden zwölf

Adreßleitungen ausgenutzt, anders als bei einem PC üblich, wo meist nur die Signale A0...A9 ausdekodiert werden. Ein kleiner Trick gestattet es jedoch, auch die Leitungen A10 und A11 voll zu nutzen. Dieses hat den Vorteil, daß die Karte nach dem Einschalten erst einmal nur auf Zugriffe der I/O-Portadresse F00hex reagiert und nicht im Bereich des sonst üblichen Rahmens (200hex...3FFhex). Über den Jumper J12 läßt sich diese Grundadresse aber auch umlegen (Tabelle Startadresseneinstellung).

Die Logik im Altera-PLD gibt von sich aus keine Basisadresse vor. Die genannte Startadresse F00hex dient lediglich als Übergabeport für den eigentlichen Adreßbereich, in dem sich die Multifunktionskarte einblenden soll. Um alle Funktionen der Karte voll auszuschöpfen, sind leider mehr als 16 Übergabeports erforderlich. Da durch Verwendung der Leitungen A10 und A11 auch 'hohe' Adressen zu Verfügung stehen, sind im unteren Adreßbereich aber trotzdem nur 16 Adressen belegt.

Für die Portadressen werden demnach vier Adreßleitungen reserviert (A0...A3). Da vier Leitungen jedoch noch keine 10-Bit-Adresse ergeben, reagiert das CPLD erst dann, wenn A4...A9 die gleiche Bitkombination aufweisen wie die Bits D0...D5 des Altera-Registers an Adresse F00hex. Somit lassen sich beliebige Basisadressen wie 200hex, 220hex...3E0hex vorgeben. Die gewünschte Adresse

## CPLD-Steuerregister (x01)

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	Funktion
							0	DSP off Reset
							1	DSP run
						0		100% Datenspeicher
						1		50% Daten und 50% Programm
					0			TMS von DSK
								Debugger starten
					1			TMS vom PC-Bus Booten
	1			1				PC Interrupt gesperrt
	0			1				Interrupt auslösen mit End of Conversion
	0			0				Interrupt auslösen mit Timer_1
	1			0				Interrupt auslösen mit FIFO halbvoll
			0					Externer Trigger positiv
			1					Externer Trigger negativ
		0						TMS INT2
		1						Externer Trigger
								TMS INT2
								Port_Trigger
0								kein DMA auf Kanal 7
1								FIFO solange per DMA auslesen, bis kein Wert mehr im FIFO ist.

wird um vier Bits nach rechts verschoben und durch einen PC-Befehl auf den Port F00hex geschrieben.

Bit D6 des Registers an Adresse F00hex bestimmt, ob sich die Karte adreßkompatibel zum älteren MultiChoice-Projekt verhalten soll. Ist dieses Bit auf logisch '1' gesetzt, belegt die Karte weiterhin volle 32 Adressen, obwohl von den oberen 16 nur eine einzige genutzt wird. Dadurch ist es jedoch möglich, bestehende Software für die MultiChoice mit TRIathlon weiter zu verwenden. Ist das Bit D6 auf '0' gesetzt, wird das oben genannte Register auf den Offset x05 der hohen Adresse gelegt (vgl. Tabelle Adreßbelegung).

Ist schließlich eine Basisadresse vorgegeben, kann man die einzelnen Funktionen der Karte über den EPM7064 ansprechen. Der Chip dient dabei als Bindeglied zwischen PC-Bus und den Funktionsgruppen des Boards. Er dekodiert die Adreßleitungen und bildet bei Schreib-/Lesezugriffen die Brücke zum Timer-IC 8253, dem PIO 8255, zu den FIFO-Speichern für Low- und High-Byte (2 x 7203S), dem DSP und so weiter – selbstverständlich alles mit korrektem Bustiming.

Für die einfache Konfiguration des TRIathlon-Boards gibt es zum Projekt ein Initialisierungsprogramm, das auch die Festlegung der im folgenden angeführten Konfigurationsmöglichkeiten gestattet.

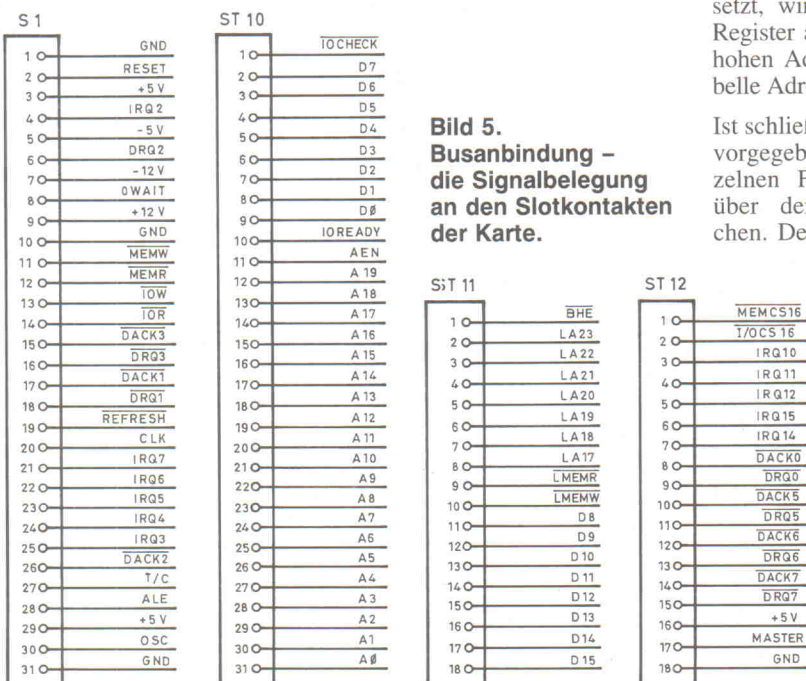
## Config-Ports

Abhängig von der Basisadresse stehen also 'niedrige' sowie 'höhere' (über A10 und A11 erreichbare) Adressen zur Verfügung. Die höheren lassen sich mit einer ODER-Verknüpfung der Basisadresse mit dem Wert C00hex adressieren. Mit der Basis 300hex als niedrige Adresse ergibt sich demnach F00hex als höhere. Die Adreßangaben in den folgenden Erläuterungen gehen von dieser Basisadressenzuweisung aus.

Der Port F01hex dient als Konfigurationsport. Angesprochen wird er über die 'höhere' Basisadresse zuzüglich Offset x01hex. Bei anderen Basisadressen als 300hex liegt der Port an anderer Stelle – die Basisadresse darf also nicht mit der über Jumper J12 einstellbaren Startadresse verwechselt werden.

## DSP-Ansprache

Wie aus der Tabelle für das CPLD-Steuerregister an F01hex ersichtlich ist, dienen die ersten drei Bits (D0...D2) dieses Registers der Konfiguration des Signalprozessors. Datenbit D0



**Bild 5.**  
Busanbindung –  
die Signalbelegung  
an den Slotkontakten  
der Karte.



# TARGET V3

Professionelles

## WINDOWS CAD für Platinen-Entwickler

### Schaltplan Platine Autorouter

#### TARGET V3

für WINDOWS ist ein Schaltplan-Platinen-Autorouter Paket aus einem Guß. Das CAD-Programm unterstützt Sie von der Erstellung der Schaltpläne bis zur Produktion Ihrer Platinen.

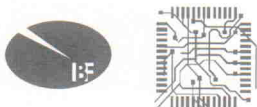
Durch die Multitasking-Fähigkeiten von WINDOWS können Sie Schaltplan und Platine gleichzeitig am Bildschirm betrachten oder mehrere Projekte gleichzeitig bearbeiten. Die bekannte WINDOWS-Oberfläche sorgt für extrem kurze Einarbeitungszeit und leichte Bedienung.

#### HIGHLIGHTS

- \* Ein Programm für Schaltplan und Platine
- \* Echte WINDOWS Oberfläche in deutsch
- \* Software Made in Germany!
- \* Echtzeit forward- und backannotation
- \* Echtzeit Masseflächen-Berechnung
- \* Kopieren von Modul via Zwischenablage
- \* Mit F3 vom Schaltplan zur Platine und zurück
- \* Situationsbezogene Hilfefunktion
- \* Umfangreiche, erweiterbare Bauteilbibliotheken
- \* Beliebige formbare Lötunkte
- \* Beliebige breite Leiterbahnen
- \* Unabhängigkeit bei Drucker- und Grafiktreibern
- \* Ausgabe in Gerber, Postscript, Excellon, Sieb&Meyer, etc.
- \* Kostenlose, kompetente Beratung und Hilfe
- \* Platinservice, Muster und Serie, Bauteilebeschaffung und Bestückung
- \* und vieles mehr...

TARGET V3 Vollversion DM 910,-  
TARGET V3 Light (Euro-Karte) DM 298,-  
TARGET V3 Demo DM 25,-

DOS-Version weiterhin erhältlich!



**Ing. Büro FRIEDRICH**  
Harald Friedrich Dipl. Wirtsch. Ing. (TH)

Fuldaer Straße 20 D-36124 Elchenzell

Tel.: (0 66 59) 22 49

Fax.: (0 66 59) 21 58

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

HOBBY + ELEKTRONIK '95 Stuttgart  
vom 01.11. - 05.11.95  
Stand Nr. 24  
Halle 14

entspricht dabei dem Ausgangspin 34 (RESET-DSP), der direkt mit dem Eingang/RESET des DSP verbunden ist. Ebenso wird das Bit D1 auf das GAL IC21 durchgeschaltet, das wiederum für die korrekte Speicheraufteilung des DSP sorgt.

Besonders zu beachten ist das Bit D2. Über dieses ist es möglich, den /BIO- und den XF-Pin des TMS320C26 über IC9 und IC10 an den Stecker ST3 zu führen. ST3 bietet dann 100% Hardwarekompatibilität für den Einsatz des DSP-Debuggers zum Projekt oder einer anderer Software. Setzt man Bit D2 auf '1', wird das Bit D3 der Adresse F02hex dem /BIO-Pin an ST3 über ein Latch zugeführt. Der Zustand des XF-Signals kann dann über den Statusport 'Basisadresse + Offset Bhex' (D5) gelesen werden. Der DSP läßt sich somit also auch über den PC-Bus 'urladen'. Alles weitere hierzu wird an späterer Stelle in der Beschreibung der Funktionen und der Programmierung des DSP erläutert.

Eine weitere Kommunikationsmöglichkeit ergibt sich über die Adressen F04hex und F0Bhex: Findet ein Schreibzugriff auf den Port F04hex statt, wird dem DSP das übergebene Datenbit über seine synchrone serielle Schnittstelle (CLKR, FSR, DR) zugeführt. Findet ein Lesezugriff auf das Register F0Bhex statt, wird ein Bit vom DSP abgeholt (CLKX, FSX, DX). Das Altera-CPLD sorgt dabei für das vom DSP geforderte korrekte Timing.

### Unterbrechungs- auswahl

Der Altera-Chip dient jedoch nicht nur zur Busankopplung, sondern generiert auch sämtliche Interrupts für den PC und den DSP.

Über den Port F03hex kann man die gewünschte Interrupt-Nummer programmieren (siehe Tabelle IRQ-Übergabe). Der EPM7064 gibt die Bitkombination sofort an das GAL IC2 weiter. Der Einsatz dieses GALs ist notwendig, weil die PC-Interruptleitungen am Bus Tri-State-Ausgänge erwarten. Diese sind zwar mit dem eingesetzten Altera-CPLD grundsätzlich realisierbar, können jedoch nur in zwei Gruppen zusammengefügt und demnach auch nur mit zwei Bedingungen in den Tri-State-Modus geschaltet werden. Für

### Adreßbelegung

(hohe Adressen als Offset xC00 dargestellt)

Offset	Schreiben/ Lesen	Funktion
x0	s/l	Timer 1 Abtaste für A/D-Wandler
x1	s/l	Timer 2 Abtaste für A/D-Wandler
x2	s/l	Timer 3 frei
x3	s/l	Timer Steuerregister
x4...7	s/l	PIO (8255 - Port 1 bis 3 und Steuerwort)
x8	s	DAC1
xa	s	DAC2
xc	s	DAC3
xe	s	DAC4
x10	s (KM)	Steuerwort für Ablaufsteuerung
x8	l	Daten FIFO
xa	l	Clear-Interrupt
xb	l	Status-FIFO und Asynchrone Serielle Schnittstelle
xc	l	Reset-FIFO
xd	l	Port triggern
xC0B	l	Synchrone Serielle Schnittstelle
F00	s	Basisadressen-Register (abhängig von J12)
xC01	s	Steuerregister Altera
xC02	s	Asynchrone Serielle Schnittstelle TMS
xC03	s	Interruptbelegung
xC04	s	Synchrone Serielle Schnittstelle TMS
xC05	s (KM)	Steuerwort für Ablaufsteuerung

KM: Kompatibilitätsmodus - abhängig von Bit D6 der Basisadresse

die vorliegende Anwendung reicht dies nicht aus. Eine Alternative wäre hier die Wahl des nächst größeren CPLD-Chips von Altera (EPM7128E). Dieser gestattet die Einteilung in bis zu sechs Gruppen, sein Preis liegt aber gleich wesentlich höher als die Kombination aus EPM7064 und GAL.

Über das Steuerregister F01hex (Bit D3 und D6) läßt sich einstellen, wann ein PC-Interrupt generiert werden soll. Neben dem Sperren von IRQs bestehen drei Auswahlmöglichkeiten für die Interrupt-Erzeugung: sobald der A/D-Umsetzer seine Wandlung beendet hat (Eingang BUSY), wenn der Zeitgeber 1 des 8253-Timerbausteins ein Signal liefert (TIMER\_1) oder wenn der FIFO-Speicher zur Hälfte gefüllt ist (FIFO1HF).

Außerdem wird ein Interrupt für den Signalprozessor generiert (INT2), sobald ein Lesezugriff auf den Port 'Basisadresse + Offset Dhex' erfolgt oder eine externe Triggerbedingung erfüllt ist (Signal TRIGEXT). Die Triggerbedingung kann eine negative oder positive Flanke sein. Die Art des Triggers hängt von Bit D5 an Port F01hex ab: steht hier eine '0', so reagiert das CPLD auf die Flanke eines externen Signals, triggert also je nach Zustand von Bit D4 auf positive ('0') oder negative ('1') Signalfanken.

Alle genannten Funktionen ließen sich zwar auch über Stan-

dard-PAL-Bausteine realisieren, doch wären dafür aufgrund der Vielzahl korrespondierender Leitungen zum Beispiel mindestens acht PALs des Typs 22V10 notwendig. Der Altera EPM7064 ist wesentlich flexibler und vereint die Fülle der PAL-ICs in einem recht kompakten Gehäuse.

### Ausblicke

Der nächste Teil des Projekts wird sich mit den weiteren Funktionsgruppen der Schaltung befassen und enthält unter anderem auch die vollständige Bauteilliste sowie den Bestückungsplan zum Board. Neben einer kurzen Erläuterung zur Konfiguration des Timerbausteins und den digitalen Ein/Ausgängen des 82C55-PIO kommt hier der A/D-Pfad zur Sprache. Er ist mit einem von vier verschiedenen ADC-Typen ausrüstbar und verfügt über einen Multiplexer, bis zu 32 Differenzeingänge sowie eine programmierbare Eingangsverstärkung. Auch die Ausgabe analoger Spannungen und Ströme über den D/A-Teil der Karte wird Thema des kommenden Beitrags sein.

Nach der Beschreibung der einzelnen Funktionsgruppen folgen dann ausführlichere Erläuterungen über die Programmierung des Boards vom PC aus sowie über die Aufgaben des DSP, insbesondere dessen Programmierung zur Kontrolle der A/D-Wandlung.

kle



WIR HABEN  
2000 JAHRE  
ERFAHRUNG IM  
ÜBERWACHEN!



**IN**  
**MAX1691:**  
zu-  
verlässiges  
Über-  
wachungs-  
Modul

**OUT**  
Abstürze  
bei  
Spannungs-  
schwankungen

Verlässliche Wächter waren schon immer gefragt. Ob es die Gänse im alten Rom waren oder moderne Überwachungsschaltkreise in Mikroprozessorsystemen: wir verlassen uns auf sie.

Und der neue **MAX1691** wird Sie auch nicht enttäuschen. Mit diesem subtilen Überwachungsschaltkreis von **MAXIM** wird die Komplexität und die Anzahl der externen Komponenten in Mikroprozessorsystemen drastisch reduziert.

Der **MAX1691** - bestehend aus dem bereits bekannten **MAX 691A** und einer internen Lithiumbatterie - vereint folgende Funktionen in einem Gehäuse:

- ◆ Zuverlässige Erzeugung eines Rückstellimpulses nach Einschalten der

Versorgungsspannung und beim Unterschreiten eines Minimalwertes der Versorgungsspannung

- ◆ Umschalten von normaler Versorgungsspannung auf Batterieversorgung
- ◆ Schreibschutzlogik für ein CMOS-RAM
- ◆ Spannungsdetektor zur Erzeugung eines Warnsignals bei sinkender Versorgungsspannung
- ◆ Programmierbare Totmannschaltung
- ◆ Interne 3 V-Lithiumbatterie (+3 V, 125 mAh).

Der **MAX1691** zeichnet sich durch eine geringe Stromaufnahme aus, die im Standby-Zustand auf lediglich 1  $\mu$ A reduziert wird.

Der **MAX1691CHE** wird als 16 PIN Plastik-DIP-Modul für den Temperaturbereich von 0 °C bis 70 °C geliefert.

Senden Sie mir ein Muster des **MAX1691CHE** mit kompletter Dokumentation Ihrer zahlreichen Watchdog-Schaltungen

Firma

Abt.

Name/Vorname

Straße

PLZ/Ort

Telefon

Fax

Meine Tätigkeit

25 Jahre **SE** Spezial-Electronic KG

31665 Bückeburg  
Zentrale  
Tel.: 057 22/20 30  
Fax: 057 22/20 31 20

73473 Ellwangen  
Tel.: 079 61/9 04 70  
Fax: 079 61/90 47 50

39015 Magdeburg  
Tel.: 03 91/60 829-0  
Fax: 03 91/60 829-20

81806 München  
Tel.: 089/42 74 120  
Fax: 089/42 81 37

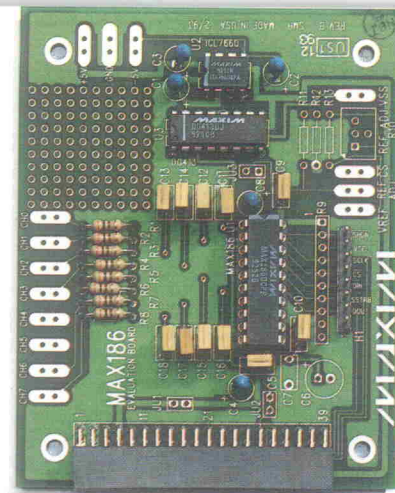
PL44-100 Gliwice, Polen  
**SE-UNIPROD LTD**  
Ul. Sowinskiego 26  
Tel.: 00 48/32-38 20 34  
Fax: 00 48/32-37 64 59

117571 Moskau  
Prospekt Wernadskowo 127  
Tel.: 007-095/438-7343/59  
Tel.: 007-095/433-2582/83  
Fax: 007-095/434-4409  
Fax: 007-095/438-2338

191104 St. Petersburg  
Ul. Ryleewa3/(21)  
Tel./Fax: 007-812/275-38-60  
Tel./Fax: 007-812/275-40-78

Unsere Hot Lines: Tel. 01805-31 31 20 · Fax 01805-31 31 23





MAX186EVKIT

# Erprobungsbausätze im Überblick.

Sie wollen MAXIM-A/D-Wandler testen? Kein Problem. Wir bieten Ihnen Erprobungsbausätze mit allen notwendigen externen Bauteilen, einer Platine und - wenn erforderlich - die benötigte Software.

A/D-Wandler	Erprobungsbausatz		Auflösung/ Schnittstelle	DM+MWSt.
MAX100	MAX100EVKIT		8 Bit/parallel (Flash)	1.535,28
MAX110	MAX110EVKIT-DIP		14Bit/seriell	90,31
	MAX110EVC32-DIP*			270,93
MAX111	MAX110EVKIT-DIP	MAX111CPE**	14 Bit/seriell	93,31
	MAX110EVC32-DIP*	MAX111CPE**		270,93
MAX120	MAX120EVKIT-DIP		12Bit/parallel	148,11
MAX121	MAX121EVKIT-DIP		14 Bit/seriell	153,53
MAX122	MAX120EVKIT-DIP	MAX122BCNG**	12 Bit/parallel	153,53
MAX132	MAX132EVKIT-DIP*		18 Bit/seriell	171,59
MAX133	MAX134EVBRD-DIP	MAX133CPL**		1214,11
MAX134	MAX134EVBRD-DIP			1214,11
MAX152	MAX152EVKIT-DIP		8 Bit/parallel	117,40
MAX153	MAX152EVKIT-DIP	MAX153CPP**	8 Bit/parallel	117,40
MAX155	MAX155EVKIT-DIP*		8 Bit/parallel	171,59
MAX176	MAX176EVKIT-DIP		12Bit/seriell	63,22
MAX180	MAX180EVKIT-DIP*		12 Bit/parallel	171,59
MAX181	MAX180EVKIT-DIP*	MAX181CCPL**	12 Bit/parallel	171,59
MAX186	MAX186EVKIT-DIP		12 Bit/seriell	99,34
	MAX186EVSYS-DIP*			270,93
MAX187	MAX187EVKIT-DIP		12 Bit/seriell	99,34
	MAX187EVC16-DIP*	MAX188DCPP**		270,93
MAX188	MAX186EVKIT-DIP	MAX188DCPP**	12 Bit/seriell	99,34
	MAX186EVSYS-DIP*			270,93
MAX189	MAX187EVKIT-DIP	MAX189BCPA**	12 Bit/seriell	99,34
	MAX187EVC16-DIP*	MAX189BCPA**		270,93
MAX191	MAX191EVKIT-DIP		12 Bit/ser.+paral.	99,34
	MAX191EVSYS-DIP*			270,93
MAX194	MAX194EVKIT-DIP	MAX195BCPE**	14-/16-Bit/seriell	99,34
	MAX194EVC16-DIP*			270,93

\* verfügt über einen Mikrokontroller EVSYS-DIP (80C32), EVC16-DIP (68HC16)

\*\* kostenloses Muster anfordern





**Wir haben 25 Jahre  
Programmer-Geschichte mitgeschrieben!  
Und hier finden Sie die Fortsetzung.**

# Universelle Programmer für alle Technologien.

## SE-SUPERPRO II



**SE-SUPERPRO II** ist eine rechnergesteuerte universelle Programmierereinheit. Die 40-polige PIN-Elektronik wird per Software gesteuert.

- ◆ Größtmögliche Flexibilität durch bibliothekorientierte Softwarestruktur für vorhandene und künftige Bausteine
- ◆ In Verbindung mit einem IBM-PC oder kompatiblen PCs besitzen Sie eine der leistungsfähigsten und kostengünstigsten Programmierstationen auf dem Markt
- ◆ Die Software von **SE-SUPERPRO II** enthält herstellerspezifische Algorithmen für ein Maximum an Programmiergenauigkeit
- ◆ Durch High-Level Struktur einfacher und schneller Zugriff auf umfassende Bibliothek von über 2000 Bausteinen
- ◆ Die universelle, pin-gesteuerte Technologie bietet Ihnen eine außergewöhnliche Flexibilität für Erweiterungen
- ◆ Vergoldeter 40-poliger ZIF-Sockel mit Überstrom- und Kurzschlußschutz
- ◆ Der Preis: 1.395,00\*

## SPRINT-PLUS 48



Das **PLUS 48** ist das neueste Mitglied der Familie der **SPRINT-Universalprogrammiergeräte**. Mit seinen 48 Universal-Pintreibern setzt es neue Maßstäbe bei low cost Universal-Programmieren.

- ◆ Unterstützt alle der weitverbreiteten FPGAs, CPLDs, PLDs, Mikrocontroller, EPROMs und EEPROMs
- ◆ Kundenspezifische ASIC-Pintreiber ermöglichen das Programmieren und Testen neuer und schneller CMOS-Bausteine
- ◆ PC-gestützter Programmer, der RAM, CPU und Festplatte Ihres Computers nutzt
- ◆ Anschluß zum PC über parallele Schnittstelle (LPT)
- ◆ Durch Kombination mit Ihrem Notebook-PC erhalten Sie ein portables Programmiersystem
- ◆ 48 universelle Pintreiber und 48-poliger DIL-Sockel standardmäßig - für Bauteile von 8 bis 48 Pins
- ◆ Preisgünstige Adapter für größere DIL-, PLCC- und andere SMD-Gehäuse lieferbar
- ◆ Der Preis: 1.700,00\*

## SE-ROMMASTER-1 SE-ROMMASTER-4



**SE-ROMMASTER-1:** 32 Pin-Universal-Programmer für GALs, FLASH, E(E)PROMs, Flash-EPROMs, PSD3XX und Mikrocontroller

- ◆ Mit einem 32 Pin-ZIF-Sockel - lowest cost Lösung
- SE-ROMMASTER-4:** Programmer mit 4 Sockeln für E(E)PROMs und Flash-EPROMs

- ◆ Mit vier 32 Pin-ZIF-Sockel
- Features für beide Typen:**

- ◆ Anschluß zum PC und Laptop über parallele Schnittstelle (LPT)
- ◆ Software-Unterstützung für Macro- und Batch-Funktionen
- ◆ High speed programming
- ◆ RM-4 ermöglicht Gang-Programmierung von 24, 28 oder 32 Pin E(E)PROMs für alle 4 Chips
- ◆ Identifiziert die Hersteller der E(E)PROMs, soweit in Device-Liste vorhanden
- ◆ Der Preis:  
SE-ROMMASTER-1: 425,00\*  
SE-ROMMASTER-4: 575,00\*

## SPRINT MULTISYTE



Die **SPRINT MULTISYTE** Serie **SPRINT DUAL, SPRINT QUAD, SPRINT OCTAL und SPRINT TOP** sind universelle Produktions-(Gang)-Programmer für alle Technologien - einschließlich CPLDs und MCUs.

- ◆ Kompakter, robuster Aufbau, ausgelegt für Betrieb in rauher Umgebung
- ◆ Nur ein System für PROMs, MCUs, PLDs, CPLDs, FPGAs ...
- ◆ Einschließlich MACH, MAX7000, Intel flash, PICs ...
- ◆ Programmiert bis zu acht (32 mit TOP432) Bausteine gleichzeitig
- ◆ Bibliothek mit über 3000 verschiedenen Bausteinen
- ◆ Unterstützt über 2000 Bausteintypen im Gang Mode
- ◆ Betriebsarten: GANG, SWAP und SINGLE Mode, hoher Durchsatz durch Simultanbetrieb von mehreren MULTISYTES
- ◆ Mit produktionsorientierter Software
- ◆ Jedes Modul mit eigenen Pin-Treibern
- ◆ Preis auf Anfrage

\* Preise in DM zuzüglich MWST.



**Spezial-Electronic KG**

31665 Bückeburg  
Zentrale  
Tel.: 057 22/20 30  
Fax: 057 22/20 31 20

73473 Ellwangen  
Tel.: 079 61/9 04 70  
Fax: 079 61/90 47 50

39015 Magdeburg  
Tel.: 03 91/60 829-0  
Fax: 03 91/60 829-20

81806 München  
Tel.: 089/42 74 120  
Fax: 089/42 81 37

PL44-100 Gliwice, Polen  
SE-UNIPROD LTD  
Ul. Sowinskiego 26  
Tel.: 00 48/32-38 20 34  
Fax: 00 48/32-37 64 59

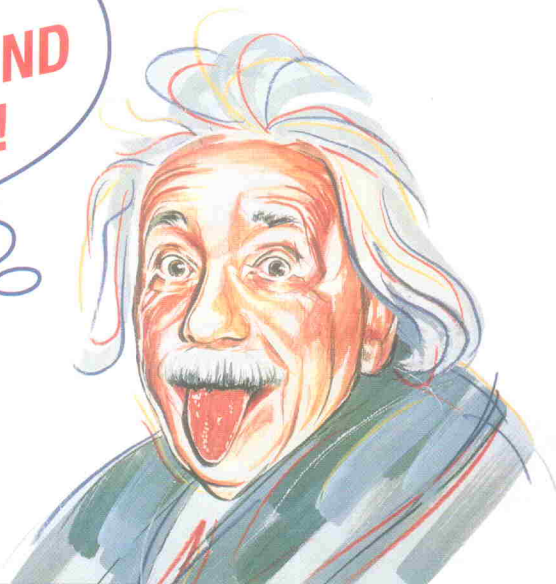
117571 Moskau  
Prospekt Wernadskowo 127  
Tel.: 007-095/438-7343/53  
Tel.: 007-095/433-2582/83  
Fax: 007-095/434-4409  
Fax: 007-095/438-2338

191104 St. Petersburg  
Ul. Ryleewa 3/(21)  
Tel./Fax: 007-812/275-38-60  
Tel./Fax: 007-812/275-40-78

**Unsere Hot Lines: Tel. 01805-31 31 20 · Fax 01805-31 31 23**

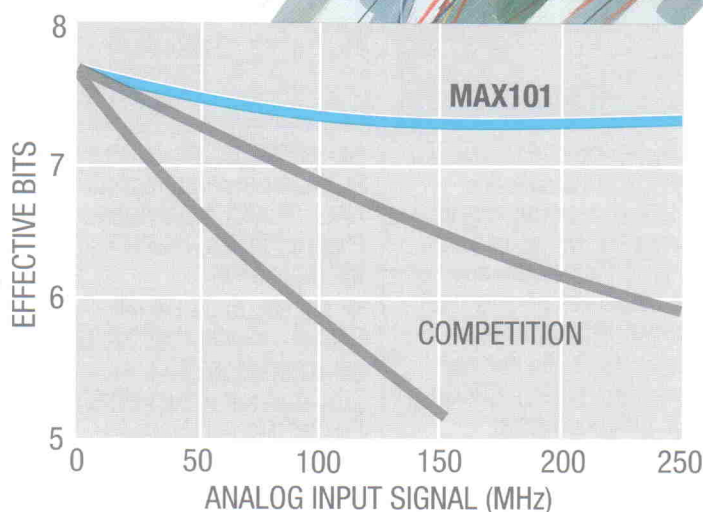


**GESCHWINDIGKEIT  
IST RELATIV.  
ABER DIESE TYPEN SIND  
WIRKLICH SCHNELL!**



**IN**  
**MAX100/101:**  
**8-Bit-A/D-**  
**Wandler**  
mit  
**250/500 MSPS**

**OUT**  
**Elektronische**  
**Schlaf-**  
**Wandler**



Mit Wandlungsraten von 250 Millionen Wandlungen pro Sekunde (250 MSPS) ist der **MAX100** - ein ECL-kompatibler 8-Bit-Analog-Digital-Wandler - nicht gerade langsam. Die doppelte Wandlungsrate von 500 MSPS bringt Ihnen der **MAX101**. Der **MAX100** digitalisiert analoge Signale mit Frequenzen bis 125 MHz, der **MAX101** bis 250 MHz (Gleichspannung).

Der **MAX100**, er wird im speziellen Bipolarprozeß von MAXIM gefertigt, hat eine sehr schnelle Track/Hold-Stufe und den A/D-Umsetzer in einem keramischen Strip-Line-Gehäuse integriert. Die Auslegung der Track/Hold-Stufe gewährleistet eine extrem große Eingangsbandbreite des Eingangssignals von 1,2 GHz und einen Apertur-Jitter von weniger als 2 ps, womit effektive 6,8 Bits zur Verfügung stehen.

Mit einer besonderen Komparator- und Dekodierschaltung werden Kodierungsfehler weitestgehend vermieden. Die

Wahrscheinlichkeit fehlerhafter Ausgangskodierungen aufgrund metastabiler Zustände wird dadurch auf weniger als 1 Fehler in  $10^{15}$  Taktzyklen reduziert. Der Fehler beim **MAX100** ist immer kleiner als 1 LSB.

Der Analogeingang ist als Differenzeingang oder als unsymmetrischer Eingang mit einem Eingangsspannungsbereich von  $\pm 270$  mV ausgelegt. Mit "Sense-Eingängen" für den Referenzspannung-

seingang ist ein Abgleich des Skalenendwertes oder ein ratio-metrischer Einsatz des Wandlers möglich. Ein Anschluß in der Mitte des Referenzspannungsteilers ermöglicht das modifizieren der Ausgangskodierung für eine benutzerdefinierte bilineare Charakteristik.

Mit mehreren separaten, für hohe Ströme ausgelegten Anschlüssen für die Versorgungsspannung wird ein geringer Rauschpegel und bestmögliche Genauigkeit des **MAX100** sichergestellt.

Eine einfache Zusammenschaltung mit anderen Elementen ermöglichen zwei Ausgangskonfigurationen. Diese Ausgänge können als ein Ausgang oder als zwei identische zwischengespeicherte ECL-Ausgänge geschaltet werden. Zusätzlich steht eine Betriebsart mit einem Demultiplexer 8 : 16 zur Verfügung, bei dem allerdings die Ausgangsdatenrate der halben Taktfrequenz entspricht. Für den **MAX100** ist der Erprobungsbausatz **MAX100EVKIT** lieferbar.

Eigenschaften	MAX100	MAX101
Erfassungsrate (MSPS)	250	500
Effektive Auflösung (Bits)	6,8	7,1
Rauschabstand (dB)	45	45
Eingangsbandbreite (GHz)	1,2	1,2
Integrale Linearität (LSB)	$\pm 1/2$	$\pm 1/2$
Apertur Jitter (ps)	2	2
Eingangswiderstand ( $\Omega$ )	50	50

25 Jahre **SE** Spezial-Electronic KG

31665 Bückeburg  
Zentrale  
Tel.: 057 22/20 30  
Fax: 057 22/20 31 20

73473 Ellwangen  
Tel.: 079 61/9 04 70  
Fax: 079 61/90 47 50

39015 Magdeburg  
Tel.: 03 91/60 829-0  
Fax: 03 91/60 829-20

81806 München  
Tel.: 089/42 74 120  
Fax: 089/42 81 37

PL44-100 Gliwice, Polen  
SE-UNIPROD LTD  
Ul. Sowinskiego 26  
Tel.: 00 48/32-38 20 34  
Fax: 00 48/32-37 64 59

117571 Moskau  
Prospekt Wernadskowo 127  
Tel.: 007-095/438-7343/59  
Tel.: 007-095/433-2582/83  
Fax: 007-095/434-4409  
Fax: 007-095/438-2338

191104 St. Petersburg  
Ul. Ryleewa3/(21)  
Tel./Fax: 007-812/275-38-60  
Tel./Fax: 007-812/275-40-78

**Unsere Hot Lines: Tel. 01805-31 31 20 · Fax 01805-31 31 23**



# Entity-Star

## Cypress VHDL-Entwicklungsumgebung WARP2

**Prof. Dr. Christian Siemers**

Lagen die Preise für ein PC-gestütztes VHDL-Entwicklungssystem bis vor kurzem noch in astronomischen Höhen, können Designer heute bereits auf einige – wenn auch wenige – erschwingliche VHDL-Tools zurückgreifen. WARP2 der Firma Cypress ist einer dieser 'Sterne' am PLD-Software-Himmel. Die ELRAD-Redaktion prüfte, was das System zu bieten hat, an wen es sich primär richtet und welche Features in dieser 'Low-cost-Lösung' nicht enthalten sind.



Die PLD-Entwicklungsumgebung WARP2, bei Cypress für 150 D-Mark plus Mehrwertsteuer erhältlich, schlägt sämtliche Preisrekorde am Markt der VHDL-Tools – und kann sich dabei sehen lassen. Zwei Handbücher in englischer Sprache mit rund 200 beziehungsweise 500 Seiten sowie fünf Disketten entspringen dem Paket. Drei Disketten enthalten die beiden Programmpakete GALAXY für die Kompilation von VHDL-Sourcecodes und NOVA für die Simulation von JEDEC-Files. Die übrigen zwei Disketten enthalten WIN32S, also die 32-Bit-Version für MS-Windows 3.1 und 3.11, die zum Betrieb des WARP2-Systems in der Version 1.15 notwendig ist.

Die Installation unter MS-Windows entspricht dem üblichen Standard. Nach dem Start von GALAXY – ein neuer Boot-Vorgang ist zuvor notwendig, damit WARP2 seine MS-DOS-Variable findet – präsentiert sich das Programm mit einer Oberfläche für Meldungen und zum Aufruf des Compilers. Das Handbuch 'User's Guide' enthält ein gelungenes 30seitiges Tutorial,

mit dessen Hilfe erste Schritte im VHDL-Design gemacht werden können.

300 Seiten VHDL-Referenz und 200 Seiten Bibliotheksfunktionen warten in der 'VHDL Synthesis Reference' auf den geeigneten Leser. Dieses Buch ist für VHDL-Kenner bestens geeignet, dem Anfänger könnten sich allerdings einige Probleme auftun, weil er mehr das 'Wie' und weniger das 'Warum' erfährt. Da VHDL nicht nur die Zusammenstellung einer geeigneten Programmiersprache, sondern eher eine Design-Philosophie ist, sei zur Vertiefung auf einschlägige Lehrbücher verwiesen [1, 2].

Ein genauer Blick in das Referenzbuch ergibt sofort, daß es sich bei WARP2 um ein Subset des Standards IEEE-1076 (1987) handeln muß, dem nicht synthetisierbare Konstrukte wie File-I/O fehlen. 1987 stellt die vorletzte Standardisierung dar, die Neuerung 1076.2 von 1993 unterstützt auch den *xnor*-Operator, globale (*shared*) Variablen und erweiterte Bezeichnernamen. Die genannten Einschränkungen sind kaum nennenswert – mit einer Aus-

nahme: dem *after*-Statement für die Signalzuweisung.

### Un-gewöhnlich

VHDL ist eine IC-unabhängige Sprache, die insbesondere die Modellierung auf eine unabhängige Basis stellt. Das *after*-Statement für Signalzuweisungen im VHDL-Standard IEEE-1076.2 dient dabei als Modellierungsmittel für Gatterlaufzeiten. Die reale (Elektronik-)Welt soll mit eventuell ungewollten Effekten dargestellt werden, um so Fehlerhaftes im Design frühzeitig aufzuzeigen. Bei WARP2 handelt es sich jedoch um kein 'gewöhnliches' VHDL-System, das insbesondere die Simulation beherrscht. Die Software der Firma Cypress nutzt – gewollt und zum Vorteil aller Anwender und VHDL-Lernwilligen – VHDL als Eingabesprache. Da VHDL auf die Synthese angewendet wird, ergeben sich Laufzeitverzögerungen aufgrund des ausgewählten Zielbausteins von selbst.

Damit sind auch die Grenzen dieser Software aufgedeckt. Ein Design, das bereits auf einem hohen Abstraktionslevel (Systemebene, algorithmische Ebene, siehe [3]) simuliert wird, ist mit WARP2 nicht realisierbar. Möglich ist ein hierarchischer Entwurf, dessen Test allerdings erst nach Abschluß der Synthese.

### Eingegeben

Der Design-Prozeß beinhaltet Editieren, Kompilieren und Fehlerbeseitigung. Er endet mit Aussagen zur 'Fehlerfreiheit' oder mit der Kreation eines Outputfiles im JEDEC-Format.

Nach dem Aufruf des Tool-Menüs unter GALAXY erhält man eine Eingabeoberfläche (Bild 1) zur Auflistung der Sourcecodefiles in relevanter Reihenfolge. Dabei bietet die Software diverse Optionen an: Optimierungsaufwand, Ausgabeformat, Zielbaustein, Vorgaben für Registertypen und so weiter sind ebenso auswählbar wie das Kompilierziel: nur Kompilierung – also quasi Syntaxcheck – oder auch Synthese. Wahlweise kann auch direkt eine existierende Datei oder ein externer Editor zur Eingabe eines neuen Designs aufgerufen werden.

Die hierarchischen Subsysteme werden vom Compiler in der Reihenfolge abgearbeitet, in der



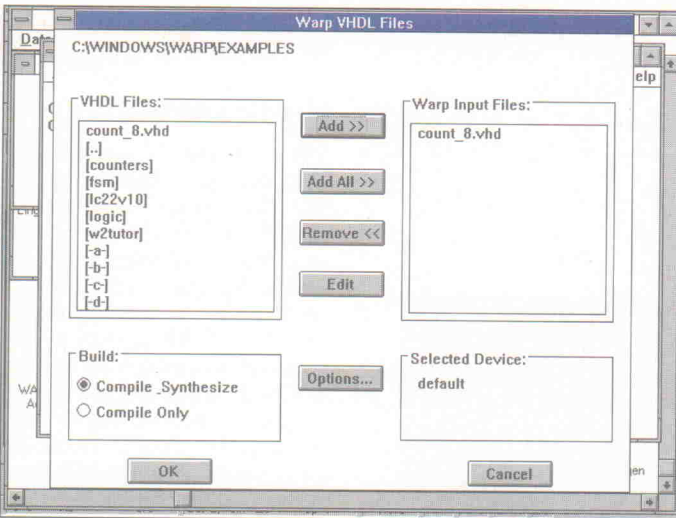


Bild 1. Im Tool-Menü listet man hierarchisch die erzeugten Quelldateien auf und legt die Compiler-Optionen fest.

die Files im Tool-Menü angegeben sind. Dabei müssen in der zu übersetzenden Datei sämtliche Angaben bekannt sein. Funktionsaufrufe verlegt man deshalb in untergeordneten Dateien, die ihrerseits vorher kompiliert werden müssen.

## Ausgegeben

Als Zielbausteine bietet WARP2 neben sämtlichen hinlänglich bekannten Cypress-PLDs vom 16L8 bis zum 22V10 im Industriestandard und den weniger bekannten Typen C331 und C335 die MAX-CPLDs aus der C34x-Serie sowie FLASH370-ICs der C37x-Familie an. Die für schnelle Designs hochinteressanten FPGAs der pASIC380-Serie (OEM zu QuickLogics pASIC 1) sind leider erst im Programmpaket WARP2+ und

in WARP3 enthalten. Da die mitgelieferten Handbücher zu den technischen Details der unterstützten Bausteine keine weitere Auskunft geben, muß man hierzu das entsprechende Datenbuch [4] bemühen.

Bestimmt man keinen Zielbaustein, beendet der Compiler kurz nach dem VHDL-Parser seinen Lauf (im Test brach das Programm an dieser Stelle häufig mit einem Zugriffsfehler ab). Dabei werden lediglich falsche Schreibweisen detektiert und keine weiteren syntaktischen Fehler. Ähnliches passiert trotz Bausteinauswahl auch, wenn man die Übersetzung auf reine Kompilierung ohne Synthese beschränkt. Es bleibt unverständlich, weshalb unter diesen Voraussetzungen ein Syntaxfehler wie beispielsweise ein zweites *wait*-Statement innerhalb eines Prozesses unentdeckt bleibt. Eine vollständige syntaktische Analyse erfolgt erst nach Abschluß der kompletten Synthese.

## Nicht gegeben

Mit der Auswahl eines Zielbausteins durchläuft WARP2 den kompletten Syntheseprozess bis zum Ende – oder bis zum Abbruch durch Fehler. Auch ein syntaktisch korrekter VHDL-Code kann sich dabei als ungeeignet für das Fitting in den Zielbaustein herausstellen. Die Gründe hierfür sind entweder ein zu großes Design, zum Beispiel wenn ein Signal mit 17 ODER-Zeilen dem Ausgang eines 22V10 zugewiesen werden soll und dies nicht minimierbar ist. Oder aber die Ursache liegt im Compiler-Fitter-Sy-

stem, das vielleicht nicht jede Finesse der Zielbausteine ausnutzt.

So mißlang es, den Compiler beim Design eines 8-Bit-Zählers zur Ausnutzung des asynchronen Resets im 22V10 zu bewegen. Dies wäre zwar bei Benutzung der für diesen Zähler bereitgestellten Bibliotheksfunktion erfolgreich gewesen. Da solche Funktionen jedoch nicht für alle möglichen Applikationen vorhanden sind, sollte die Implementierung auch mit der erstellten VHDL-Verhaltensbeschreibung gelingen. Ein Design, das ein kombinatorisches *wait*-Statement beinhaltet, konnte ebenfalls nicht gefittet werden. Ein weiteres Modell mit *process*-Statement einschließlich Sensitivitätsliste konnte zwar kompiliert und gefittet werden, zeigte aber anschließend ein völlig anderes Simulationsverhalten. Die Synthese erzeugte nicht wie erwartet ein synchrones (d.h. getaktetes), sondern ein asynchrones Design. Hier wurde die Sensitivitätsliste vom Compiler offensichtlich nicht richtig interpretiert.

## Simuliert

Eine Kontrolle über Zwischengenerierung ist nicht möglich, da die dazu erforderlichen Meldungen oder aber der gesamte Zwischencode, der beispielsweise in Form eines PAL-Assemblercodes vorliegen könnte, nicht present sind. So bleibt zur Kontrolle 'nur' die Simulation.

## Einsteiger

Die Firma Cypress stellt interessierten ELRAD-Lesern drei WARP2-Pakete zur Verfügung. Wer einen Einstieg in die Welt der VHDL-Entities sucht, schicke bis zum 22. Oktober 1995 per Fax (05 11/53 52-404) oder Postkarte eine kurze Nachricht an:

Verlag Heinz Heise  
Redaktion ELRAD  
Stichwort: WARP2  
Postfach 61 04 07  
30604 Hannover

Unter den rechtzeitig zugegangenen Einsendungen verlosen wir drei VHDL-Systeme. Der Rechtsweg ist mal wieder ausgeschlossen.

Diese erfolgt mit Hilfe des auf JEDEC-Code basierenden Programmteils NOVA. Für die funktionale Simulation und insbesondere die Darstellung sind Kommentierungen erforderlich, die nur die aus GALAXY erzeugte JEDEC-Datei enthält. Diese Kommentare beinhalten beispielsweise den IC-Typ und die Pinnamen. JEDEC-Files aus anderer Designsoftware werden zwar nicht als fehlerhaft abgewiesen, führen aber zu keinerlei vernünftigen Simulationsbildern (waveforms). Möchte man trotzdem 'fremde' JEDEC-Formate einlesen, muß man sie zuerst von Hand um die notwendigen Kommentare erweitern. Diese recht mühsame Anpassung ist jedoch nicht im Sinne

## Cypress im WWW

Die Homepage von Cypress Semiconductor findet gibt detaillierte Informationen zu Cypress-ICs und der WARP-Software in Form von Datenblättern. Zudem bietet sie anhand einiger Beispiele eine kurze Einführung in das VHDL-Design. Natürlich werden dem Web-Surfer eine Menge Cypress-relevanter Adressen angeboten, die weiteren 'Informationen' sind jedoch eher unter der Rubrik PR einzuordnen – hier könnte das Unternehmen noch einiges verbessern.

<http://www.cypress.com/>

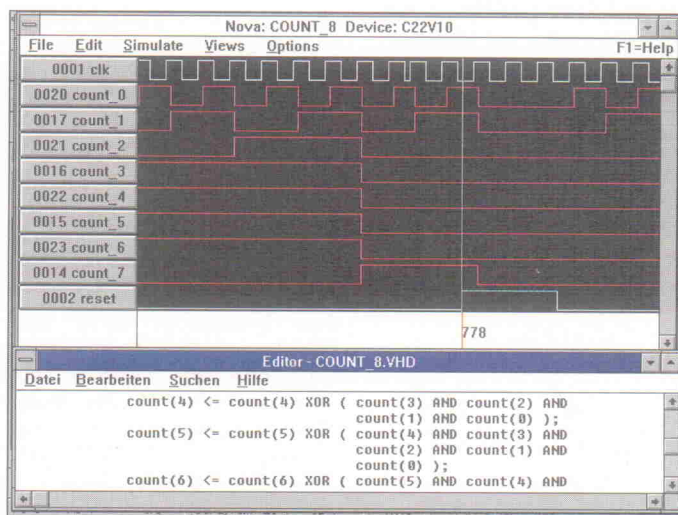


Bild 2. Ein 8-Bit-Zähler mit synchronem Reset in der Simulation. Neben den mit NOVA generierten Waveforms ist auch der entsprechende Ausschnitt aus dem Sourcecode-File zu sehen.



des Erfinders – und nicht im Sinne von WARP2.

Die leicht zu bedienende Simulation erfordert keine ausgedehnten Deklarationen, und um die 'Antwort' des ICs zu erhalten, muß man nicht das Verhalten aller Inputs über den gesamten Zeitraum beschreiben. Takt, High- oder Low-Zustände (sowie eine Reihe weiterer Zuordnungen wie Pulsweiten) werden einfach mit der Maus eingegeben: I/O-Signal auswählen, auf der Zeitachse den Bereich markieren, für den der neue Eingangswert gelten soll, und dem Signal im Edit-Menü die gewünschte Eigenschaft zuweisen. Die möglichen Eigenschaften reichen von 'High', 'Low', 'Clock' und 'Pulse' über Busverknüpfungen bis zu Defaultwertzuweisungen. Bild 2 zeigt das Simulationsergebnis eines selbstdefinierten 8-Bit-Zählers mit synchronem Reset in der grafischen Ausgabe.

Um detaillierte Aussagen zu den internen Vorgängen im PLD zu bekommen, kann man die Knoten innerhalb des Chips mit Hilfe einer Knotenauswahlfunktion gesondert betrachten. Mit dieser Form der Simulation läßt sich die Funktionalität eines Designs überprüfen. Da die Digitaltechnik mehr ist als die technische Implementierung der Logik – sie kann 'Nebenwirkungen' wie beispielsweise Hazards zeigen – sei an dieser Stelle nochmals darauf hingewiesen: NOVA führt eine funktionale Analyse mit statischem Timing durch, keine komplette Timing-Simulation. Für einen Softwarepreis von unter 200 D-Mark kann man ein solches Feature allerdings auch nicht erwarten.

## Fazit

WARP2 von Cypress ist ein gelungener Einstieg von der theoretischen VHDL-Welt in die praktische Umsetzung. Da VHDL insbesondere in Europa der De-facto-Standard für die Beschreibung und Simulation elektronischer Systeme darstellt, empfiehlt sich eine frühzeitige Beschäftigung mit diesem Eingabemedium. Standen dem Einstieg bisher enorme Investitionen im Weg, ist VHDL mit WARP2 nunmehr auf dem PC finanzierbar. Dies dürfte auch berufsbildende Schulen, Hochschulen und sonstige Lehrreinrichtungen mit begrenztem Budget interessieren.

Als positiver 'Nebeneffekt' werden Schaltungen zugleich synthetisiert und führen zu realisierbaren Designs. Es wirkt kaum störend, daß die VHDL-Welt für große Entwicklungen, die eine stetige Simulierbarkeit bei möglichst hohem Niveau erfordert und dann eine ständige Verfeinerung erlaubt, mit diesem Tool kaum zu befriedigen ist. Das Einsatzgebiet von WARP2 liegt bei den kleineren (Projekt-)Dimensionen, und hier kann die Software ihre volle Leistungsfähigkeit bestens unter Beweis stellen. *uk*

## Literatur

- [1] D. R. Coelho, *The VHDL Handbook*, Kluwer Academic Publishers, Boston 1989
- [2] Lehmann; Wunder; Selz, *Schaltungsdesign mit VHDL*, Franzis-Verlag, Poing 1994
- [3] Stohmann, J.; Kuhlmann, U., *Optimalisten*, ELRAD 8/95, S. 56
- [4] *Programmable Logic Data Book*, 1994/95, Cypress Semiconductor

## Leistungsdaten

**Eingabe**  
VHDL

**Bearbeitung**  
Logiksynthese und Fitting  
funktionale Simulation

**Ausgabe**  
JEDEC  
JEDEC-HEX  
Waveform-Editor  
Tracefile  
Testvektordatei  
Stimulusfile

**Sonstiges**  
Online-Hilfe

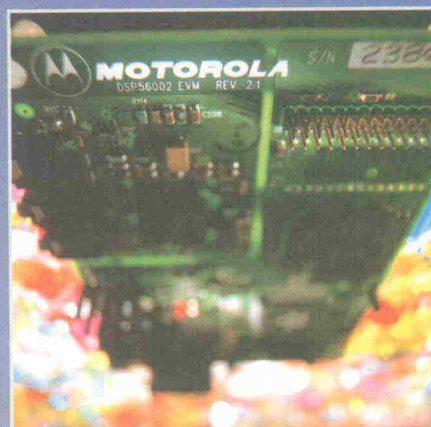
**Unterstützte Bausteine**  
SPLDs:  
C16L8  
C16R4  
C16R6  
C16R8  
C20RA10  
C22V10  
C22VP10  
C331  
C335  
C34x-Familie  
C37x-Familie

# win with FUTURE and



# MOTOROLA

## DSP's die clevere digitale Signalverarbeitung



### Board

RS232-Schnittstelle, 32K  
DRAM, 16-Bit-Wandler, 24-  
Bit-Motorola-DSP56002,  
Option für 32K Flash  
EEPROM

### Cross Assembler

Domain Technologies  
Debug Software, Windows  
GUI Demo Software

C-Compiler-Gutschein beim Kauf eines ADS-Entwicklungssystems.

## Damit Sie die Nase vorn haben!

Sofort DSP56002 EVM  
Entwicklungssystem für

nur DM **249,00** bestellen.

Für mehr Informationen kontaktieren Sie uns!  
Unser nächstgelegenes Büro berät Sie gerne:



**FUTURE ELECTRONICS**  
Deutschland GmbH

**Büro Berlin:**  
Tel. 030/469089-0  
Fax 030/469089-89

**Büro Dortmund:**  
Tel. 0231/975048-0  
Fax 0231/975048-23

**Büro Erfurt:**  
Tel. 0361/42087-0  
Fax 0361/42087-60

**Büro Frankfurt/M.:**  
Tel. 06126/9321-0  
Fax 06126/9321-55

**Büro Hamburg:**  
Tel. 04106/7748-0  
Fax 04106/75226

**Büro Hannover:**  
Tel. 0511/72562-0  
Fax 0511/72562-62

**Zentrale München:**  
Münchner Straße 18  
D-85774 Unterföhring  
Tel. 089/95727-0  
Fax 089/95727-173

**Büro Stuttgart:**  
Tel. 0711/83083-0  
Fax 0711/83083-83

Wir bestellen — Stück DSP56002 EVM zu DM 249,00!  
(Stückpreis incl. MwSt.)

Name Position Firma Adresse PLZ, Ort Tel. ELR

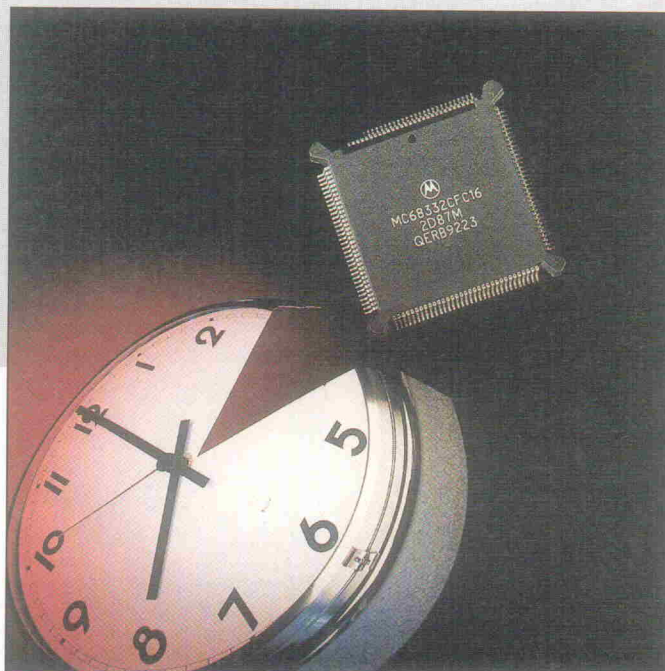


# Zeitschneider

## Die Time Processing Unit des 68332

Josef Fuchs

Man kann Software-schleifen drehen oder Hardware-unterbrechungen einschlagen lassen. So oder so gibt es Schranken für die Genauigkeit controllergenerierter Zeitsignale. Motorolas 68332 steckt dank eines probaten Mittels – einer als Onchip-Coprozessor fungierenden TPU – die Grenzen neu ab.



In Steueranwendungen sind Zeitgeber – alias Timer – unverzichtbar. Diese dienen nicht als binäre Uhr, sondern zum Erkennen oder Erzeugen komplexer Signale. Solche Signalformen arbeiten oft mit einer sehr hohen Frequenz, so daß Zeiten im Bereich von einigen Mikros bis zu wenigen Millisekunden gemessen respektive erzeugt werden müssen. Die Signalformen wiederholen sich dabei nicht einfach, sondern müssen ständig neu – teils anhand komplexer Algorithmen – berechnet werden. Ein einfacher Timer ist damit überfordert und muß deshalb sehr viele Interrupts erzeugen. Jene stören natürlich die CPU, denn sie zweigen Rechenleistung von der eigentlichen Aufgabe ab, um neue Werte für die Timer bereitzustellen.

Der beispielsweise in der Raubkatze [1] verwandte MC68332 enthält deshalb keinen einfachen Timer, sondern eine TPU (Time Processing Unit). Dabei handelt es sich um ein komplettes Subsystem, das vielfältige Aufgaben eigenständig abarbeitet. Oft werden aber die in der TPU vorhandenen Möglichkeiten nicht voll ausgereizt. Meist

fehlt dafür eine tiefergehende Kenntnis ihrer Arbeitsweise. Die TPU enthält alles, was einen  $\mu C$  ausmacht:

- Prozessoreinheit,
- Programmspeicher,
- Datenspeicher (Parameter-RAM) und
- I/O-Pins (TPU-Pins).

Darüber hinaus ist eine Art Echtzeit-Multitasking-Betriebssystem per Hardware in der TPU integriert. Die eigentliche Arbeit erledigt die  $\mu Engine$  – der Kern der TPU (Bild 1). Diese stellt eine Art RISC-Prozessor mit einem für Timeraufgaben optimierten Befehlssatz dar. Der Datenspeicher läßt sich von beiden Seiten her ansprechen. Er enthält nicht nur lokale Daten der TPU, sondern dient auch dem Datenaustausch zwischen den beiden Prozessorsystemen CPU32 und  $\mu Engine$ . Der Scheduler ist im Grunde genommen das Betriebssystem.

Die Pins der TPU werden nicht direkt von der  $\mu Engine$  verwaltet, sondern bestehen pro Kanal – also pro Pin – jeweils aus drei Teilen: Einem Input-Capture-Register (IC), einem Output-

Match-Register (OM) sowie einem Komparator, der ständig eine der beiden freilaufenden Zeitbasen (TCR1 und TCR2) mit dem jeweiligen OM vergleicht. Diese drei Teile sind 16fach vorhanden und bilden die I/O-Logik.

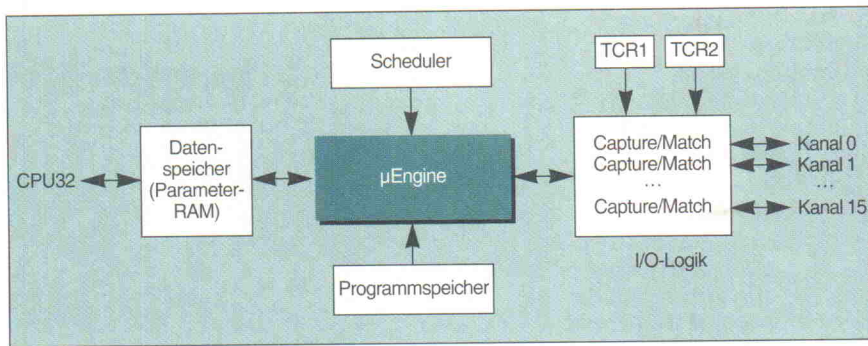
Anders als bei 'normalen' Timern sind die Pins der TPU bidirektional ausgelegt. Ob sie als Ein- oder Ausgang fungieren, legt der Programmierer fest. Hier kommt die Frage auf, warum die  $\mu Engine$  die Pins nicht direkt ansteuert, sondern zusätzliche IC/OM-Logik dafür verwendet. Der Grund liegt darin, daß die TPU ein Prozessor ist, der speziell für Timing-Aufgaben optimiert wurde. Diese lassen sich aber per Software nicht hinreichend genau auflösen. Dazu soll der Controller als Beispiel eine Einschaltverzögerung realisieren: eine bestimmte Zeit  $t$  nach einer steigenden Flanke am Eingang soll am Ausgang ebenfalls eine steigende Flanke erscheinen.

Für diese Aufgabe muß der Zeitpunkt der steigenden Flanke des Referenzsignals genau bekannt sein. Per Softwareabfrage des Pins vermag der  $\mu C$  diesen Moment nicht exakt bestimmen, denn die Software kann nur den augenblicklichen Zustand des Pins abfragen, nicht aber den Zeitpunkt der Flanke. Würde der Pin in einer Schleife ständig abgefragt, könnte der Prozessor kaum eine andere Aufgabe mehr ausführen. Auch die Idee, mittels der Flanke am Pin einen Interrupt zu erzeugen, birgt einen Nachteil: egal wie schnell ein Prozessor arbeitet, er kann niemals mehr als einen Interrupt gleichzeitig bearbeiten – auch wenn an mehreren Eingangspins der TPU zugleich eine Flanke erscheint. Darunter darf aber die Genauigkeit der Erkennung nicht leiden.

### Eingangs ...

Die für jeden der 16 TPU-Kanäle vorhandene Input-Capture-Logik löst dieses Problem. Dazu muß man zunächst die Arbeitsweise der Logik näher betrachten. Die Zeitbasen TCR1 und TCR2 sind im Grunde genommen lediglich Zähler, die mit einer bestimmten Frequenz getaktet werden. Diese Zähler sind 16 Bit breit und laufen ständig, wobei Überläufe ignoriert werden. Die IC-Logik besteht aus drei Teilen (Bild 2). Zunächst bestimmt man, ob die





**Bild 1.**  
**Babuschka-**  
**Prinzip:**  
**Die TPU**  
**stellt einen**  
**Prozessor im**  
**Prozessor**  
**dar, der**  
**unabhängig**  
**von der**  
**CPU32**  
**arbeitet.**

Zeitbasis TCR1 oder TCR2 als Signalquelle fungiert. Außerdem erfolgt eine Auswahl, ob eine steigende, fallende oder beliebige Flanke am zugehörigen Pin als Trigger dient. Es ist auch möglich, gar keine Flanke zu erkennen, was einem Abschalten der IC-Logik für diesen Kanal gleichkommt. Den dritten Teil bildet ein einfaches Register.

Tritt jetzt an einem Kanal die vorher eingestellte Flanke auf, wird der Zustand des ausgewählten TCR in das 16 Bit breite IC-Register übernommen. Gleichzeitig erzeugt diese Flanke einen sogenannten 'Request' an den Scheduler der TPU – dazu später mehr. Die μEngine kann dann später das IC-Register auslesen und kennt den exakten Zeitpunkt der Flanke unabhängig vom Zeitpunkt des Auslesens. Ausgehend von diesem Wert läßt sich nun der Zeitpunkt einer zu generierenden Ausgangsflanke berechnen. Den Zustand des Pins kann die μEngine alternativ auch per Software abfragen.

### ... und ausgangs

Auf ähnliche Weise wie ihr eingangsseitiges Gegenstück arbeitet die OM-Logik (vgl. Bild 3). Der Chip enthält für jeden Pin ein 16 Bit breites Output-Match-Register, welches die μEngine mit dem Zeitpunkt der nächsten zu erzeugenden Flanke setzt. Das Register wird nun ständig mit dem ausgewählten TCR verglichen. Sobald  $TCRx \geq OM$  wird, generiert die Hardware eine vordefinierte Flanke, die steigend, fallend, invertierend oder gleichbleibend sein kann. Letztere beeinflusst den Pinzustand nicht, sondern erzeugt lediglich einen Request. Wichtig bei der Erzeugung von zeitgesteuerten Signalen ist nur, daß die Software das OM-Register rechtzeitig beschreibt.

Für jeden Pin ist gleichzeitig die OM- und die IC-Logik vorhan-

den. Diese beiden Einheiten können nicht nur wechselweise, sondern auch gemeinsam verwendet werden. So kann die OM-Logik einen Request – der beispielsweise einen Interrupt auslöst – intern generieren, ohne einen als Eingang konfigurierten Pin zu beeinflussen, während die IC-Logik auf eine Flanke wartet.

Der Vergleich in der OM-Logik steuert den Ausgang nicht nur an, wenn  $TCRx = OM$  ist, sondern auch, wenn  $TCRx \geq OM$  gilt. Das hat einen wichtigen Grund: Das OM-Register muß beschrieben werden, bevor die Flanke generiert werden kann. Wird nun das Register zu spät beschrieben, beispielsweise weil die Prioritäten der einzelnen Kanäle ungünstig gewählt wurden, wurde bei Prüfung auf Gleichheit kein Signal erzeugt, sondern erst nach einem vollständigen 'Umlauf' des gewählten TCR. Das könnte zu fatalem Fehlverhalten der Steuerung führen. Die Implementierung als 'größer-gleich' sorgt nun dafür, daß das Signal sofort generiert wird. Dazu ein Beispiel: das OM-Register soll mit dem Wert 200 beschrieben werden. Zu diesem Zeitpunkt hat aber vielleicht der TCR bereits den Wert 205. Ein Vergleich auf 'ist-gleich' würde kein Signal generieren. Die Prüfung auf 'größer-gleich' erzeugt das Signal auf jeden Fall, allerdings erst bei 205 statt bei 200.

Einziger Nachteil: diese Methode halbiert den verfügbaren Wertebereich. Daten, die bei  $TCR...TCR+32768$  liegen, werden als zukünftige Zeitpunkte interpretiert. Zahlen im Bereich  $TCR+32769...TCR+65535$  betrachtet die TPU als  $TCR-32767...TCR-1$ , was 'in der Vergangenheit' bedeutet. Darin ist begründet, warum manche Funktionen, die diesen Fall nicht per Software lösen, den Wertebereich auf  $0...32768$  begrenzen. Grundsätzlich stellt

das aber keine Beschränkung dar, denn die Software in der TPU vermag dies leicht auszugleichen.

Daneben ist die TPU nicht an die hardwaremäßige Breite der Register von 16 Bit gebunden: per Software kann man problemlos Zeiten mit 24, 32 oder auch 64 Bit messen oder generieren. Die Funktionen 'PPWA' und 'PTA' sind ein Beispiel dafür, sie können Pulslängen oder Periodendauern größer als 16 Bit messen.

### μEngine

Die μEngine stellt den Prozessor innerhalb der TPU dar. Die Leistungsfähigkeit der μEngine liegt noch über der der CPU32. Die CPU32 führt Standardbefehle (z. B. Addition, Subtraktion, Compare, AND, OR, ...) in zwei Taktten aus. Bei einem Systemtakt von 16,78 MHz entspricht das etwa 120 ns. Auch die TPU benötigt für einen Befehl zwei Takte, führt aber pro Befehl mehr als eine Aktion aus.

So sind beispielsweise in einem Befehl gleichzeitig neben einer Addition ein Speicherzugriff und zwei Schiebeoperationen möglich. Diese Parallelarbeit führt dazu, daß in der TPU mehr Rechenleistung steckt als im eigentlichen Prozessor des 68332. Die Programmierung der TPU erfolgt in Mikrocode. Hierbei werden Flipflops zurückgesetzt, was genaue Kenntnis des internen Aufbaus der TPU verlangt. Aus diesem Grund bietet Motorola die Programmierhilfsmittel (unter anderem Assembler, Debugger und Simulator) nur zusammen mit einem Kurs an.

### Scheduler

Die Arbeitsweise der TPU muß man sich ähnlich wie ein Multitasking-Betriebssystem vorstellen. Jede an einem Kanal auszuführende Aufgabe und jede

mögliche TPU-Funktion stellt dabei eine Task dar. Dabei kann natürlich dieselbe Task an mehreren Kanälen gleichzeitig stattfinden. Wie in jedem Betriebssystem sorgt nun der Scheduler dafür, daß die Prozessorleistung auf die verschiedenen Tasks aufgeteilt wird.

Die TPU zerlegt jede Task in mehrere Teilaufgaben (States). Der Scheduler ruft aufgrund eines Requests einen derartigen State für einen Kanal auf. Dieser State wird dann vollständig abgearbeitet, anschließend kommt der nächste State an die Reihe. Die einzelnen States sind sehr kurze Programmabschnitte, die nie unterbrochen, sondern immer vollständig abgearbeitet werden. Das ist der Grund dafür, warum ein einzelner State so kurz wie möglich sein soll. In der Praxis führt die TPU mehrere hunderttausend Task-Umschaltungen pro Sekunde aus. Der Ablauf soll mit einem einfachen Beispiel – einem pulsbreitenmodulierten Signal (PWM) mit einer Periodendauer von 1000 und einer Pulsbreite von 200 – verdeutlicht werden. Als Referenz fungiert TCR1 mit einer Frequenz von 1 MHz. Das Signal ist also 200 µs logisch 'High', dann 800 µs 'Low'. Bild 4 verdeutlicht dieses Beispiel. Dabei soll davon ausgegangen werden, daß kein zweiter Kanal aktiv ist. Die Markierung der TPU-Aktivität ist nicht maßstabsgetreu dargestellt, denn die einzelnen Aktivitäten erfordern weit weniger als 1 ms.

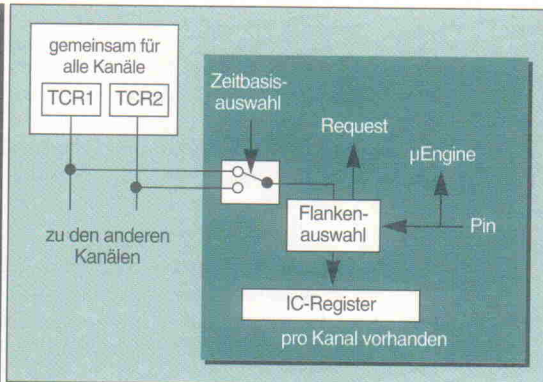
Die Task 'PWM' besteht in einer stark vereinfachten Version aus drei States, der Initialisierung (PWM\_Init), der High-Phase (PWM\_High) und der Low-Phase (PWM\_Low). Zu Beginn (Bild 4, 1. State) wird der Kanal von der CPU initialisiert. Das erfolgt mittels eines sogenannten 'Host Service Request'. Der Scheduler kann daraufhin sofort den Zustand 'PWM\_Init' aufrufen, wenn nur dieser Kanal arbeitet und somit keine anderen Requests anliegen. Dieser State löst folgende Aktionen aus:

```

Definiere Pin als Ausgang
Definiere Zeitbasis TCR1
Definiere Pin sofort High
Register OM:=TCR1+200
Definiere nächsten Pinzustand 'Low'
Ende State
  
```

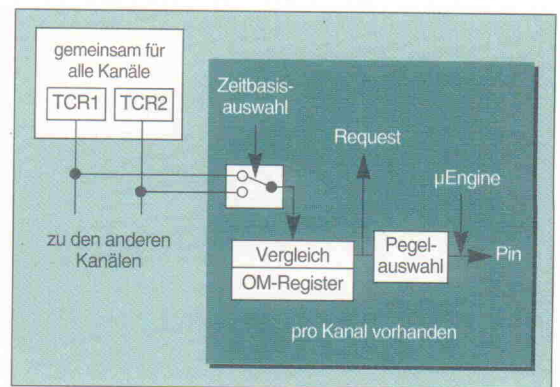
Der Timerpin wird dabei sofort auf High gesetzt. Gleichzeitig legt der State einen Output-Match fest, der in 200 µs ab dem aktuellen Wert in TCR1





**Bild 2. Fungiert ein TPU-Pin als Eingang, dann kümmert sich die Input-Capture-Logik um genaues Timing.**

**Bild 3. Soll ein TPU-Pin als Ausgang arbeiten, sorgt die Output-Match-Logik für zeitgerechtes Verhalten.**



stattfinden soll. Weiter definiert das Mikroprogramm, welchen Zustand der Ausgang zum Zeitpunkt des Matches einnehmen soll – in diesem Fall Low. Diese Aktionen erfordern zwei TPU-Befehle. Ab sofort wäre die µEngine wieder frei für andere Aufgaben. 200 µs später erzeugt die OM-Logik des Kanals die fallende Flanke. Gleichzeitig löst die TPU einen Request aus (Bild 4, 2. State) – der Scheduler erhält die Nachricht, daß dieser Kanal wieder bedient werden muß. Daraufhin kommt der Zustand 'PWM\_Low' an die Reihe (Bild 4, 3. State), die µEngine führt dabei folgende Aktionen aus:

Register OM:=OM+800  
Definiere nächsten Pinzustand 'High'  
Lösche Request  
Ende State

Diese Schritte lassen sich mit einem einzigen Befehl ausführen. Im OM-Register steht noch der Zeitpunkt der letzten (fallenden) Flanke. Dazu wird nur die Low-Zeit aufaddiert und der gewünschte Pinzustand zu diesem definierten Ereignis (High) festgelegt. Diese Aktionen müssen irgendwann innerhalb der 800 µs langen Low-Phase des Signals ausgeführt werden. Da als Bezugspunkt für die Definition der nächsten Flanke der Zeitpunkt der letzten Flanke dient, spielt es für die Genauigkeit des Ausgangssignals keine Rolle, wann genau dieser eine Befehl ausgeführt wird. Das Signal selbst wird beim 4. State (Bild 4) High, was wiederum einen Request auslöst. Der Scheduler ruft daraufhin den State 'PWM\_High' auf (Bild 4, 5. State):

Register OM:=OM+200  
Definiere nächsten Pinzustand 'Low'  
Lösche Request  
Ende State

Diese Aktion erfordert wieder lediglich einen Befehl. Es wird erneut eine fallende Flanke generiert, die einen Request ver-

ursacht und dann den State 'PWM\_Low' ein weiteres Mal aufruft. Diese Schrittfolge wiederholt sich nun ständig.

## Prioritäten

Jedem der Kanäle muß bei der Initialisierung eine sinnvolle Priorität zugeordnet werden. Diese kann der Programmierer aus drei Stufen (High, Middle und Low) wählen. Viele Anwender definieren alle Kanäle mit High, weil ihnen jeder Kanal als wichtig erscheint. Das ist aber nicht sinnvoll, denn wenn alle Kanäle dieselbe Priorität haben, heißt das nur, daß alle gleichwertig bedient werden. Dabei spielt es keine Rolle, ob alle als High oder alle als Low definiert sind. Eine Prioritätsstufe hat keine absolute Bedeutung, sondern muß immer relativ zu den anderen gesehen werden. Die Prioritätsverteilung muß sorgfältig erfolgen, denn sonst könnte man das genaue Gegenteil erreichen. Es gibt Beispiele, bei denen ein Kanal mit niedriger Priorität schneller als einer mit hohem Vorrang bedient wird – und das ist sicher nicht erwünscht. Der Scheduler sorgt weiterhin dafür, daß die Prioritäten sich nicht gegenseitig blockieren können. Das heißt, wenn ständig Requests mit hoher Priorität anstehen, werden die Tasks mit niedriger Priorität trotzdem ausgeführt. Der Scheduler wählt dabei die Tasks (also die Kanäle) nach einem festen Schema aus:

H-M-H-L-H-M-H

Diese Folge bedeutet, daß die TPU zunächst einen Kanal mit hoher Priorität, dann einen mit mittlerer, wieder einen mit hoher, gefolgt von einem mit niedriger Priorität und so weiter bedient. Nach sieben Schritten wiederholt sich die Sequenz. Ist in einer bestimmten Stufe kein Request mit dieser Priorität vor-

handen, wird diese Stufe nicht übersprungen, sondern statt dessen kommt ein Kanal mit höchstmöglicher Priorität zum Zuge. Dazu ein Beispiel: Es soll in der zweiten Stufe (M) ein Kanal mit mittlerer Priorität bedient werden. Ist zu diesem Zeitpunkt kein solcher Request vorhanden, wählt der Scheduler stattdessen einen Kanal hoher Priorität aus. Existiert auch davon kein Request, wird ein weniger dringender Kanal bedient.

Nun zu dem oben angesprochenen Fall der Prioritäteninversion: Hat Kanal 0 eine niedrige Priorität sowie alle anderen eine hohe und haben außerdem alle Kanäle einen Request erzeugt, dann sieht die Bearbeitung wie folgt aus ('M>H') soll dabei bedeuten, daß statt einer mittleren Priorität eine hohe an die Reihe kommt):

1(H)-2(M>H)-3(H)-4(H)-5(M>H)-6(H)  
7(H)-8(M>H)-9(H)-10(L)-11(M>H)-12(H)

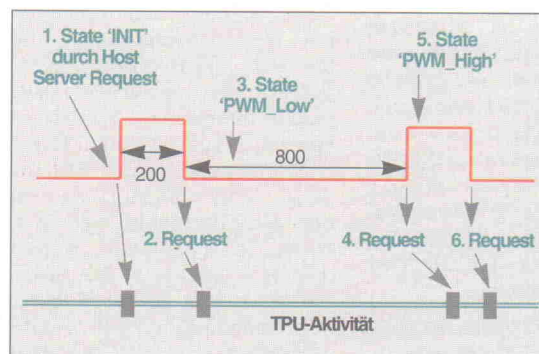
Das Beispiel zeigt, daß der Kanal 0, der als einziger eine niedrige Priorität hat, häufiger als jeder einzelne Kanal mit hoher Rangstufe bedient wird. Dieses Verfahren stellt sicher, daß kein Kanal einen anderen blockieren kann. Alle Kanäle, die keinen Request generiert haben, ignoriert der Scheduler dabei. Diese werden dann nicht von der µEngine bedient, wodurch keinerlei Rechenleistung dafür notwendig ist. Darüber

hinaus kümmert sich ein Mechanismus um die Reihenfolge von Kanälen derselben Priorität. Dieser Ablauf geschieht folgendermaßen:

- 1. Erzeugten mehrere Kanäle mit derselben Priorität einen Request, so wird zuerst der Kanal mit der niedrigsten Nummer bearbeitet.
- 2. Kein Kanal wird ein zweites Mal bedient, solange noch nicht bediente Requests eines anderen Kanals mit derselben Priorität anstehen.

Zur Verdeutlichung ein Beispiel: angenommen, die Kanäle 1 bis 5 haben hohe Priorität, Kanal 6...9 mittlere und der Scheduler steht am Anfang des oben beschriebenen Zyklus. Dann ergibt sich der in der Tabelle 'Scheduling-Reihenfolge' dargestellte Ablauf.

Dieses Verfahren muß man berücksichtigen, wenn die Prioritäten festgelegt werden. Soll die TPU beispielsweise einen Kanal alle 10 µs einmal bedienen, zum Beispiel, weil das zu bearbeitende Signal eine Frequenz von 100 kHz hat, dann darf dieser Kanal als einziger die Priorität High haben. Dies stellt sicher, daß er zumindest jedes zweite Mal bearbeitet wird. Die maximale Reaktionszeit ergibt sich dann aus 'längster State des Kanals plus längstem State aller anderen Kanäle'.



**Bild 4. Jeder Flankenwechsel eines TPU-Pins erfordert den Ablauf eines kurzen Programms in der TPU.**



## Scheduling-Reihenfolge

Zeit	Priorität	bearbeiteter Kanal	anstehende Requests 'High'	anstehende Requests 'Low'	Kommentar
1	H	1	2, 3, 4, 5	6, 7, 8, 9	High wird bedient
2	M	6	2, 3, 4, 5	7, 8, 9	Middle wird bedient
3	H	2	3, 4, 5	7, 8, 9	High wird bedient
4	L	3	4, 5, 2	7, 8, 9	Statt Low wird High bedient, gleichzeitig erzeugt Kanal 2 wieder einen Request
5	H	4	5, 2, 1	7, 8, 9	High wird bedient, Kanal 1 erzeugt einen neuen Request
6	M	7	5, 2, 1	8, 9	Middle wird bedient
7	H	5	2, 1	8, 9	High wird bedient
8	H	2	1	8, 9	High wird bedient
9	M	8	1	9	Middle wird bedient
10	H	1	–	9	High wird bedient
11	L	9	–	–	Statt Low wird Middle bedient, da weder High noch Low anstehen

Ein Beispiel dafür: Angenommen, es müßte an 5 Kanälen (0...4) eine Frequenz gemessen werden. Die Frequenz an Kanal 0 soll dabei 250 kHz (Periodendauer 4 µs), an den anderen jeweils 50 kHz (Periodendauer 20 µs) betragen. Die Ausführungszeit eines States soll je bei 2 µs liegen. In 2 µs vermag die TPU wesentlich mehr, als nur eine einfache Frequenzmessung durchzuführen. In dieser Zeit könnte gleichzeitig eine Plausibilitätsprüfung erfolgen. Die aktuelle Periodendauer würde dabei mit der vorherigen verglichen und nur dann als gültig betrachtet, wenn die vorige Periode  $\times 0,5 \leq \text{neue Periode} \leq \text{vorige Periode} \times 1,5$  ist. Im schlechtesten Fall erfolgen die Flanken gleichzeitig. Bild 5 zeigt in der oberen Hälfte die Abfolge, wenn alle Kanäle mit derselben Priorität (z. B. High) arbeiten.

### Varianten

Dabei gehen zwei Perioden bei Kanal 0 verloren (durchgestrichener Teil in Bild 5). Hat dagegen – wie im unteren Bild gezeigt – Kanal 0 als einziger eine hohe und die anderen Kanäle mittlere Priorität, so verpaßt die TPU keine Periode. Bei einer Frequenzmessung wird nur bei jeder steigenden Flanke des Eingangssignals ein Request erzeugt (im Bild mit 'R' dargestellt). Dieses Beispiel verdeutlicht, daß man nur dann eine sinnvolle Prioritätszuordnung einstellen kann,

wenn man den internen Ablauf genau kennt.

Die einzelnen Aufgaben innerhalb der TPU werden zum größten Teil in Software ausgeführt. Lediglich die grundlegenden Dienste Input-Capture und Output-Match laufen hardwaremäßig ab. Die Software baut darauf höhere Funktionen auf. Das hat zur Folge, daß eine neue Firmware eine erweiterte Funktionalität liefern kann. Um dem Anwender auch in den Standardversionen eine gewisse Auswahl zu gewähren, gibt es mittlerweile zwei Versionen des MC68332, die sich lediglich in der TPU-Firmware unterscheiden. Der MC68332A stellt alle Funktionen bereit, die bisher im 'normalen' MC68332 enthalten sind. Es kam lediglich eine Funktion 'QDEC' (Quadratur-Decoder) hinzu. Da sonst keinerlei Unterschiede bestehen, löst der MC68332A in Zukunft den MC68332 ab. Die 'G'-Variante verfügt dagegen über einen völlig neuen Satz von Funktionen:

- *MCPWM*: mehrkanalige PWM
- *QOM*: Queued Output Match
- *FQM*: Frequenzmessung
- *TSM*: Schrittmotorsteuerung über Tabellen
- *COMM*: Kommutatorfunktion für Elektromotoren
- *HALLD*: Hall-Sensor-Dekodierung für COMM-Funktion
- *UART*: asynchrone serielle Schnittstelle

- *PTA*: Perioden- und Pulsdauerermessung
- *FQD*: schneller Quadratur-Decoder
- *NITC*: komplexe Input-Capture Funktion

Auffällig ist hier vor allem die UART-Funktion (Universal Asynchronous Receiver/Transmitter), die man eigentlich nicht von einem Timer erwartet. Genau betrachtet verwertet eine serielle Schnittstelle nichts anderes als eine Folge von High- und Low-Impulsen, das ist aber eine übliche Aufgabe für einen Zeitgeber. Die UART-Funktion soll als Beispiel für die 'G'-Variante genauer betrachtet werden. Sie definiert sich dabei selbst ein Output-Match, das genau die Dauer eines Bits entfernt ist. Als Aktion am Pin zieht die TPU das nächste Bit heran. So gibt sie zunächst das Startbit aus, danach folgen die 8 Datenbits und das Stopbit. Dabei ist diese Funktion wesentlich flexibler als Standardbausteine, denn sie behandelt jedes einzelne Bit in Software. So kann beispielsweise die 16-MHz-CPU eine beliebige Baudrate auf 240 ns genau einhalten. Auch die Anzahl Bits pro Datenwort ist im Bereich von 1...14 Bit frei wählbar.

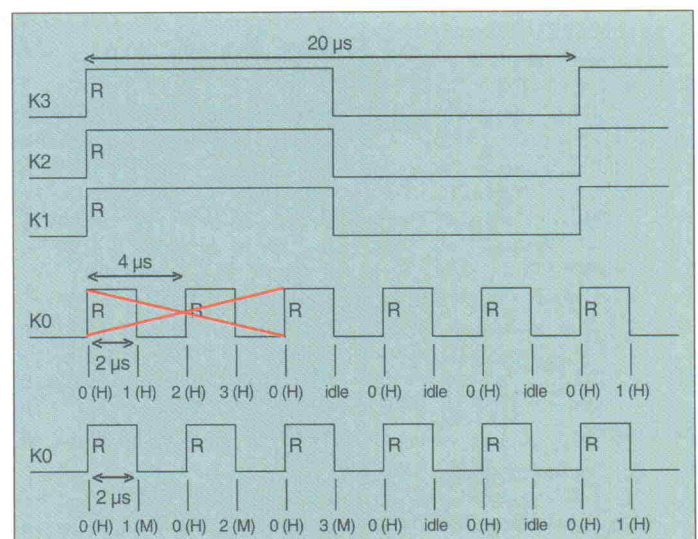
Die vollständige UART-Funktion benötigt zwei TPU-Kanäle, denn die serielle Schnittstelle erfordert im allgemeinen einen Sende- und einen Empfangspin. Bei der TPU ist das nicht unbedingt notwendig, da jede Datenrichtung getrennt realisiert wird. Das erlaubt beispielsweise An-

wendungen, die 11 UART-Sender, aber nur drei Empfänger benötigen.

### Langzeitig

Wie eingangs angesprochen, sind alle Zählerregister innerhalb der TPU 16 Bit breit. Wählt man eine Zählerauflösung von beispielsweise 1 MHz, dann kann die TPU damit Zeiten bis etwa 65 ms erfassen. Soll dagegen ein Impuls von mehreren Sekunden auf 1 µs genau gemessen werden, so scheint das auf Anhieb nicht möglich, denn dafür wären 32-Bit-Register nötig. Viele Anwender fragen deshalb nach Interrupts, wenn die Zähler TCRx überlaufen. Derartige Interrupts werden von der TPU aber nicht erzeugt. Das ist auch gar nicht notwendig, denn die TPU vermag auch so derartig lange Zeiten, selbst wenn diese Jahre betragen würden, präzise zu messen und zu erzeugen.

Angenommen, es soll die Dauer eines Eingangspulses erfaßt werden, dessen Länge 22510H TCR1-Werte beträgt. Die Funktion liefert ein 32-Bit-Ergebnis 'ERGEBNIS' mit dem 16-Bit-Low-Wort 'ERG\_LOW' und dem 16-Bit-High-Wort 'ERG\_HIGH'. Bei einer Auflösung von 1 µs sind damit Zeiten von über einer Stunde meßbar. Für längere Zeiten könnte natürlich auch ein 48- oder 64-Bit-Ergebnis dienen, das Verfahren bleibt gleich. Der Trick besteht darin, die Input-Capture-Logik eines Kanals gleichzeitig mit dessen Output-Compare-Einheit zu verwenden (Bild 6).



**Bild 5. Bearbeitungsreihenfolge bei schlechter (oben) und günstiger (unten) Prioritätsverteilung. Im Zustand 'idle' darf die TPU eine Auszeit nehmen.**



Der Ablauf innerhalb der TPU läßt sich bei diesem Beispiel in sieben Schritte einteilen:

1. Die Funktion wird initialisiert. Dabei stellt die TPU die IC-Logik so ein, daß sie auf die steigende Flanke wartet.

2. Die Eingangsflanke erscheint. Der Zeitpunkt der Flanke wird in einer internen Variable  $x$  gespeichert. Gleichzeitig wird die Input-Capture-Logik des Kanals so eingestellt, daß eine fallende Flanke erkannt wird. Darüber hinaus wird die Output-Compare-Logik so aktiviert, daß ein Request nach Ablauf der Zeit (steigende Flanke + 8000H) generiert wird, was einem Timeout gleichkommt. Je nachdem, welches Ereignis zuerst auftritt, wird entweder die Flanke (IC) oder der selbstdefinierte Timeout erkannt.

3. Wegen der Länge des Signals erfolgt der Request von der OC-Logik genau 8000H Timerwerte nach der steigenden Flanke. Die Software vollzieht aufgrund dieses Request nun mehrere Aktionen:

- ERGEBNIS:=ERGEBNIS+8000H, genauer:  $ERG\_LOW:=ERG\_LOW+8000H$ , wenn Überlauf (Carry), dann  $ERG\_HIGH:=ERG\_HIGH+1$ ,
- den Zeitpunkt des Output-Compares in die interne Variable  $x$  ablegen und
- einen neuen Timeout mit der OC-Logik zum Zeitpunkt  $OC+8000H$  definieren.

4. bis 6. laufen wie bei 3. ab, wobei jedesmal das Ergebnis um 8000H erhöht wird. Zum Zeitpunkt 6 beträgt das Ergebnis also 20000H.

7. Jetzt wird die fallende Flanke erkannt und damit das Ende des Pulses. Es wird die 'Restzeit' berechnet aus dem Zeitpunkt der Flanke minus  $x$ . Diese Variable enthält mittlerweile den Zeitpunkt des letzten Timeouts (6). Im obigen Beispiel ergibt sich für die 'Restzeit' ein Wert von 2510H. Dieser Wert wird auf das Ergebnis aufsummiert (zum Low-Word addiert und bei einem Überlauf das High-Word um 1 erhöht). Das Gesamtergebnis von 22510H ist damit verfügbar.

Sollen ähnlich lange Ausgangssignale generiert werden, so erfolgt das nach demselben Verfahren. Es werden dabei eine Reihe von Output-Matches definiert, die den Pinzustand nicht beeinflussen,

sondern nur einen internen Request für den Scheduler definieren. Die Software zählt die Anzahl dieser Output-Matches, deren Länge üblicherweise 8000H beträgt. Als letztes bleibt wieder eine 'Restzeit' übrig, für die ein letzter Output-Match definiert wird, der aber dann den Pin abschaltet.

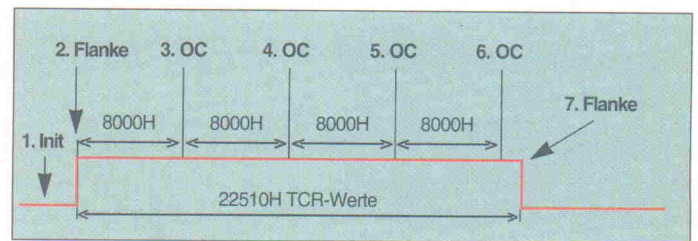
Dieses Verfahren kann auch auf Ergebnisse größer als 32 Bit ausgedehnt werden. Die Belastung der TPU ist dabei sehr gering, denn es muß nach jedem Timeout nur eine kurze Aktion ausgeführt werden, die in der Praxis nicht mehr als etwa 2 µs beansprucht. Wird die volle Timerauflösung von 240 ns vorausgesetzt, bedeutet das, daß die TPU alle 8 ms für etwa 2 µs belastet wird, was 0,04 Prozent entspricht.

## TPU wechsel dich

Jeder Baustein, der eine TPU enthält, verfügt zugleich über ein RAM. Dieses RAM hat beim MC68332 eine Größe von 2 KByte. Das interne ROM der TPU hat übrigens die gleiche Größe. Eine weiterer 'Kniff' der TPU besteht nun darin, das ROM in der TPU auszuschalten und statt dessen das RAM 'daneben' als Programmspeicher zu verwenden. Dieses RAM ist ein eigenständiges Modul, das nicht mit dem Parameter-RAM innerhalb der TPU zu verwechseln ist. Aus diesem Grund heißt es 'TPU Emulation RAM'. Zieht man es für die TPU-Software heran, dann kann die CPU32 es nicht mehr 'sehen'. Dabei ist nur die Auswahl zwischen RAM oder ROM möglich, eine Mischform aus beiden Speichern ist nicht möglich.

So kann man einen MC68332A in den 'G'-Typ verwandeln, indem die Applikation die Software der 'G'-Variante in das RAM der 'A'-Version lädt und das RAM anstelle des ROMs aktiviert. Einziger Nachteil des Verfahrens: das RAM geht für die CPU verloren. Ansonsten besteht keinerlei Unterschied, vor allem bleibt die Leistungsfähigkeit sowohl der CPU als auch der TPU unverändert erhalten.

Die Ursache dafür liegt in einem separaten Speicherbus (InterModule Bus, IMB), der das RAM mit der TPU verbindet. Der IMB wird nicht von der TPU verwendet, so daß



**Bild 6. Perioden, die mit den Maximalwerten der Timerregister nicht darstellbar sind, lassen sich stückweise zusammensetzen. Dazu kombiniert die TPU Input-Compare und Output-Match.**

TPU-Aktionen die CPU nicht ausbremsen. Die Zugriffszeit des RAMs ist niedrig genug, so daß die TPU darauf genauso schnell wie auf ihr eigenes ROM zugreifen kann.

Dabei ist zu beachten, daß sich das Register 'TMCR' nur ein einziges Mal beschreiben läßt. Nach dem ersten auf einen Reset folgenden Schreibzugriff sperrt die TPU dieses Register für weitere Schreibversuche. TMCR beinhaltet aber nicht nur die Umschaltung von ROM auf RAM (EMU-Bit), sondern auch die Einstellung der Vorteiler für die beiden Zähler TCR1 und TCR2, so daß diese im gleichen Befehl gesetzt werden müssen. Soll wieder das interne ROM die TPU mit Befehlen füttern, so ist dafür ein Reset erforderlich. Dieser Schutzmechanismus verhindert fatale Folgen, wenn bei einer laufenden TPU-Funktion (die z. B. eine Werkzeugmaschine steuert) durch einen Softwarefehler plötzlich auf das ROM umgeschaltet würde!

Der Sinn des ROM-Ersatzverfahrens liegt nicht darin, ein Hardware-Update per Software zu realisieren, sondern eigene Programme für die TPU zu erstellen. Man kann damit komplexe, angepaßte Funktionen erzeugen, die eine größere Aufgabe eigenständig in der TPU bearbeiten und damit die CPU deutlich entlasten. Dadurch steigt die Leistungsfähigkeit des Systems. Beispielsweise vermag die TPU als vollständiger PWM-Frequenzumrichter für die Drehzahlsteuerung eines großen Drehstrommotors zu arbeiten. Die CPU braucht dann nur noch eine Solldrehzahl und eine Amplitude vorzugeben, um den 'Rest' kümmert sich die TPU.

Damit fallen alle Interrupts weg, was nicht nur der Systemleistung, sondern auch dem Debug-Vorgang zugute kommt

– denn ein System, das viele Interrupts bearbeiten muß, läßt sich nur schwer 'entwanzen'. Ein Breakpoint würde dafür sorgen, daß die Interrupts nicht mehr zum Zuge kämen. Dadurch blieben die Ausgänge auf einem konstanten Pegel stehen.

Beim Anwendungsfall Frequenzumrichter würde dieser Zustand innerhalb kürzester Zeit den Motor und/oder die Leistungsendstufen zerstören. Übernimmt die TPU die PWM-Erzeugung, dann kann die CPU problemlos im Single-Step-Betrieb laufen, wobei der Motor korrekt weiterdreht. Dies ist für sehr viele Anwendungen – nicht nur bei Drehstrommotoren – ein wichtiger Gesichtspunkt, der beim Start einer Entwicklung gern übersehen wird.

Viele Aufgaben im Bereich der Signalgenerierung und -verarbeitung können per Software eigenständig in der TPU ablaufen. Man darf die TPU aber auch als Coprozessor für Rechenaufgaben zweckentfremden. In dem Fall übergibt die CPU ihre Eingangswerte in das Parameter-RAM, die TPU führt Berechnungen durch und gibt auf gleichem Weg das Ergebnis wieder zurück. Die CPU darf sich unterdessen anderen Aufgaben widmen. Genauso ist es auch möglich, intelligente Überwachungsfunktionen herzustellen, so daß CPU und TPU sich gegenseitig kontrollieren: Die CPU vermag die TPU mittels eines RESET-Befehls zurückzusetzen. Umgekehrt könnte die TPU über einen Ausgabepin hardwaremäßig die CPU neu starten. ea

## Literatur

- [1] Raubkatze, Teil 1...3, H.-J. Himmeröder, W. Mayer-Gürr, A. Knülle-Wenzel, ELRAD 3...5/94
- [2] M68300 Mikrocontroller, E. Liess, J. Fuchs, Franzis Verlag 1994

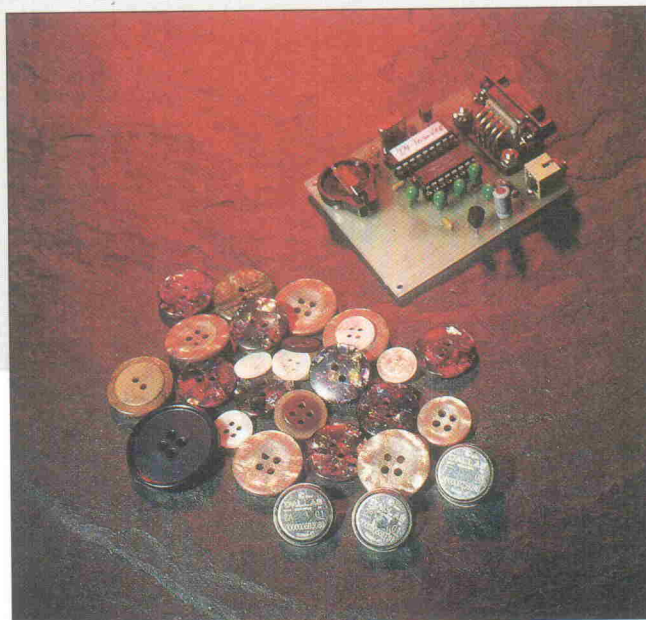


# Knopfzellen

## Grundlagen und PC-Anschluß für Touch-Memories DS199x

**Dr.-Ing. Francesco P. Volpe, Safinaz Volpe**

**Knopfzelle einmal anders. Diese Variante liefert Informationen statt elektrischer Energie. Touch-Memories sind Speicher, die in einem Edelstahlgehäuse von 16 mm Durchmesser untergebracht sind. Weg vom Plastik, zurück zur Münze?**



**W**ie Magnet- und Chipkarten eignen sich die Touch-Memories (TM) von Dallas Semiconductor für vielfältige Anwendungen – beispielsweise zur Identifikation von Personen oder Produkten, zum elektronischen Waren- und Geldverkehr oder für Sicherheitsapplikationen wie Wegfahrsperren und Türschlösser. Im Vergleich zu den Karten sind die TMs deutlich robuster gegenüber äußeren Einflüssen wie Druck, mechanischer Beanspruchung und aggressiven Flüssigkeiten. So läßt sich ein Datenknopf bequem im Portemonnaie oder mittels eines passenden Halters am Schlüsselbund tragen – Plastikkarten wollen dagegen in einer Brieftasche geschützt untergebracht sein.

Die Datenübertragung geschieht über ein 1-Draht-Protokoll. Die Energie kommt dabei aus der Datenleitung selbst (Parasitic Power). Ein auf dem Chip integrierter Multiplexer erzeugt aus dem ankommenden Bitstrom Steuersignale für den eigentlichen Speicher (Bild 1). Befindet sich im Touch-Memory lediglich ein ROM (DS1990A), dann benötigt es keine weitere Stromversorgung. Bei den mit SRAM ausgestatteten Typen (DS1991...1996) ist noch eine

3-V-Lithiumzelle integriert. Ihre Lebensdauer gibt der Hersteller mit 10 Jahren an. Die Chips sind in CMOS-Technologie ausgeführt.

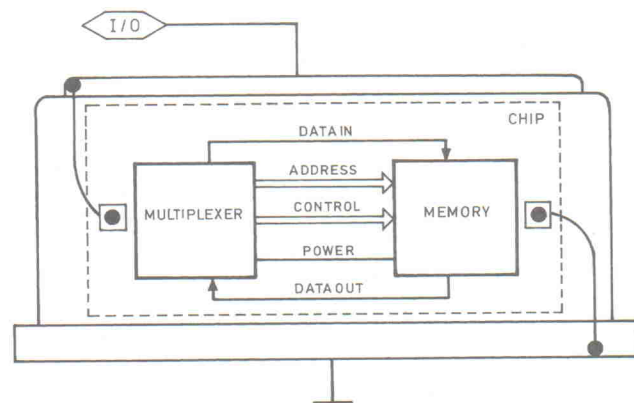
Der Ausgangstreiber von Touch-Memories ist als 'Open Drain' ausgeführt (Bild 3). Der Open-Drain-Ausgang ermöglicht ein Wired-AND über einen Widerstand, so daß ein Zusammenschalten von mehreren Touch-Memories auf einem Bus möglich ist – Dallas nennt diesen Bus MicroLAN. Besitzt der verwendete Mikrocontroller

keinen Open-Drain-Ausgang, wird ein zusätzlicher Transistor notwendig, und man muß zwei Ports für die Übertragung spendieren, so wie beim hier verwendeten PIC16C56 von Arizona Microchip (vgl. Bild 5).

## Knopfspektrum

Dallas bietet Touch-Memories mit SRAM, EPROM und EEPROM-Speicher an. Alle Versionen enthalten ein 8 Byte großes ROM. Hierin finden sich ein Family Code, eine 6 Byte lange Seriennummer sowie ein CRC-Byte (Cyclic Redundancy Check). Dabei handelt es sich nicht um ein maskenprogrammiertes ROM, die 8 Byte werden nach der Herstellung mittels eines Laserstrahls direkt auf den Chip geschrieben (Auftrennen von Polysiliziumbahnen). Der Vorteil dieser Methode liegt auf der Hand: bei der Herstellung kann man immer die gleichen Maskensätze verwenden.

Noch auf dem Silizium-Wafer kann dann die eindeutige Seriennummer für jedes Touch-Memory einzeln eingelasert werden. Neben den SRAM-Touch-Memories bietet Dallas auch solche mit EPROM (DS198x) an. Diese kann man nur einmal programmieren, da das Gehäuse über kein Quarzglas-Fenster verfügt, um den Speicher wieder zu löschen. Dallas nennt diese Touch-Memories 'Add-Only-Memory', das heißt, man kann nur zusätzliche Informationen in noch nicht programmierten Speicherzellen ablegen. Dieser Artikel behandelt die Typen der Reihe DS199x, die alle über SRAM verfügen, da ihr Einsatz durch den immer wieder beschreibbaren Speicher interessanter erscheint. Neben den OTPROM-Typen

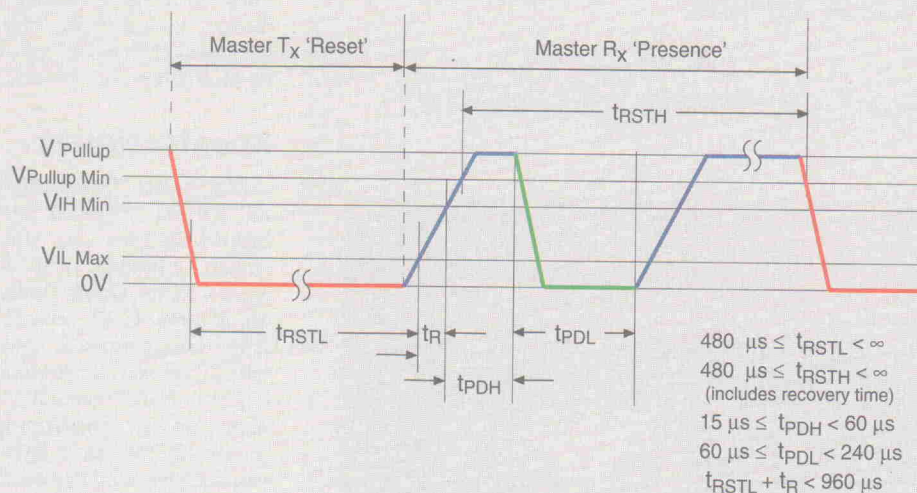


**Bild 1. Touch-Memories sind in einem runden Edelstahlgehäuse integriert. Ein Multiplexer entwirrt die Bits auf der 1-Draht-Datenleitung.**

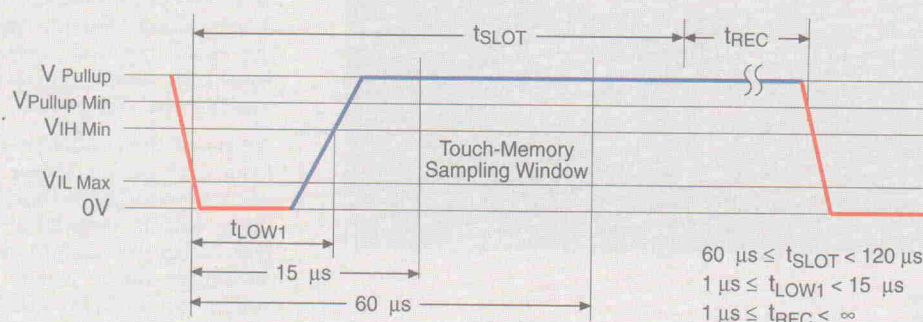
*Dr.-Ing. Francesco P. Volpe studierte an der Ruhr-Universität Bochum Elektrotechnik. Anschließend promovierte er an der Universität Kassel über Laserradarsysteme. Derzeit ist er als wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Universität Melbourne im Bereich Photonik tätig. Seine Frau Dipl.-Ing. Safinaz Volpe studierte an den Universitäten Kassel und Melbourne Elektrotechnik und bereitet ihre Promotion im Bereich Nachrichtentechnik vor.*



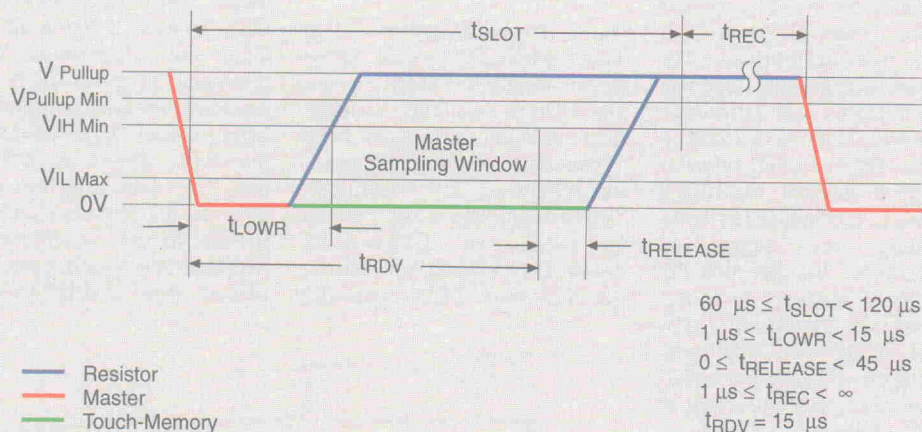
## Reset and Presence Pulses



## Write-One Time Slot



## Read-Data Time Slot



**Bild 2.** Einen Knopf-Reset löst der Master mittels eines mindestens 480  $\mu\text{s}$  langen Low-Pulses auf der Leitung aus. Daraufhin meldet sich das Touch-Memory mit einem Presence-Puls. Eine Eins schreibt der Master, indem er die Datenleitung spätestens 15  $\mu\text{s}$  nach der High-Low-Flanke wieder 'losläßt'. Das Schreiben einer Null erfolgt ähnlich wie bei einer Eins (Write-One Time Slot). Jedoch dauert die Low-Phase mindestens 15  $\mu\text{s}$ . Beim Auslesevorgang tastet der Master innerhalb von 15  $\mu\text{s}$  nach der High-Low-Flanke die Leitung ab, um das vom Touch-Memory übermittelte Datum zu lesen.

nimmt das Touch-Thermometer DS1920 mit EEPROM-Speicher und integriertem Temperatursensor eine Sonderstellung ein. Näheres dazu kann man dem Datenbuch [4] entnehmen.

## Knopfinterna

Beim **DS1990A** handelt es sich um den simpelsten Datenknopf. Er besteht lediglich aus dem 8 Byte langen ROM mit dem Family Code, der Seriennummer und dem CRC-Byte. Die Datenübertragung beginnt mit dem Family Code, danach folgen die 6 Byte der Seriennummer. Abschließend schickt der Chip das CRC-Byte auf die Leitung. In allen Fällen wird das niedrigstwertige Bit (LSB) zuerst gesendet. Alle anderen Touch-Memory-Typen besitzen ebenfalls dieses 8 Byte lange ROM.

Der **DS1991** stellt einen paßwortgeschützten Schlüssel dar. Er speichert insgesamt drei voneinander unabhängige, 48 Byte lange Schlüssel. Ein eigenes 8 Byte langes Paßwort sichert jeden dieser Schlüssel. Wird beim Zugriff auf den geschützten Bereich ein falsches Paßwort eingegeben, sendet das TM statt der richtigen Daten zufällig erzeugte Werte. Verändert man ein Paßwort, dann löscht der Chip gleichzeitig die Daten im geschützten Bereich. Es ist somit nicht möglich, ohne das korrekte Paßwort an die geschützten Daten zu kommen. Drei weitere 8 Byte lange ID-Felder speichern zu den Schlüs-

## Knopftypen

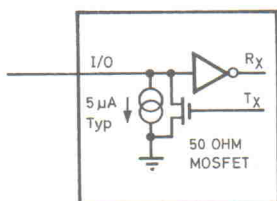
Typ	Family Code	Speichergröße	geschützter Speicher	RTC	Intervall-Zähler	Zyklus-Zähler
DS1990A	01H	—	—	—	—	—
DS1991	02H	512 Bit	3 x 384 Bit	—	—	—
DS1992	08H	1 KBit	—	—	—	—
DS1993	06H	4 KBit	—	—	—	—
DS1994	04H	4 KBit	—	ja	ja	ja
DS1995	0AH	16 KBit	—	—	—	—
DS1996	0CH	64 KBit	—	—	—	—



seln gehörige Nutzerinformationen. Ferner verfügt der DS1991 über ein 64 Byte langes ungeschütztes Scratchpad. Der Datenfluß zum Touch-Memory geschieht im allgemeinen immer über das Scratchpad: Zunächst schreibt man die Nutzdaten in das Scratchpad und vergleicht anschließend per Auslesen die vom TM empfangenen mit den gesendeten Daten. Erst wenn dieser Vergleich Identität bescheinigt, schickt man den Befehl, die Daten aus dem Scratchpad an die endgültige Adresse im Touch-Memory zu kopieren. Diese Vorgehensweise bietet den Vorteil, daß nur korrekt übertragene Daten in den Speicher des Touch-Memories gelangen. Datenfehler, die beispielsweise durch eine Störung auf der Leitung während einer Übertragung auftreten, werden hierdurch ausgeschlossen. Obwohl der DS1991 einen direkten Zugriff auf den Speicher zuläßt, sollte man immer über den Umweg des Scratchpads gehen.

Das TM **DS1992** enthält zusätzlich zum DS1990A insgesamt 128 Byte SRAM, das in vier 32 Byte große Seiten unterteilt ist. Dazu kommt ein 32 Byte großes Scratchpad, über das diese vier Seiten beschrieben werden können. Die Variante **DS1993** entspricht dem DS1992, verfügt jedoch über 16 SRAM-Seiten zu 32 Byte.

Einen Sonderfall stellt der **DS1994** dar. Dieser Knopf enthält neben den 512 Byte SRAM des DS1993 eine Echtzeituhr (RTC, Real Time Clock), einen



**Bild 3. Der Open-Drain-Ausgang ermöglicht ein Zusammenschalten von mehreren Touch-Memories auf dem Bus.**

## Knopfkommandos

Device Type	ROM Commands		Scratchpad Commands	Memory Commands	Password Commands
	Read	Skip/Match/Search	Read/Write/Copy	Read/Write	Write
DS1990A	33 (0F)	—/F0	—/—	—/—	—
DS1991	33	CC/55/F0	69/96/3C	66/99	5A
DS1992	33	CC/55/F0	AA/0F/55	F0/—	—
DS1993	33	CC/55/F0	AA/0F/55	F0/—	—
DS1994	33	CC/55/F0	AA/0F/55	F0/—	—
DS1995	33	CC/55/F0	AA/0F/55	F0/—	—
DS1996	33	CC/55/F0	AA/0F/55	F0/—	—

Alle Kommando-Bytes sind als Hex-Zahlen dargestellt.

## Knopfregister

Register	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
Target Address (TA1)	T7	T6	T5	T4	T3	T2	T1	T0
Target Address (TA2)	T15	T14	T13	T12	T11	T10	T9	T8
Ending Address/Status (E/S, read only)	AA	OF	PF	E4	E3	E2	E1	E0

Intervall-Timer sowie einen Zyklus-Zähler. Die Echtzeituhr arbeitet ein wenig unterschiedlich von bisher bekannten: sie verfügt über einen Zähler, der eine Auflösung von 1/256 s hat. Gezählt werden die Sekunden, die seit dem 1. Januar 1970, 0 Uhr vergangen sind. Dieser Zeitpunkt dürfte Unix-Usern bekannt sein. Daraus das momentane Datum abzuleiten, bleibt der Anwendersoftware vorbehalten. Der Intervall-Zähler kann als Stoppuhr dienen. Zusammen mit dem Zykluszähler kann man beispielsweise überwachen, wie oft und wie lange eine bestimmte Applikation läuft. Ferner verfügt der DS1994 über Alarm-Register, mit denen man zu bestimmten eingestellten Zeiten einen Interrupt auslösen kann. Man kann sowohl die Zähler als auch die Alarm-Register schützen. Alle diese Register befinden sich in einer zusätzlichen Seite, die 30 Byte lang ist. Genauere Informationen über diese Register finden sich im Datenbuch.

Das Touch-Memory **DS1995** ist genauso wie das DS1993 aufgebaut. Jedoch verfügt es über 64 Seiten zu 32 Byte. Die Type **DS1996** vervierfacht diese

Speichermenge noch einmal. Es bietet 256 Seiten SRAM.

## Knopfprotokoll

Befehle und Daten zu und von Touch-Memories werden Bit für Bit gesendet, bis der Befehl vollständig abgeschlossen ist. Das LSB-Bit wird dabei zuerst gesendet. Bei der Datenübertragung ist der Mikrocontroller der Master und das Touch-Memory der Slave. Die Synchronisation der Bits nimmt der Master durch eine High-Low-Flanke auf der Datenleitung vor. Danach tastet der Master oder der Slave die Leitung ab, je nach Befehl und Datenrichtung. Bei der Übertragung wird jedes Bit einzeln synchronisiert. So ist zwischen den Bits eine Pause erlaubt.

## Knopffenster

Das Lesen und Schreiben geschieht in *Time-Slots* (Bild 2). Nach dem Einsetzen eines Touch-Memories sendet der Master üblicherweise einen Reset, um eine definierte Ausgangsposition zu schaffen. Dazu muß der Master die Datenleitung für mindestens 480 µs auf Low ziehen. Anschließend folgt eine ebenso

lange Zeit, in der die Datenleitung auf High gehalten wird. Während dieser Zeit kann das Touch-Memory einen *Presence Pulse* generieren. Dieser Puls wird vom Touch-Memory nach der Zeit  $t_{RSTL}$  generiert und ist  $t_{RSTH}$  lang. Damit kann der Master feststellen, ob ein Touch-Memory am Bus angeschlossen ist oder ob zum Beispiel der Bus kurzgeschlossen ist.

Die Übertragung von Bits zum Touch-Memory geschieht durch das Schreiben von 0- und 1-Bits im *Write-Zero Time Slot* und *Write-One Time Slot*, nachdem der Master mit einer High-Low-Flanke die Übertragung initiiert hat. Der eigentliche aktive Teil dieser Slots ist 60 µs lang. Das Touch-Memory tastet die Datenleitung in der Mitte der Zeitschlitze – gerechnet von der abfallenden Flanke der Synchronisation – ab. Da der Hersteller für das Abtasten der Datenleitung durch das Touch-Memory einen Toleranzbereich zwischen 15 und 60 µs angibt, muß während dieser Zeit die Datenleitung stabil gehalten werden. Möchte man eine '1' übertragen, muß spätestens 15 µs nach der Synchronisation die Datenleitung auf High gezogen werden. Zum

### EDA vom Feinsten

Für Schaltungsentwurf und Leiterplatten-design.

- objektorientiert
- ergonomisch
- überlegen

konsequente Echtzeiteintegration  
100% Automatischer, Multi User  
Real-Time Annotation, intelligente  
Potentialflächen, Shape-based Design, zentrale  
Datenbank, Online DRC und ERC, Display PostScript etc.



### CAM - Systeme

- Frontplatten
- Typenschilder
- Etiketten
- Warnschilder
- Speziallösungen

Über zehn Jahre Erfahrung sprechen für sich.



### Leiterplattenprototypen

Das gesamte Know How rund um Software, Werkzeuge und Anlagen um sicher und zuverlässig zu fertigen.



### Vektorgrafikkonverter

- Schneller
- Preiswerter
- Umweltfreundlicher

- PostScript
- AI
- DXF
- Gerber
- HPGL

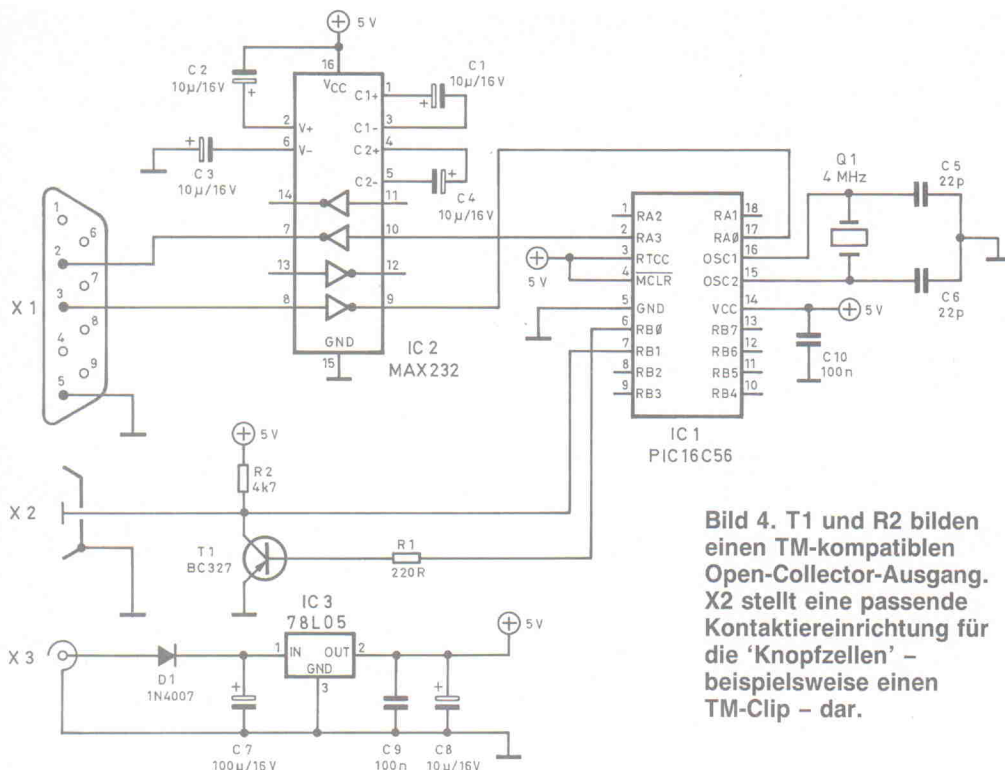
In jede Richtung und in maximaler Qualität - einfach so! Ab 179,- DM inkl. MwSt.



VHF Computer GmbH  
Daimlerstraße 13  
D-71101 Schönaich  
Telefon 07031/75019-0  
Telefax 07031/654031  
E-Mail info@vhf.cube.de

mehr bieten Wenige





**Bild 4. T1 und R2 bilden einen TM-kompatiblen Open-Collector-Ausgang. X2 stellt eine passende Kontakteinrichtung für die 'Knopfzellen' – beispielsweise einen TM-Clip – dar.**

Senden einer '0' muß die Datenleitung mindestens 60 µs auf Low gehalten werden. Nach der Bit-Übertragung benötigt das Touch-Memory eine Erholzeit von wenigstens 1 µs, bevor die Übertragung weitergehen darf.

Zum Lesen von Daten aus dem Touch-Memory muß der Master einen *Read-Data Time Slot*, der ähnlich dem *Write-One Time Slot* ist, generieren. Der Master beginnt wieder mit der Synchronisation, indem er eine High-Low-Flanke auf der Datenleitung erzeugt. Das Touch-Memory sendet darauf ein Bit des adressierten Speichers. Handelt es sich dabei um eine '1', braucht das Touch-Memory nichts weiter zu tun, da die Datenleitung über einen externen Pullup-Widerstand auf High-Level gehalten wird. Handelt es sich hingegen um eine '0', zieht

das TM die Datenleitung für 15 µs auf Low. In dieser Zeit kann der Master die Leitung abtasten. Der Master muß nach der Synchronisationsflanke die Leitung für mindestens 1 µs auf Low halten – der Low-Zustand sollte aber nicht länger als nötig sein, um das Fenster zum Abtasten möglichst lang zu halten. Nach der Übertragung benötigt das Touch-Memory zwischen 0 und 45 µs, um die Datenleitung wieder freizugeben.

## Knopfbefehle

Befehle (vgl. Tabelle 'Knopfkommandos') und Daten werden per Aneinanderreihung von *Write-Zero* und *Write-One Time Slots* übertragen. Zum Lesen von Daten und Rückmeldungen des Touch-Memories muß der Master entsprechend viele *Read-Data Time Slots* erzeugen.

Insgesamt ist das Lesen und Schreiben von Touch-Memories sehr trickreich gestaltet, und im Datenbuch finden sich dazu Ablaufdiagramme, die sich teilweise über mehrere Seiten erstrecken – die Beschreibung ergäbe einen Roman. Deshalb wird hier der Ablauf zum Schreiben von Daten ins Touch-Memory skizziert: Nach dem *Write Scratchpad*-Befehl muß der Master eine 2 Byte lange Target-Adresse TA1 und TA2 übertragen, die die Speicherstelle im Touch-Memory angibt, ab der die Daten 'landen' sollen. Dazu enthalten Touch-Memories *Address Register* (Tabelle 'Knopfregister'). Die ersten fünf Bit dieser Target-Adresse geben den Offset innerhalb einer 32-Byte-Seite an. Die zu schreibenden Daten folgen dieser Adresse. Der Master beendet das Schreiben mit einem Reset. Jetzt befinden sich die Daten im Scratchpad. Um die übertragenen Daten zu verifizieren, den End-Offset der Daten und den Status des Touch-Memories zu erhalten, müssen die Daten mit dem *Read Scratchpad*-Befehl wieder aus dem Touch-Memory gelesen werden.

Den End-Offset und den Status speichert das Touch-Memory im E/S-Register (read only). Die ersten fünf Bit geben die Endadresse der geschriebenen Daten an. Hat man versucht, über die 32. Stelle der Seite zu

schreiben, setzt das TM sein *Overflow Flag* (OF). Ist ein Byte unvollständig übertragen worden, so meldet der Knopf diesen Fehler über das *Partial Byte Flag* (PF). Beide Flags zeigen an, daß der Schreibversuch mißlang. Das siebte Bit in diesem Register ist das *Authorization Accepted Flag* (AA). Man braucht dieses unbedingt, um den Scratchpad-Inhalt zur endgültigen Stelle im Touch-Memory zu kopieren. Nur dann, wenn weder Overflow- noch Partial-Byte-Fehler auftraten, setzt das TM dieses Flag. Hat man diese Bits gesammelt und sich gemerkt, kann man den Befehl *Copy Scratchpad* geben. Danach folgen TA1, TA2 und E/S. Dieser Inhalt stellt den *Authorization Code* dar. Nur wenn dieser übereinstimmt, setzt das Touch-Memory das AA-Flag, und der Inhalt des Scratchpads wird an die gewünschte Stelle kopiert.

## Knopfhalter

Um den Einstieg in die Technik der Touch-Memories zu erleichtern, wurde ein TM-Terminal (TM-Term) entwickelt (Bild 4). Dieses erlaubt das Lesen und Schreiben von Speicherknöpfen über eine serielle Schnittstelle mit einem beliebigen Terminal-Programm wie beispielsweise

## Stückliste TM-Term

### Widerstände

R1	220R
R2	4k7

### Kondensatoren

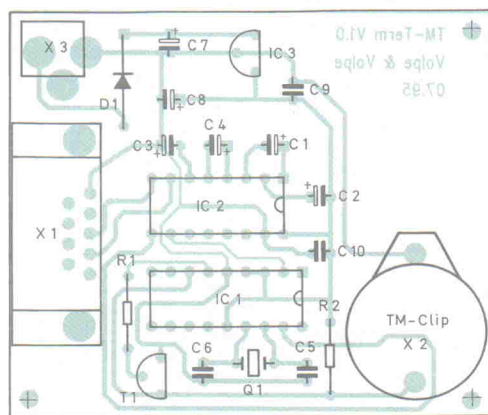
C1...4,8	10µF/16V stehend
C5,6	22pF
C7	100µF/16V stehend
C9,10	100nF

### Halbleiter

D1	1N4007
T1	BC 327
IC1	PIC 16C56
IC2	MAX 232
IC3	78L05

### Sonstiges

Q1	Quarz 4 MHz
X1	Sub-D-9-Print-Buchse
X2	TM-Clip DS9094F
X3	Print-Klinkenbuchse 3,5 mm



**Bild 5. Die Halterung für das Touch-Memory (TM-Clip) entspricht einer Knopfzellenfassung. Von etwaigen aufgeprägten Pol-Zeichen sollte man sich nicht irritieren lassen.**



Procomm oder auch dem Windows-Terminal. Da das TM-Term empfangene Zeichen nicht zurücksendet, muß man das Terminal-Programm auf 'Local Echo' stellen.

Das TM-Term unterstützt die Typen DS1990A und DS1992... 1996. Das Schreiben und Lesen erfolgt grundsätzlich in Hex-Notation als ASCII-Zeichenkette. Dem Lesebefehl (siehe Tabelle 'Knopfhaltbefehle') folgen zwei Parameter: Nach der stets vierstelligen Startadresse kommt zweistellig die Anzahl zu lesender Bytes.

Der Schreibbefehl erlaubt das Speichern ab einer absoluten Adresse im Touch-Memory. Er benötigt wie der Lesebefehl eine vierstellige Adresse und 1...4 Datenbytes. Der Schreibbefehl ist mit etwas Vorsicht zu genießen: Versucht man über eine Seitengrenze hinweg zu schreiben, so setzt das Touch-Memory das OF-Flag und das Terminal meldet einen 'write-error'.

Mittels des Info-Befehls kann man den Touch-Memories ihren ROM-Inhalt entlocken. Dabei

## Knopfhaltbefehle

Befehl	Beschreibung
i	Liest den ROM-Bereich (Reihenfolge: Family Code, Seriennummer, CRC-Byte).
r,xxxx,nn	Liest ab der Adresse xxxx nn Bytes (nn = 00...FFH, 0 entspricht 256).
w,xxxx,y1[,y2[,y3[,y4]]]	Schreibt ab Adresse xxxx bis zu vier Datenbytes y1...y4. Schreiben über ein Page-Ende hinaus ist unzulässig.

gibt der PIC zunächst den Family Code aus. Danach folgt die Seriennummer rückwärts – das heißt, mit dem niedrigstwertigen Byte zuerst. Als Abschluß sendet der Controller das CRC-Byte. Mit dem TM-Term steht somit ein Werkzeug zur Verfügung, das bei der Entwicklung eigener Applikationen nützliche Dienste leisten kann.

Herzstück der Schaltung ist ein programmierter PIC16C56 von Arizona Microchip. Dieser übernimmt die Datenkommunikation vom und zum Terminal-Programm über die RS-232-Schnittstelle. Die empfangenen Befehle werden dekodiert und in die entsprechenden Steuerpulse für die Touch-Memories umgesetzt. Die Daten aus dem TM sammelt der PIC und

schickt sie als ASCII-Hex-Zeichenketten auf das serielle Interface. Der Anwender braucht sich um die Protokolle zwischen PIC und Touch-Memories nicht zu kümmern. Hat man die Schaltung aufgebaut und mit einem PC verbunden, so meldet sich der PIC nach Anlegen der Versorgungsspannung mit einer Einschaltmeldung. Danach führt er automatisch den Info-Befehl aus: Ist ein Touch-Memory angeschlossen, gibt das TM-Term in der nächsten Zeile den Family Code, die Seriennummer und das CRC-Byte aus – andernfalls meldet der PIC 'no TM'. Hat die Schaltung diese Funktionsprüfung überstanden, sollte dem Auslesen und Beschreiben von Touch-Memories nichts mehr im Wege stehen. ea

### Literatur

- [1] Francesco P. Volpe und Safinaz Volpe, Magnetkarten, Grundlagen, Technik, Anwendungen, Verlag Heinz Heise, Hannover 1995
- [2] Carsten Meyer, Safinaz Volpe und Francesco P. Volpe, Plaste und Elaste, Interna der wichtigsten Chipkarten, c't 12/94
- [3] Bassem Yahya, PICs Kartentricks, Schreib-/Lesegerät für Chipkarten mit PIC16C84, ELRAD 2/95
- [4] Automatic Identification Data Book, Dallas Semiconductor, 1994  
Vertrieb: Future Electronics GmbH, Münchner Straße 18, 85774 Unterföhring  
☎ 0 89/9 57 27-0  
☎ 0 89/9 57 27-1 73

# iSYSTEM

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

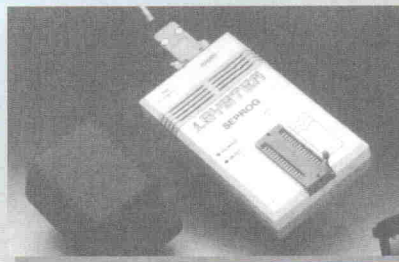
## THE TOOL COMPANY

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

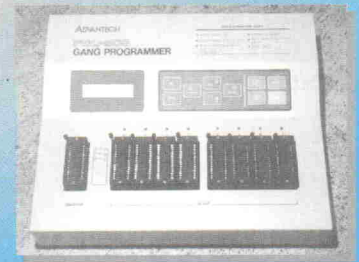
## Programmiergeräte für jeden Zweck



- ✓ Speicher-/Logik-Bausteine
- ✓ Single-Chip Controller
- ✓ 48-DIL Sockel
- ✓ Uni-Adapter 44-PLCC
- ✓ Digital IC-Tester
- ✓ 48 Universal-Pintreiber
- ✓ PC-Interface: LPTx
- ✓ ab 2.864,--DM



- ✓ E(E)PROM bis 8 MBit
- ✓ Page- + Flashmode
- ✓ Byte- + Wordwide
- ✓ GALs + MCs
- ✓ ROM-Simulator opt.
- ✓ PC-Interface: COMx
- ✓ PC-Bedienung
- ✓ ab 910,--DM



- ✓ E(E)PROM bis 8 MBit
- ✓ Page- + Flashmode
- ✓ 8 isolierte Sockel
- ✓ Produktions-PG
- ✓ Standalone
- ✓ PC-Interface
- ✓ SAA-Oberfläche
- ✓ ab 2.864,--DM

**DEMO - INFO - UPDATE: Modem 08131-1687 ISDN 08131-53502**



# Mäxchen

Altera PLD-Software PLS-ES

Hans-Joachim  
Goldammer

Ein komfortables PLD-Entwicklungstool, das preisgünstig ist und trotzdem eine Vielzahl von Bausteinen unterstützt, ist nicht immer leicht zu finden. Das Einsteigerpaket PLS-ES aus Alteras Softwareschmiede hat diesbezüglich einiges zu bieten. Das Mäxchen unter den MAX+PLUSII-Werkzeugen lag der Redaktion in der Version 5.4 zur Begutachtung vor.



**D**as Entwicklungssystem zum Preis von 690 Mark plus Mehrwertsteuer wird auf 14 HD Disketten oder einer CD-ROM geliefert und bedarf circa 47 MB Speicherplatz. Voraussetzung sind ein 486er PC sowie mindestens 32 MB Arbeitsspeicher – weniger RAM könnte ausgedehntere Kaffeepausen zur Folge haben. MAX+PLUSII läuft unter Windows 3.1 sowie unter Windows NT; mit letzterem kann man neue Designs eingeben, während der Compiler im Hintergrund weiterläuft.

Die Installation des Programms dauert circa fünfzehn Minuten. Dabei legt das System entweder automatisch zwei Verzeichnisse namens 'maxplus2' und 'max2-work' an oder fordert den Benutzer auf, selbst die Pfade für die Programmdateien und das Arbeitsverzeichnis zu benennen. Im ersten Fall befinden sich in maxplus2 die Systemprogramme sowie alle Symbol- und Makrofunktionen, max2-work umfaßt in fünf Unterverzeichnissen sämtliche Beispieldateien. Die Software ist donglegeschützt und erwartet nach dem ersten Start einmalig einen Autorisierungscode zur Freigabe. Außerdem erfährt der Anwender zu diesem Zeitpunkt, welche Optionen aus der kom-

pletten Umgebung MAX+PLUSII genutzt und welche noch erworben werden können.

Die Dokumentation zum PLS-ES besteht aus drei Handbüchern in englischer Sprache. Zudem wird dem Benutzer an jedem Punkt des Programms eine detaillierte, in englischer Sprache gehaltene Online-Hilfe angeboten. Diese verfügt über die Windows-konformen Querverweise und kann ständig über die obere Menüleiste oder durch die Tastenkombination Shift/F1 aufgerufen werden. Nachfolgend sollen einige Anwendungen anhand der Auskodierung einer PC-I/O-Adresse näher erläutert werden.

## Platzhalter

Die Altera Hardware Description Language (AHDL) ist eine modular aufgebaute Sprache, die sich besonders gut für komplexe kombinatorische Logik eignet. Wer bisher PALs und GALs mit altbekannten PLD-Tools wie dem Palasm bearbeitet hat, wird sich in der MAX+PLUSII-Software schnell zurechtfinden. Denn die Altera-eigene Hochsprache AHDL ist der dort verwendeten Syntax sehr ähnlich. Gruppenoperationen (group operations), Zustandsdiagramme (state ma-

chines) und Wahrheitstabellen (truth tables) lassen sich auf leichte Art und Weise ausdrücken. So ist beispielsweise mit wenigen Zeilen ein beliebig tiefer Zähler implementiert. Über TEMPLATE/AHDL TEMPLATE kann man unterschiedliche Statements in eine Datei einfügen. Die eigentliche Arbeit besteht dann nur noch darin, diese grundsätzlichen Statements mit den entsprechenden Werten zu füllen. Weiterhin existieren Makrofunktionen, die lediglich mit den gewünschten Variablen sprich Eingängen verschaltet werden müssen, um ihnen die passende Form zu geben.

Zu Beginn legt man über FILE/PROJECT ein Projektverzeichnis an, in dem später die dazugehörigen Dateien – sogenannte Designfiles – hierarchisch abgelegt werden. Bei dem vorliegenden Softwarepaket PLS-ES stehen 'lediglich' die Eingabearten *Schematic Design Entry* mit dem entsprechenden Graphic Editor und die *AHDL Design Entry* mit einem Texteditor zur Verfügung. Das vollständig ausgebaute System MAX+PLUSII verfügt über drei weitere Eingabemöglichkeiten: *VHDL*, *Verilog* und *Waveform Design Entry*. Innerhalb eines Projekts können alle vorhandenen Arten beliebig miteinander kombiniert werden; EDIF Netzlisten versteht das PLS ebenfalls.

Eine neue Datei eröffnet man im Texteditor über die Menüleiste FILE/NEW. Die in AHDL mit dem integrierten oder einem externen Texteditor eingegebenen Design Files erhalten den Anhang .tdf. Unter den möglichen Statements befindet sich beispielsweise die Grundstruktur *subdesign section*. Für die I/O-Adressierung wurde neben der Anzahl der Eingänge a[11..0] und deren funktionaler Beschreibung der Busausgang definiert. Das Ergebnis zeigt Listing 1.

Der in 'Subdesign I/O-Address' benutzte Operator AEN erlaubt den direkten Vergleich einer Adresse mit den externen Adreßleitungen. Hätte man im PAL Assembler noch jede einzelne Adreßleitung explizit ausdekodieren müssen, wird in AHDL einfach die gesamte Adresse formuliert und anschließend ein Vergleich gezogen.

Die Signale des 16-Bit-Counters im zweiten Beispiel (Listing 2) haben die folgende Bedeutung: Über *clock* werden die



```

SUBDESIGN IO_Address
(
  a[11..0] : INPUT; % PC-Adressen %
  IOW : INPUT; % I/O Write %
  AEN : INPUT; % Address_Latch_Enable %
  Select_Bus_TR : OUTPUT; % Bustreiber freischalten %
)
BEGIN
  !Select_Bus_TR = !AEN & !IOW & (A[11..0] = H"180") % 180 %
  # !AEN & !IOW & (A[11..0] = H"280") % 280 %
  # !AEN & !IOW & (A[11..0] = H"380") % 380 %
  # !AEN & !IOW & (A[11..0] = H"300") % 300 %
END;

```

```

SUBDESIGN ahdlcnt
(
  clk, load, ena, clr, d[15..0] : INPUT;
  q[15..0] : OUTPUT;
)
VARIABLE
  count[15..0] : DFF;
BEGIN
  count[0].clk = clk;
  count[0].clrn = !clr;
  IF load THEN
    count[0].d = d[0];
  ELSIF ena THEN
    count[0].d = count[0].q + 1;
  ELSE
    count[0].d = count[0].q;
  END IF;
  END IF;
  q[0] = count[0];
END;

```

**Listing 1 und 2. Zur I/O-Adressierung sowie zur Zählerimplementierung wird ein Makro aufgerufen und mit den gewünschten Werten gefüllt.**

Register getaktet, über *load* der Zähler geladen, über *enabled* freigegeben und mit *clear* gelöscht. Um aus dem 16-Bit-Zähler beispielsweise einen 24-Bit-Zähler zu generieren, muß man lediglich die in Klammern gesetzte [15...0] durch eine [23...0] ersetzen.

## Von Symbolen und Bäumen

Die grafische Eingabe erfolgt über FILE/NEW unter Angabe des gewünschten Editors, die angelegten Dateien erhalten den Zusatz *.gdf*. Innerhalb dieser Dateien können Symbole aus Altera-eigenen Text-Design-Files (.tdf), OrCad Schematic Files (.sch) oder EDIF Files eingebunden werden. Zur Gestaltung eines Designs stehen weiterhin über 300 Makrofunktionen zur Verfügung (Bild 1). Eine genaue Beschreibung ihrer Funktionsweisen kann über die Online-Hilfe abgefragt werden.

Jede Datei läßt sich im Grafikeeditor in ein Symbol umwandeln und steht anschließend im Schematic für Dokumentations-

zwecke zur Verfügung. Diese Symboldateien – auch Lower-Level-Designs genannt – werden unter ein Top-Level-Design gefaßt. Die Struktur des Projekts ist über einen Baum mit beliebig vielen Ebenen ersichtlich. In dieser hierarchischen Darstellung eröffnet MAX+PLUSII nach Anklicken eines Unterverzeichnisses automatisch den für das gewählte Design erforderlichen Eingabeeditor. Vorsicht ist beim Anlegen neuer Ebenen innerhalb eines Projektes geboten: Zuerst muß man das Top-Level-Design öffnen, ansonsten wird eine neue Hierarchie aufgebaut und die Dateien nicht dem Baum des gewünschten Projektes zugeordnet.

Durch Doppelklick mit der linken Maustaste auf eine freie Fläche im Symboleditor öffnet sich ein Fenster der verfügbaren Symbolbibliotheken. Nach Auswahl und Namensgebung der gewünschten Makrofunktion erscheint das zugehörige Element im Grafikeeditor. Die Symbole können verschoben, gedreht und verbunden werden. Die Beschaltung der Pins erfolgt über

INPUT, wobei sich die Signale zu Gruppen (Bussen) zusammenfassen lassen. Unbelegte Ein- und Ausgänge werden vom Compiler nicht berücksichtigt und entfernt.

## Zeitplan

Seit der Version 5.4 des MAX+PLUSII ist die TDC (Timing Driven Compilation) für die Bausteinfamilie FLEX8000 – hier also für den EPF8282 – innerhalb des Grafikeeditors anwendbar. Nach dem Aufruf von TIMING REQUIREMENTS aus der oberen Menüleiste können dazu unterschiedliche Geschwindigkeitsvorgaben wie Pin-to-Pin-Verzögerung (tpd) oder die maximal benötigte Zählerfrequenz (fmax) eingegeben werden. Mit TDC kann man die in der Schaltung benötigte Signallaufzeit definieren, ohne den genauen Speedcode des FLEX festzulegen. Da es die Bausteine in bis zu sieben unterschiedlichen Geschwindigkeitsklassen (Speedcodes) gibt, sucht der Compiler selbstständig das passende IC heraus. Sollte sich die erforderliche Geschwindigkeit mit dem FPGA nicht realisieren lassen, erscheint eine Fehlermeldung.

Während und nach dem Kompilieren bietet MAX+PLUSII keine Möglichkeit, das Fitting manuell zu bearbeiten. Das ist in den meisten Fällen aber auch nicht erforderlich: Da bei Altera zuerst der Compiler (die Software) entwickelt und anschließend das Silizium (die Hardware) daran angepaßt wurde – eine bei den meisten Unternehmen eher unübliche Vorgehensweise –, ist das 'In-den-Baustein-bringen' bereits optimiert. Während des Compilerlaufs kann man sich allerdings den Status des Fitters anzeigen lassen und beobachten, welche Logikzelle gerade in Arbeit ist. Über das Feld STOP/SHOW STATUS wird die Kompilierung

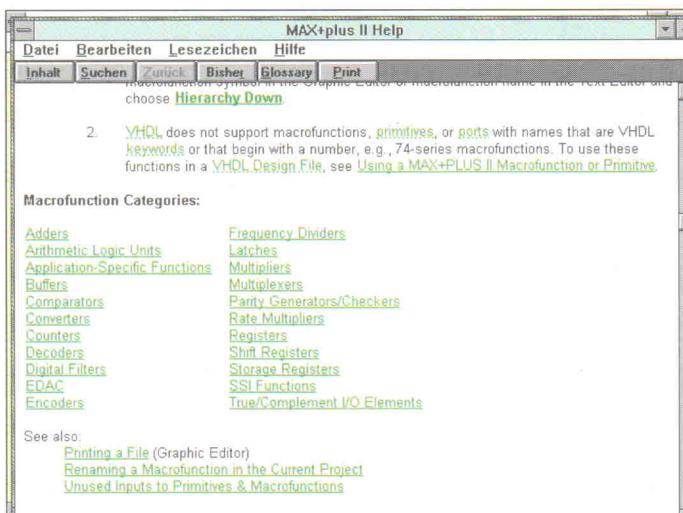
gestoppt und ein Report generiert. Anschließend kann der Lauf nach Belieben fortgesetzt oder abgebrochen werden.

Nach erfolgreicher abgeschlossener Verarbeitung generiert der Compiler diverse output files. Neben der für die Programmierung benötigten Ausgabedatei (.pof, .sof, .jed) wird eine Reportdatei (.rpt) angelegt, die sämtliche bausteinspezifischen Merkmale beinhaltet. Dort findet man neben der Bausteinauslastung die komplette Belegung der Logikzellen.

## SOF ode POF

Im MAX+PLUSII legt man vor einer Designeingabe den Zielbaustein fest oder überläßt dem System die Wahl des am besten geeigneten PLD. Bei automatischer Auswahl muß zumindest die gewünschte Bausteinfamilie angegeben werden. Aus dieser bestimmt das Programm je nach Anzahl der Anschlußpins und der benötigten Logikkomplexität den geeigneten Baustein. Während des Kompilierens werden Fehlermeldungen, Warnungen und Informationen in dem sich selbst öffnenden Message-Compiler-Fenster angezeigt. Die von dort aufgerufene Online-Hilfe gibt dabei auf den Baustein bezogene, problemorientierte Erläuterungen. Zudem kann man sich per LOCATE das den Fehler verursachende Signal direkt im jeweiligen Design-File anzeigen lassen.

Im Floorplan-Editor lassen sich die einzelnen Logikfunktionen im Chip nachvollziehen. Dabei sind zwei unterschiedliche Arten des Displays möglich: Unter 'Device View' erhält man das Pinout des Bausteins sowie die Funktion der einzelnen Pins



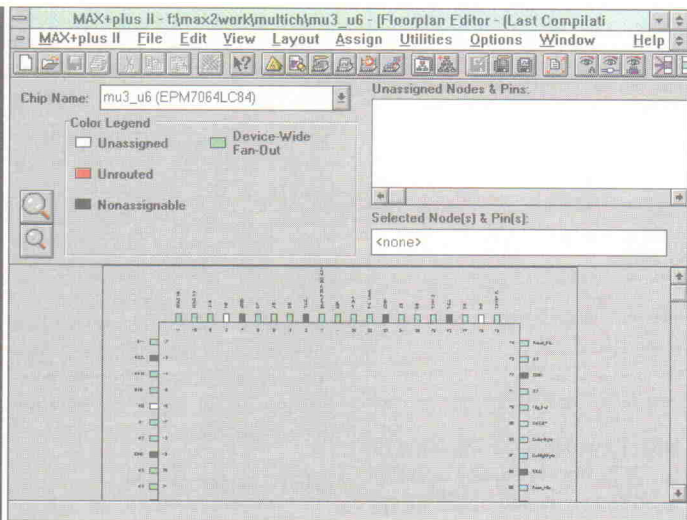
**Bild 1. Über 300 Makrofunktionen stehen dem Entwickler zum schnelleren Entwurf zur Verfügung. Die integrierte Online-Hilfe gibt Auskunft über ihre Interna.**

## Altera im WWW

Die Homepage der Altera Cooperation bietet umfangreiche Informationen zu allen verfügbaren Altera-PLDs. Von dort kann man sich Online-Literatur mit Applikationsbeispielen sowie die aktuellsten Datenblätter abrufen. Weniger auffällig sieht dagegen die Doku zur Altera-Software aus. Neben Hinweisen zu BBS, EMail und FTP werden die neuesten Produkte des kalifornischen Unternehmens vorgestellt.

<http://www.altera.com/>





**Bild 2. Device View im Floorplan-Editor zeigt das Pinout des Chips nach dem Kompilieren, hier für den EPM7064 unter Angabe des FAN-Out.**

(Bild 2). 'LAB View' (LAB, Logic Array Block) stellt die Blöcke und alle dort enthaltenen logischen Zellen dar (Bild 3).

Vom Assembler wird die notwendige Ausgabedatei je nach gewähltem Baustein in zwei unterschiedlichen Formaten angelegt: Bei der Classic-Familie und den Bausteinen der MAX5000- und MAX7000-Serie fällt die Datei im Ausgabeformat POF (.pof, Programmer Object File) oder im JEDEC (.jed) aus. Die generierten POF-Dateien können direkt an ein Programmiergerät übergeben werden. Beim Baustein EPF8282 aus der FLEX8000-Reihe liegt die Ausgabedatei im SOF-Format vor. Die POF-Datei kann in ein serielles EPROM gebrannt

werden, von dem aus das FPGA konfiguriert wird. Hierfür dürfen allerdings nur spezielle Altera-EPROMs verwendet werden. Altera bietet dazu je nach Größe des Bausteines zwei unterschiedliche Typen an. Zum passiven seriellen Laden mit der SOF-Datei wird der FLEX über die parallele Schnittstelle des PC initialisiert. Man benötigt für diese Konfiguration fünf 'Drähte': eine Datenleitung, eine Taktleitung, zwei Konfigurationssignale sowie eine Statusanzeige – und natürlich Power und Ground.

### Dem Takt auf der Spur

Der integrierte Timing-Analyser, der mit einer Genauigkeit von 0,1 ns arbeitet, spürt ge-

schwindigkeitskritische oder leistungsbegrenzende Signalpfade auf. Dabei stehen die drei Analysearten 'Delay Matrix', 'Setup/Hold Matrix' und 'Registered Performance Display' zur Verfügung.

Die Delay Matrix bestimmt die minimalen und maximalen Gatterlaufzeiten zwischen den Eingängen (Source Nodes), Ausgängen (Destination Nodes) und den internen Knoten (Intern Nodes) des Bausteines. Die Ergebnisse dieser Analyse werden in einer Tabelle aufgelistet, wobei leere Zellen auf nicht existente Verbindungen hinweisen.

Die Setup/Hold-Matrix ermittelt die minimalen Set-Up und Hold-Zeiten der Eingangspins zu den internen Verbindungen. Hier werden also die Verzögerungen entlang der Daten-, Takt-, Clock-Enable- und Latch-Enable-Eingänge zu den Flipflops und Latches untersucht.

Das Registered Performance Display analysiert die interne Logik des PLD und ermittelt daraus die maximale Taktfrequenz. Ist im Baustein beispielsweise ein Zähler implementiert, kann man dessen tatsächliche Taktrate bestimmen. Sollte die so ermittelte Zählerfrequenz nicht ausreichen, muß im allgemeinen ein schnelleres Device als Plattform herhalten. Der als Makro angebotenen 8-Bit-Prescaled-Counter arbeitet mit einer Frequenz von maximal 142 MHz, ein 8-Bit-Binär-Counter kann bis zu 250 MHz erreichen – bei Einsatz des schnellen Altera-IC EPM7032-5. Verfügt das Design über meh-

## Leistungsdaten

### Eingabe

- Schematic Capture
- Symbol Editor
- Floorplan Editor
- Hierarchische Eingabe
- Text Editor (AHD)
- EDIF Interface

### Bearbeitung

- Logiksynthese und Fitting
- TDC für EPF8282
- Timing Analyzer
- Autom. Fehlerlokalisierung

### Ausgabe

- VHDL
- Verilog
- EDIF (200 und 290)

### Sonstige

- Online-Hilfe
- Message Processor
- Programmer Support für FLASHlogic
- Unbegrenzte Nutzer-Lizenz

### Unterstützte Bausteine

Classic Family

MAX-5000-Familie

MAX-7000-Familie:

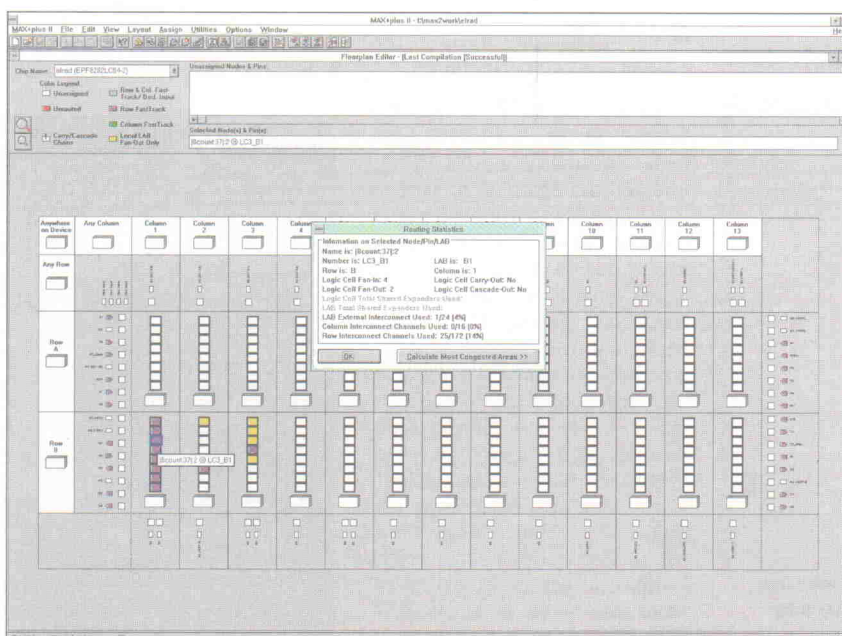
EPM7032/V

EPM7064

EPM7096

FLEX 8000:

EPF8282AN



**Bild 3. LAB View zeigt die interne Aufteilung des CPLD nach Zeilen und Spalten. Der 8-Bit-Counter ist hier in Spalte 1-3/ Zeile B implementiert.**

rere Zähler, besteht die Möglichkeit, nur einen einzelnen Zähler zu optimieren. Per GROUPESTATEMENT und der Option FASTCOMPILING wird intern das Carrychange, also der Übertrag von einer Makrozelle zur nächsten, und Cascadechange zum Anlegen eines gemeinsamen Takts an die eingebundenen Makrozellen genutzt und der Baustein so automatisch schneller gesetzt.

Ein- und Ausgangspins kann man direkt im Grafik- oder Texteditor miteinander verbinden, um sie bei der Timing-Analyse zu berücksichtigen. Nichtrelevante Signalpfade werden über CUTOFF NODES aus den Betrachtungen herausgenommen. Der Message Processor stellt nach Abschluß der Analyse eine Liste sämtlicher Verzögerungspfade mit den entsprechenden Ein- und Ausgangsknoten zur Verfügung. Diese können anschließend selektiert und im ursprünglichen Designfile lokalisiert werden. Die Ergebnisse werden in einem Timing-Analyzer-Output-File mit der Extension .tao gespeichert. uk



## ELRAD Direkt-Kontakt

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

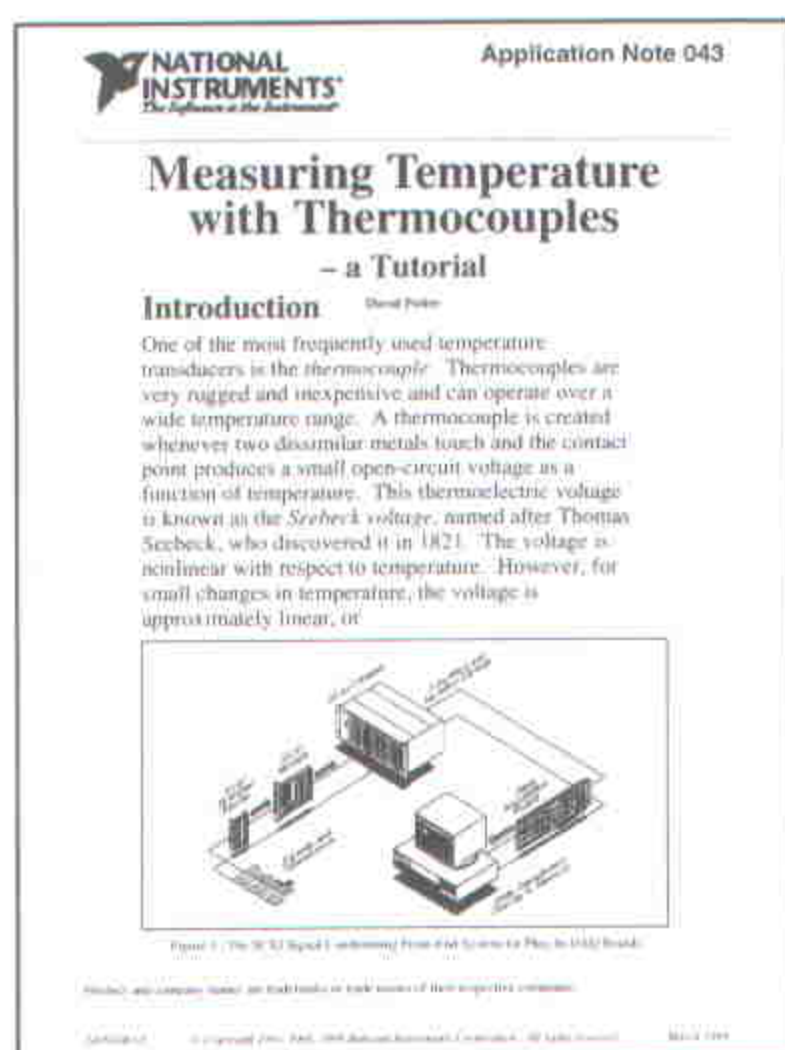
- gezielte Abfrage
- ohne Umwege über den Verlag
- Gewünschtes ankreuzen bzw. ausfüllen, Firmenanschrift und Absender eintragen, Karte frankieren ... und zur Post.
- Bitte denken Sie daran, daß die Karten nur für Direkt-Anfragen beim Hersteller konzipiert sind. Senden sie deshalb Ihre Anfragen nicht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

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



### KOSTENLOSE APPLICATION

### NOTES ÜBER TEMPERATURMESSUNG MIT THERMOELEMENT



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

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

Wir stellen aus: Interkama Düsseldorf, Halle 3, Stand D71  
Productronica München, Halle 24, Stand A 12

## 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!**

# Temperaturmessung

Nutzen Sie Ihren PC mit  
Thermoelementen • RTD • Thermistoren

### Hardware

Ob Sie ein Thermoelement im Labor oder tausend in der Produktion verwenden, wir haben die Hardware zur Signalkonditionierung und Datenerfassung für Ihre Anwendung.

- Einsteckkarten
- PCMCIA-Karten
- Erweiterbare, auf Chassis basierende Systeme
- RS 485/232-basierende I/O-Module

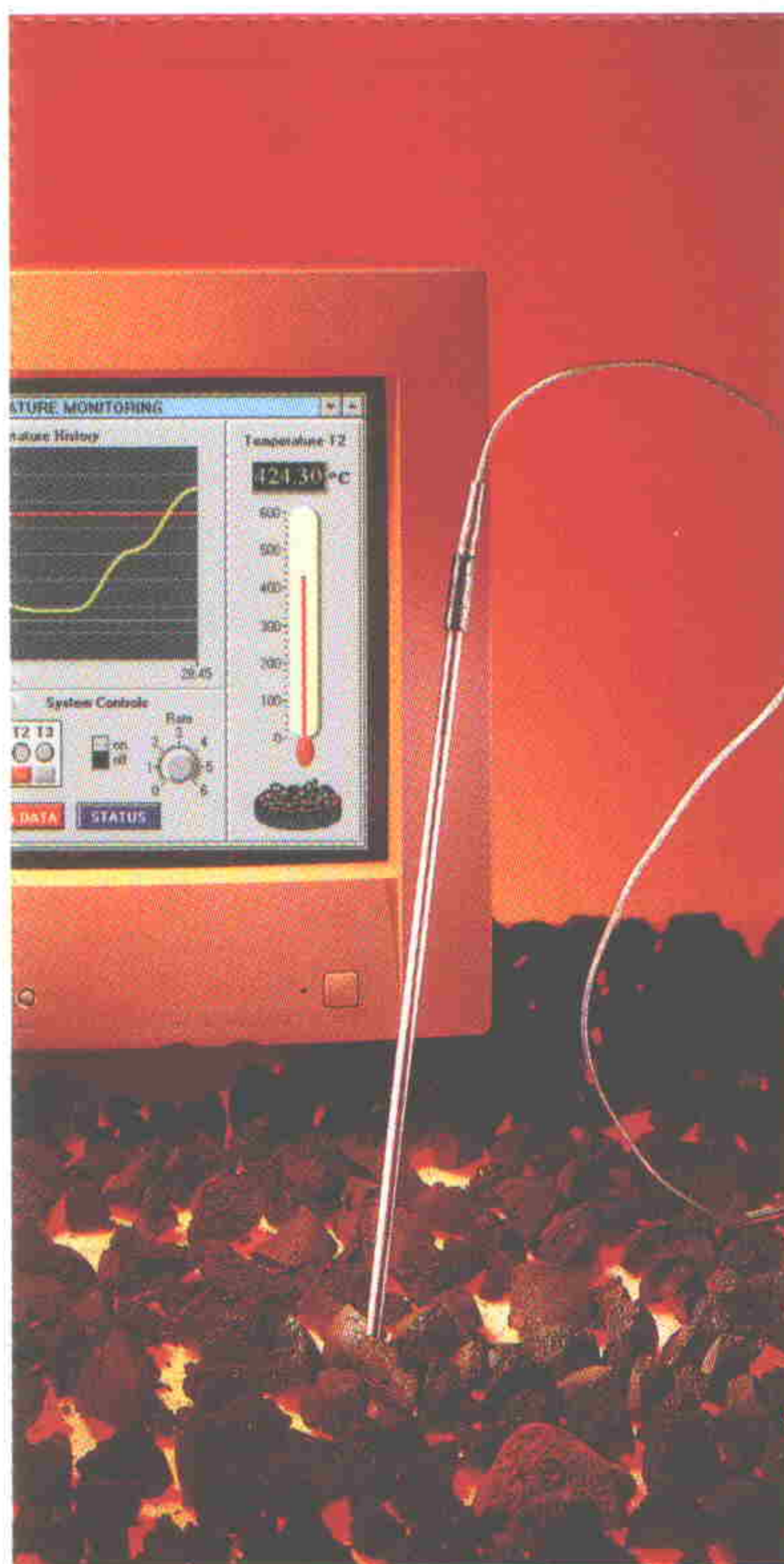
### Software

Mit der virtuellen Instrumentierungssoftware LabVIEW oder LabWindows/CVI können Sie Ihr System vollständig konfigurieren, unter Verwendung von Werkzeugen für:

- Data-Logging
- Trend-Graphiken
- Datenanalyse
- Graphische Benutzeroberflächen
- Und vieles mehr



**Fordern Sie kostenlose Application Notes über Temperaturmessung mit Thermoelementen an:**  
089/741 31 30



**1 Eurokarte\***  
+ Einrichtung  
+ Photoplot  
+ MwSt.  
**=**  
**DM 99.-**

\*doppelseitig, durchkontaktiert

**Pay more ?**

**NO !**



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

Firma  
Straße/Postfach  
PLZ Ort

Bitte mit der jeweils gültigen Postkartengebühr freimachen

ELRAD Direkt-Kontakt

Abgesandt am 199

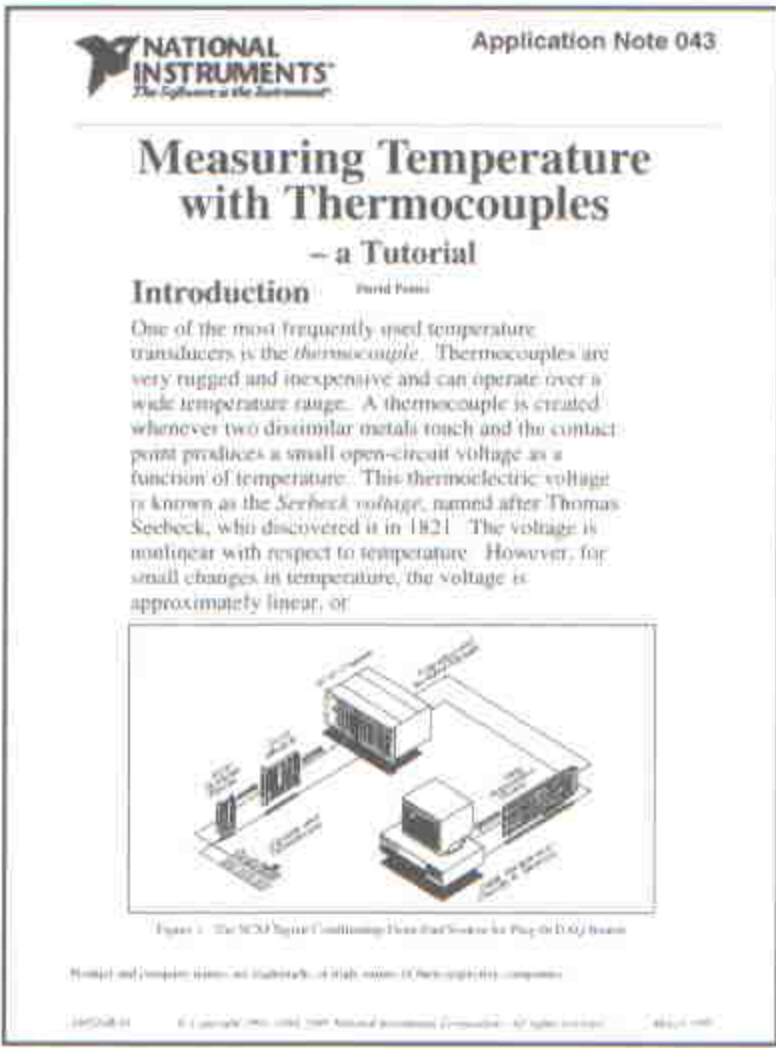
an Firma

Angefordert

- ☐ Ausführliche Unterlagen
- ☐ Telefonische Kontaktaufnahme
- ☐ Besuch des Kundenberaters



KOSTENLOSE APPLICATION  
NOTES ÜBER TEMPERATURMESSUNG  
MIT THERMOELEMENT



National Instruments Germany GmbH  
Konrad-Celtis-Str. 79  
81369 München  
Tel.: 089/741 31 30  
Fax: 089/714 60 35

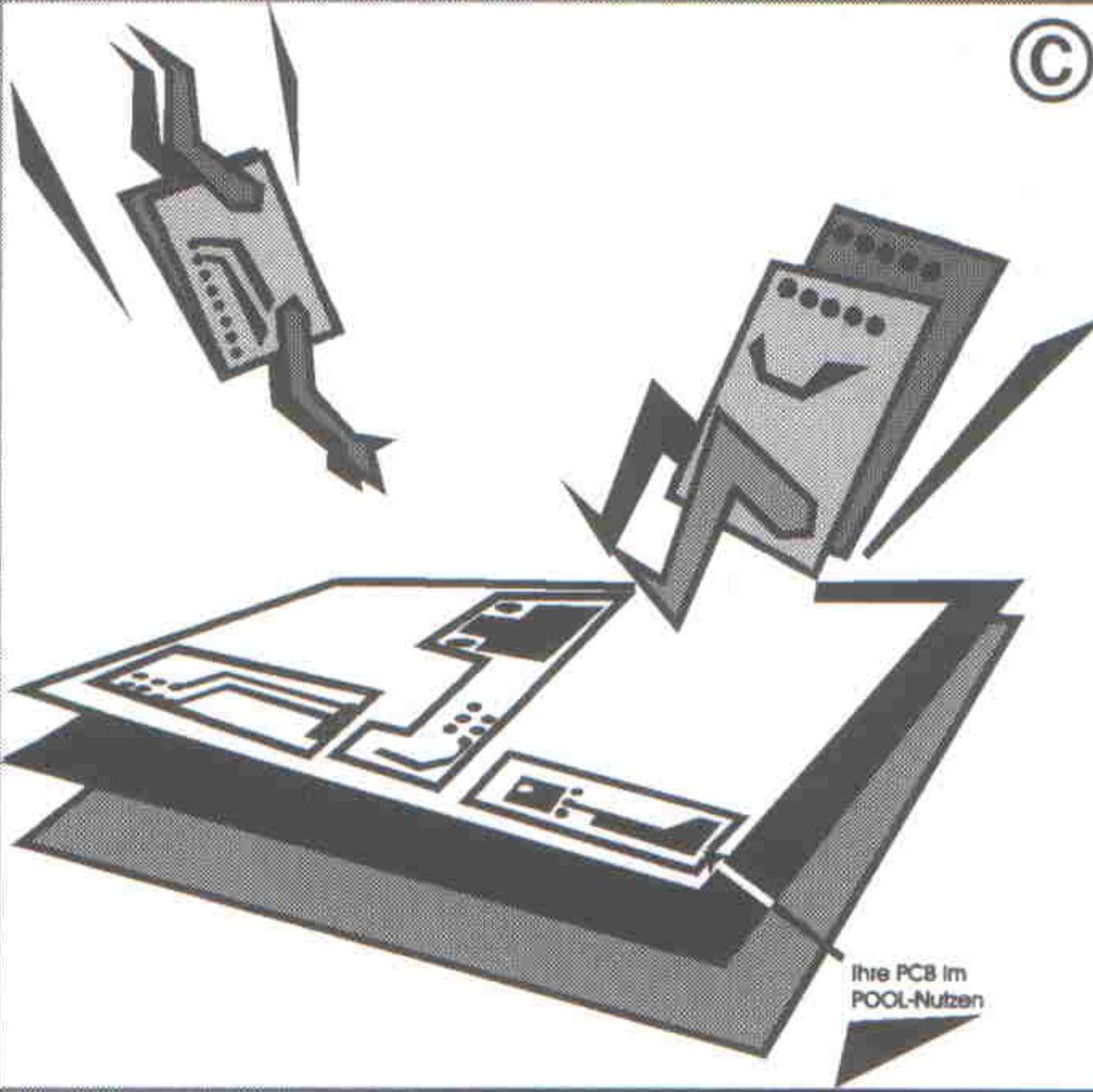
Meine Adresse / Fax-Nummer:

Mach mich frei !

- ☒ Senden/Faxen Sie mir die PCB-POOL Teilnahmebedingungen !
- ☐ Bitte senden Sie mir die PREVUE-DISC kostenlos zu !
- ☐ Die PREVUE Software kann ich aus der BETA MAILBOX downloaden !



Festerbachstr.32  
65329 Hohenstein



PCB-POOL  
Tel 06120 - 907010  
Fax 6487  
Mailbox 6489







Absender:

Name/Vorname

Beruf

Straße/Postfach

PLZ/Ort

Veröffentlichungen nur gegen Vorkasse.

Bitte veröffentlichen Sie umstehenden Text in der nächsterreichbaren Ausgabe von **ELRAD**.

☐ Den Betrag buchen Sie bitte von meinem Konto ab.

Konto-Nr. BLZ

Bank

☐ Den Betrag habe ich auf Ihr Konto überwiesen.  
Kreissparkasse Hannover, BLZ 250 502 99, Kto-Nr.000-019 968  
Postgiro Hannver, BLZ 250 520 99, Kto. Nr. 9305-308

☐ Scheck liegt bei.

X

Datum Unterschrift  
(unter 18 Jahren der Erziehungsberechtigte)

Bitte freimachen,  
falls Marke  
zur Hand.

Antwortkarte

Verlag Heinz Heise  
Zeitschriften-Vertrieb  
Helstorfer Straße 7

30625 Hannover

## ELRAD-Kleinanzeige Auftragskarte

**ELRAD**-Leser haben die Möglichkeit, zu einem Sonderpreis Kleinanzeigen aufzugeben.

Private Kleinanzeigen  
je Druckzeile 4,30 DM

Gewerbliche Kleinanzeigen  
je Druckzeile 7,20 DM

Chiffregebühr 6,10 DM

Ich möchte mehr über PREMA-Meßgeräte wissen und bitte um:

☐ Katalog ☐ Preisliste ☐ Angebot für: ☐ Datenblätter für:

☐ 4000 6½-stelliges DMM für V = und Ω

☐ 5000 6½-stelliges DMM mit Grundfunktionen

☐ 6000 6½-stelliges DMM mit 4-Draht-Ω-Messung

☐ 4001 6½-stelliges DMM mit Temperaturmessung

☐ 5001 6½-stelliges DMM mit Meßwertspeicher

☐ 6001 6½-stelliges DMM mit 4 ppm Stabilität

☐ 6047 7½-stelliges DMM mit 1 ppm Stabilität

☐ 6048 8½-stelliges DMM mit 0,5 ppm Stabilität

☐ 8017 Multifunktionsmeter, 7½-stelliges DMM

☐ 2024 20-Kanal-Meßstellenumschalter, 4-polig

☐ 5024/25 IEEE-Interfacekarten für IBM PC/XT/AT

☐ 5601 25 Bit A/D-Wandler und Experimentierkarte

☐ 5029 PREMA-Control, Software zur Meßwerterfassung

☐ 5031 PREMA-Graf, Auswertepaket für ASCII-Meßdaten

Name:

Firma:

Abteilung:

Straße:

PLZ/Ort:

Telefon:

EI 10/95

Bitte freimachen

Rückantwort

PREMA Präzisionselektronik GmbH  
Geschäftsbereich Meßgeräte

Postfach 42 11 53

55069 Mainz

## Multifunktionsmeter 8017

mit IEEE-488-Bus,  
RS 232- und Centronics-  
Schnittstelle

von



Wir stellen 1995 aus:

- INTERKAMA Düsseldorf (30.10.– 4.11.)
- Productronica München (7.11.–10.11.)

PREMA Präzisionselektronik GmbH  
Postfach 42 11 53  
55069 Mainz  
Tel. (061 31) 50 62 -16  
Fax (061 31) 50 62 -22

☐ Senden Sie mir bitte Ihre  
WSCAD\_\_P1 Demo-Diskette,  
kostenlos und unverbindlich

Absender:

Name

Firma

Abteilung

Straße

PLZ/Ort

Telefon

Stempel:

Antwortkarte

Firma  
Dipl.-Ing. Gerhard Schmitz GmbH  
Löherplatz 1

D-65510 Idstein/Taunus

Bitte freimachen

## Anforderungs-Beleg

☐ Ich habe kostenlos und  
unverbindlich bestellt:  
Demo-Diskette WSCAD\_\_P1  
für Schaltplanerstellung

Datum: .....



## Hausautomatiken

Am 16. Oktober 95 veranstaltet das Institut für Elektrische Meßtechnik und Grundlagen der Elektrotechnik (emg) an der TU Braunschweig ein Tagesseminar zum Thema EHS (European Home Systems) unter dem Motto 'Das intelligente Haus wird Wirklichkeit'. Das Seminar soll allen Interessierten die Grundlagen und Besonderheiten des EHS und seine Bedeutung auf dem europäischen Markt vermitteln. Verschiedene Applikationen von seiten der Elektroindustrie sowie von Energieversorgern sollen die Einsatzmöglichkeiten aufzeigen.

Anschließend werden die derzeit verfügbaren Hard- und Softwarekomponenten vorgestellt, die beispielsweise Hausgeräten zur Kommunikation verhelfen. Den Abschluß bildet eine Übersicht über die Normungs- sowie Interoperabilitätsbestrebungen und die Arbeit der European Home Systems Association (EHSA). Eine seminarbe-



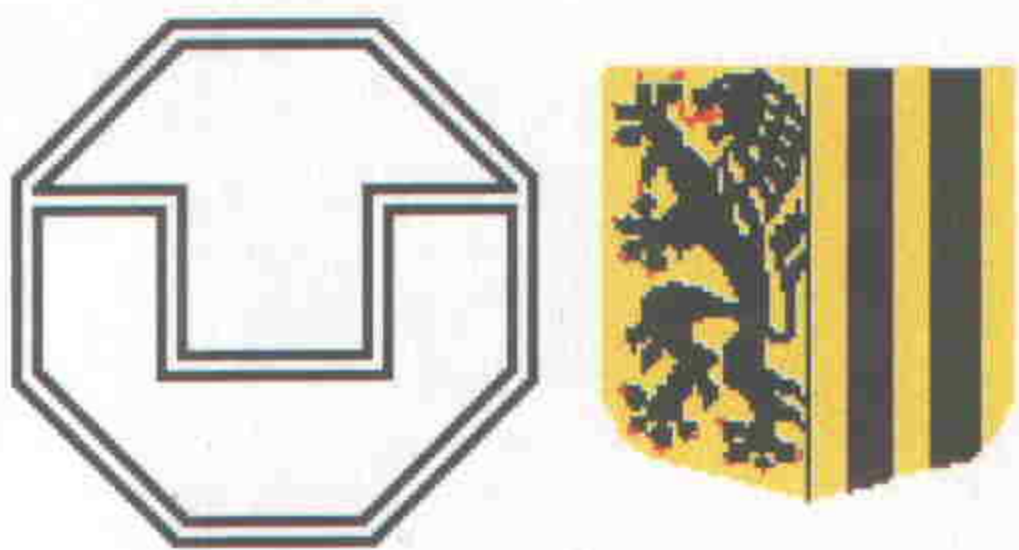
## HOME SYSTEMS

gleitende Postersitzung präsentiert EHS-Komponenten und -Produkte.

Im Anschluß soll eine viertägige EHS-Softwareschulung der Firma Trialog – neben SGS-Thomson Microelectronics und der TU Braunschweig Mitveranstalter des Tagesseminars – stattfinden. Weitere Informationen zu den Veranstaltungen erteilt:

Technische Universität Braunschweig  
Institut für Elektrische Meßtechnik und Grundlagen der Elektrotechnik  
Dipl.-Ing. Ludwig Brackmann  
Hans-Sommer-Straße 66  
38106 Braunschweig  
☎ 05 31/3 91-57 68  
✉ l.brackmann@tu-bs.de

## LON-Competence-Center



Freitag, 13. Oktober. An diesem Tag dürfte Dresden das Ziel der Wahl für LON-Entwickler sein. Der Lehrstuhl Technische Informationssysteme der TU Dresden veranstaltet einen Workshop nebst Ausstellung rund um Automatisierungskonzepte mit dezentraler Intelligenz.

Ein Schwerpunkt sind Automatisierungsfunktionen in verteilten Mikrorechnersystemen und deren Diagnose. Implementierung, Test und Betrieb stellen Aufgaben mit wachsender Komplexität dar, sie erfordern neue Methoden und Werkzeuge. Gleichzeitig sollen Feldbus-technologien vorgestellt werden, die es den Unternehmen erleichtern, ihre Produkte intelligenter, zuverlässiger und kostengünstiger zu gestalten. Besonders mittelständische Unternehmen können nach Ansicht des Ausrichters von den Vorteilen neuer Feldbuslösungen – wie beispielsweise LON – profitieren.

Begleitend zum Workshop präsentiert eine Ausstellung industrielle Lösungen, Werkzeuge und Forschungsergebnisse. In diesem Rahmen ist auch die Gründung eines Kompetenzzentrums für verteilte Automatisierungssysteme (LonWorks) an der Fakultät Informatik der TU Dresden vorgesehen. Drei Vortragsreihen finden parallel statt: Die Reihe A stellt mit der LonWorks-Technologie eine zukunftsweisende Möglichkeit zur Implementierung solcher Systeme vor. Reihe B zeigt Wege zur Diagnose der Netz- und Mikrorechnerkomponenten, während sich Reihe C der Diagnose komplexer Prozesse und Anlagen sowie der zugehörigen Automatisierungsalgorithmen widmet.

Das genaue Programm findet man im WWW unter <http://iis141.inf.tu-dresden.de/ti/texte/lon/programm.htm>. Weitere Auskünfte erteilt:

Technische Universität Dresden  
Fakultät Informatik  
Institut für Informationssysteme  
Dipl.-Ing. Detlev Hartenstein  
Postfach  
01062 Dresden  
☎ 03 51/45 75-3 93, -2 89  
☎ 03 51/45 75-4 60  
✉ hartenstein@iis.inf.tu-dresden.de

## Abheben bei der Testdrive-Rallye

Da liegt das Testdrive auf dem Labortisch und harret der Entwickler, die ihre ersten Schritte in Sachen LON gehen wollen. Nun ist es natürlich keine besondere Herausforderung, das Beispielprojekt Autoelektronik original oder abgewandelt durchzuspielen. Den Programmierer-Ehrgeiz soll die Testdrive-Rallye herausfordern. Insgesamt warten zehn attraktive Preise auf die Gewinner.

Gefragt sind Lösungen, die auf pfiffige Weise die Hard- und Softwaremöglichkeiten des LON-Testdrives ausloten. Dabei stellen wir keine Einschränkungen hinsichtlich des Anwendungsbereichs. Die Applikation muß sich aber mit den vorhandenen I/O- und Funktionsmodulen implementieren lassen. Einzusenden sind die Knotenfunktionspläne sowie das Binding als Skizze. Die Überprüfung des Beitrags auf Lauffähigkeit findet in der Redaktion statt.

Die zur Erstellung der Applikation nötige Software liegt dem LON-Testdrive bei. Wer über dieses nicht verfügt, kann das Programm aus unserer Mailbox (05 11/53 52-4 01, Datei LON-

TSTDREX) oder vom FTP-Server (<ftp://ix.de/pub/elrad/010/LONTSTDREX>) herunterladen. Alternativ dazu können Sie uns einen selbstadressierten und frankierten Rückumschlag mit einer formatierten 3,5-Zoll-HD-Diskette zuschicken. Wir kopieren dann die Software darauf.

Damit genug Zeit für eigene Erfahrungen und Entwicklungen mit dem Testdrive bleibt, ist der Einsendeschluß der 31. Dezember 95 (Datum des Poststempels). Die Prämierung findet auf der CeBIT 96 statt. Die Bewertung der eingesandten Applikationen geschieht anhand ihrer Originalität, geschickter Ausnutzung des Testdrives sowie der Umsetzung des dezentralen Gedankens. Die Jury besteht aus:

- Gregor Arndt, LNO
- Dr. Matthias Grützner, IBM
- Dr. Jürgen Hertel, Echelon
- Peter Heusinger und Gerhard Stock, beide FhG
- Ernst Ahlers, ELRAD

Vom Wettbewerb sind die Mitarbeiter der ausrichtenden Firmen und ihre Angehörigen ausgeschlossen.

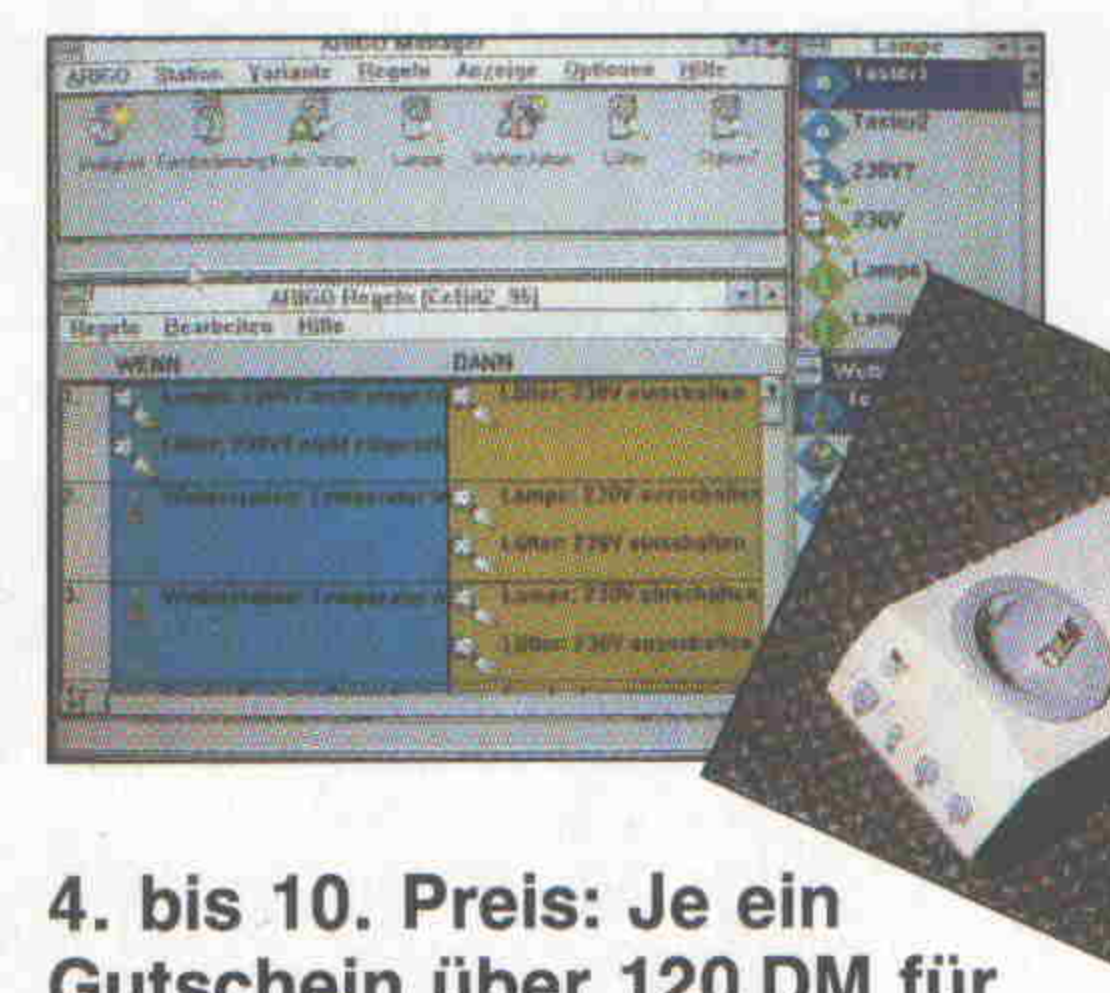
**1. Preis: Flug zur LUI 96 (Kongreß LON Users International) im Mai 96 in San Francisco, gestiftet von der LNO (LON-Nutzer-Organisation) sowie den Firmen Bebro, Frickenhausen, und REIN Components, Nettetal.**



**3. Preis: Ein Arigo-Starterkit, bereitgestellt von der IBM Deutschland, Sindelfingen.**



**2. Preis: LonWorks Node-Builder, zur Verfügung gestellt von der Echelon GmbH, Vaterstetten, ergänzt durch eine Toolbox-Light von Gesytec, Aachen.**



**4. bis 10. Preis: Je ein Gutschein über 120 DM für Bücher oder CD-ROMs aus dem Heise-Programm.**



POSTFACH 1040  
26358 WILHELMSHAVEN

TEL: 0 44 21 - 2 63 81  
FAX: 0 44 21 - 2 78 88  
ANRUFBEOANTWORTER:  
0 44 21 - 2 76 77

## KATALOG KOSTENLOS!

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

Versandkostenpauschale: NN 7,-  
Bankeinzug: DM 5,80  
UPS: DM 9,00

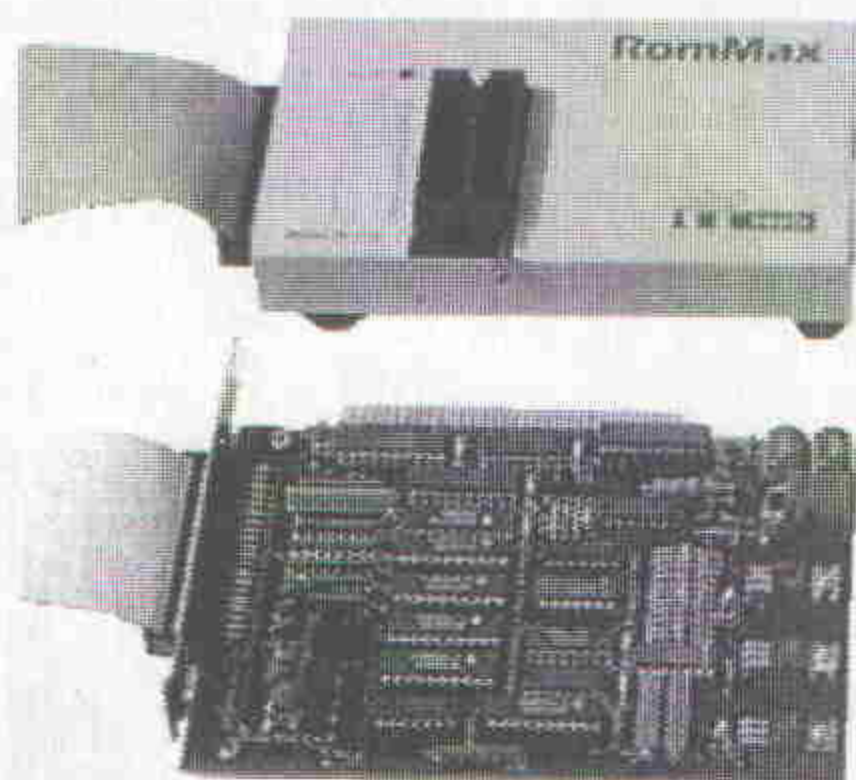
## Transistoren

BC	BD	BDW	BFR	BUW
107A 0.34	238 0.60	93B 0.88	90 0.92	11A 2.05
107B 0.34	239C 0.60	93C 0.90	91 0.92	12A 2.90
108B 0.34	240C 0.87	94B 0.87	96 1.05	13A 4.85
108C 0.34	241B 0.62	94C 0.87		41B 1.70
140-10 0.44	241C 0.62			
140-16 0.44	242B 0.73			
141-10 0.44	242C 0.82			
141-16 0.44	243 0.65			
160-10 0.44	243B 0.60			
160-16 0.44	243C 0.60			
161-10 0.44	244 0.81			
161-16 0.44	244B 0.62			
177A 0.31	244C 0.69			
177B 0.31	245B 1.80			
237A 0.11	245C 1.40			
237B 0.11	246B 1.45			
238A 0.11	246C 1.45			
238B 0.11	249 1.75			
239B 0.11	249B 1.85			
327-25 0.18	249C 2.15			
327-40 0.18	250 2.80			
328-25 0.18	250B 2.00			
328-40 0.18	250C 2.15			
337-25 0.18	317 2.40			
337-40 0.18				
338-25 0.18				
338-40 0.18				
368 0.25				
369 0.25				
516 0.25				
517 0.25				
546A 0.14				
546B 0.14				
547A 0.14				
547B 0.14				
547C 0.14				
548A 0.14				
548B 0.14				
548C 0.14				
549B 0.14				
549C 0.14				
550B 0.14				
550C 0.14				
556A 0.14				
556B 0.14				
557A 0.14				
557B 0.14				
557C 0.14				
558A 0.14				
558B 0.14				
558C 0.14				
559A 0.14				
559B 0.14				
559C 0.14				
560B 0.14				
560C 0.14				
635 0.24				
636 0.24				
637 0.27				
638 0.27				
639 0.29				
640 0.29				
875 0.56				
876 0.56				
877 0.56				
878 0.59				
879 0.56				
880 0.64				

## RomMax Eprom-Programmer

32-Pin Programmiergerät für (E)EPROMs und Mikro-  
kontroller mit PC-Anschluß über eigene Steckkarte

- Programmiert und testet EProms, EEPROMs, High-Speed-Flash-Typen bis 8MB; sowie Mikrokontroller (mit opt. Adapter)
- Vierfach Gangprogrammierung für (E)EPROMs
- einfache menugesteuerte Softwareoberfläche
- schnelle Programmieralgorithmen: Intelligent Quick-Pulse, Flash
- Unterstützte Datenformate: Jedec, Intel-Hex, Motorola-S-Records, Tekhex, Binary



**ROMMAX-G1** 356.00  
**ROMMAX-G4** 472.00

Adapter:  
**ROMMAX-875X** für 875x-Contr. 233.00  
**ROMMAX-PIC** für PIC16C5x Contr. 233.00  
**ROMMAX-16B** für 16Bit-EPROM/40P 214.00

BD	BDW	BDW	BU	IRF
135 0.34	51C 2.10	900 1.25	208 2.75	820 1.90
136 0.33	52C 2.80	959 0.38	208A 2.75	830 2.25
137 0.35	83B 2.80	960 0.58	208D 3.30	9520 2.40
138 0.35	83C 2.65	961 0.73	406 1.70	9630 4.65
139 0.33		964 0.75	406D 1.80	
140 0.33		966 0.75	407 1.15	
175 0.48		970 0.75	407D 1.75	
179 0.53		979 0.87	408 1.15	
180 0.54		980 1.05	408D 2.40	
189 0.69		981 0.75	426 1.85	
190 0.69		982 0.87	426A 1.85	
234 0.60			426A 1.85	
235 0.60			426A 1.85	
236 0.60			426A 1.85	
237 0.60			426A 1.85	

ICL	LM	SAA	TDA	TL
7106 4.30	3911DIP 3.45	1004 11.90	2040 2.05	071DIP 1.45
7106R 4.80	3914DIL 3.55	1024 8.60	2054M 2.65	072DIP 1.45
7107 4.95	3915DIL 3.90	1025 8.95	2104 19.85	074DIL 1.85
7109 11.20	3916DIL 3.70	1027 7.80	2270 4.20	081DIP 0.76
7117 5.45	13600DIL 2.90	1029 5.80	2320 0.94	082DIP 0.76
7135 9.70	13700DIL 2.75	1043P 14.35	2532 2.15	083DIL 1.60
7650 6.20		1044P 15.50	2540 2.40	084DIL 1.25
7660 2.20		1075 9.65	2541 1.95	317-TO 1.05
8038 6.85		1094-2 6.50	2545 4.15	321DIP 1.80
8069 3.70		1124 7.95	2556V 7.10	431-TO 0.97
8211 3.45		1250 5.50	2576A13.90	494DIL 1.95
		1251 11.20	2577A 6.85	496DIL 4.65
		1293 25.00	2578A 6.50	497ADIL3.30
		691 CPE 12.70	2579A 6.65	500CN 15.80
		693 CPE 12.70	5246P 23.60	783CKC 6.80
		879 CPA 12.50	5246AP 24.70	7705DIP1.65

## Integrierte Schaltungen

uA (TSL)	ICM	MC	SAS	TDA	TLC	MOS	LS	74F
7805 0.69	7216D 68.65	1310DIL 1.50	560S 3.60	2593 1.75	251DIP 3.55	4000 0.33	00 0.37	00 0.63
7806 0.79	7217DIL 30.55	1327DIL 4.50	570S 3.10	2594 4.50	271DIP 0.94	4001 0.46	01 0.35	02 0.63
7807 1.00	7218A 15.25	1350P 5.05	660 2.60	2595 3.60	272DIP 1.70	4002 0.33	02 0.35	04 0.63
7808 0.79	7224 25.00	1377DIL 5.65	670 2.60	2611A 1.90	274DIL 2.40	4006 0.69	03 0.35	08 0.72
7809 0.87	7226A 99.00	1408DIL 3.50		2653A 5.25	372DIP 1.50	4007 0.33	04 0.42	10 0.63
7810 0.79	7555 1.40	1458DIP 0.53						11 0.80
7812 0.69	7556 1.60	1496DIL 1.65						14 0.73
7815 0.69		1558DIP 1.90						20 1.20
7818 0.92		3361N 3.90						27 2.50
7820 0.79		3403DIL 0.73						38 3.00
7824 1.05		3423DIP 1.75						74 0.78
		3486DIL 1.50						86 1.65
		3487DIL 2.00						112 1.80

### uA (Tosh.)

LF	MM	NE	TAA
347DIL 2.75	5369DIP 6.80	521DIL 5.20	550 0.44
351DIP 0.92		529DIL 3.80	611T 2.55
353DIP 0.92		532DIP 0.52	761A 1.40
355DIP 1.65		538DIP 6.00	765A 2.15
356DIP 1.95		542DIP 2.85	861A 1.15
357DIP 1.95		555DIP 0.52	865A 1.30
398DIP 4.75		556DIL 0.64	2761A 1.50
411CN 1.80		564DIL 3.95	
		565DIL 2.40	
		566DIP 1.80	
		567DIP 0.97	
		570DIL 5.80	
		571DIL 4.75	
		572DIL 5.80	
		592DIL 0.95	
		592DIP 1.05	
		612DIP 2.90	
		614DIL 6.75	
		645DIL 6.00	
		646BDIL11.70	
		4558DIP 1.45	
		5205DIP 8.30	
		5532DIP 1.10	
		553ADIP1.60	
		5534DIP 1.25	
		5534ADIP1.40	

### uA ..

LM	OM	OP	TCA
35CZ 11.65	335 29.00	01 CP 9.45	335A 2.00
224DIL 0.94	350 14.95	02 CP 9.15	730A 3.45
239DIL 1.20		04 CY 20.20	785 8.35
258DIP 0.84		05 CP 14.10	965 8.65
301DIP 0.75		06 GZ 11.65	
308DIP 1.05		07 CP 1.45	
309TO3 3.65		09 FP 23.30	
311DIP 0.60		11 FP 22.85	
317-220 2.25		12 EZ 46.60	
318DIP 1.35		15 GZ 8.05	
319DIL 1.40		16 FZ 12.95	
323TO3 4.20		17 PZ 4.30	
324DIL 0.60		37 GP 3.70	
334TO92 2.25			
335TO92 2.75			
336-22,5 2.10			
337TO3 5.10			
337-220 1.90			
338TO3 10.85			
339DIL 0.59			
348DIL 0.70			
350TO3 10.35			
350-220 6.50			
358DIP 0.58			
380DIL 2.70			
380DIP 2.70			
382DIL 7.85			
38522,5 1.90			
386DIP 0.87			
387DIP 2.20			
393DIP 0.52			
567DIP 0.87			
1881DIP 10.35			
1894 8.60			
2901DIL 0.64			
2902DIL 0.81			
2903DIP 0.64			
2904DIP 0.84			
2931A 1.95			
3900DIL 1.05			
3909DIP 2.20			

### uA

uA	uA	uA	uA
709 DIL 0.87	709 DIP 0.99	723 DIL 0.90	723 TO 1.10
709 DIP 0.99	567DIP 0.87	723 TO 1.10	733 DIL 1.15
723 DIL 0.90	1881DIP 10.35	733 DIL 1.15	741 DIL 0.90
723 TO 1.10	1894 8.60	741 DIL 0.90	741 DIP 0.52
733 DIL 1.15	2901DIL 0.64	741 DIP 0.52	741 TO 1.65
741 DIL 0.90	2902DIL 0.81	741 TO 1.65	747 DIL 1.15
741 DIP 0.52	2903DIP 0.64	747 DIL 1.15	748 DIP 0.65
741 TO 1.65	2904DIP 0.84	748 DIP 0.65	776 1.40
747 DIL 1.15	2931A 1.95	776 1.40	
748 DIP 0.65	3900DIL 1.05		
	3909DIP 2.20		

## Lattice™

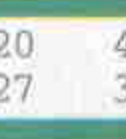
ispLSI 1016-60 LJ	21.00
ispLSI 1032-60 LJ	86.00
ispLSI 2032-80 LJ	23.30
ispGAL 22V10B-15	16.70
ispGDS 14-7J	8.65
ispLSI START-KIT	239.00

## 68HC11 ...

68HC 11 A1T	PLCC 52	19.80
68HC 11 AOT	PLCC 52	19.80
68HC 11 E1T	PLCC 52	25.00
68HC 11 A1P	PDIP 48	21.80
68HC 11 E1N	SDIP 64	19.80
68HC 11 EON	SDIP 64	20.80



M 37451 SSP	24.50
M 38007 SSP	18.50
M 50734 FP	22.30
M 50734 SP-10	21.00
M 50747 SP	18.00
M 50747 ESP	34.50
M 56710 FP	16.50



M 37451 SSP	24.50
M 38007 SSP	18.50
M 50734 FP	22.30
M 50734 SP-10	21.00
M 50747 SP	18.00
M 50747 ESP	34.50
M 56710 FP	16.50

## EProms

27C64-150	8Kx8	4.30
27C128-150	16Kx8	5.50
27C256-120	32Kx8	4.60
27C512-120	64Kx8	4.85
27C512-150	64Kx8	4.85
27C1001-120	128Kx8	7.10
27C1024-120	64Kx16	10.35
27C2001-150	256Kx8	12.10
27C4001-120	512Kx8	21.75
27C4002-120	256Kx16	29.30



# Vision Master™ 17



Bestellnr.:  
**PC-VGA MF8617**

- 0.26mm Lochmaske
- 135MHz Bandbreite
- Signaleingänge in Sub-D sowie BNC
- LCD-Display für Menugesteuerte Bedienung
- Microprozessor gesteuertes Power-Management
- Kontraststarker 17" Monitor, antistatisch und entspiegelt
- IDEK Power-Management-System kompatibel zu allen Grafikkarten
- Flicker-Free Bildschirm 1280x1024 bei 80Hz Wiederholfrequenz
- Sicherheitsstandards: MPRII, TÜV, ISO9241-3, u.m.

**MF-8617**

**1598,-**

## Monitore

<b>36cm 14":</b> PC-VGA M36C	1024x768/MPRII	379,-
<b>39cm 15":</b> PC-VGA M39C-DI	1024x768/ni/MPRII Flicker Free / 0,28 Lo.	559,-
<b>43cm 17":</b> PC-VGA M43C-DI	1280x1024/ni/MPRII Flicker Free / 0,26 Lo.	998,-
<b>Iiyama 51cm 21":</b> PC-VGA MT 9121	1600x1200 (72Hz) /ni/ h:30-90KHz/v:50-120Hz Digi-Control / 0,3Hit.diatron tube	3695,-

## VGA-Karten

<b>ISA:</b>		
PC-VGA-2	Trident 512K	78,-
PC-VGA-3	ET 4000 1MB	149,-
<b>VLB</b>		
PC-VGA SD12 VLB	Miro 1MB	189,-
PC-VGA SD20 VLB	Miro 2MB	379,-
PC-VGA P64 VLB	Spea Mirage 2MB	349,-
<b>PCI</b>		
PC-VGA SD12 PCI	Miro 1MB	189,-
PC-VGA SD22 PCI	Miro 2MB	349,-
PC-VGA P64 PCI	Spea Mirage 2MB	349,-

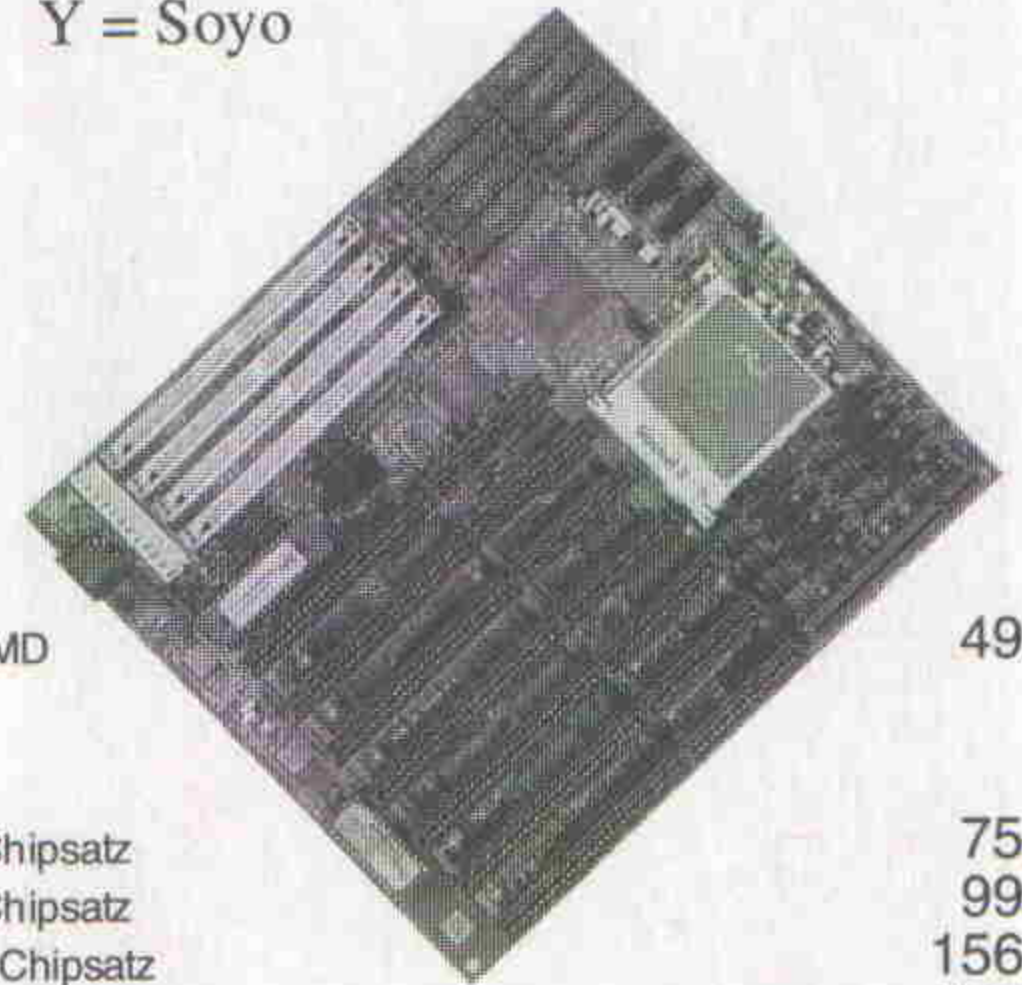
## CD-ROM Laufwerke



**PC-CD Leerhülle 1,-**

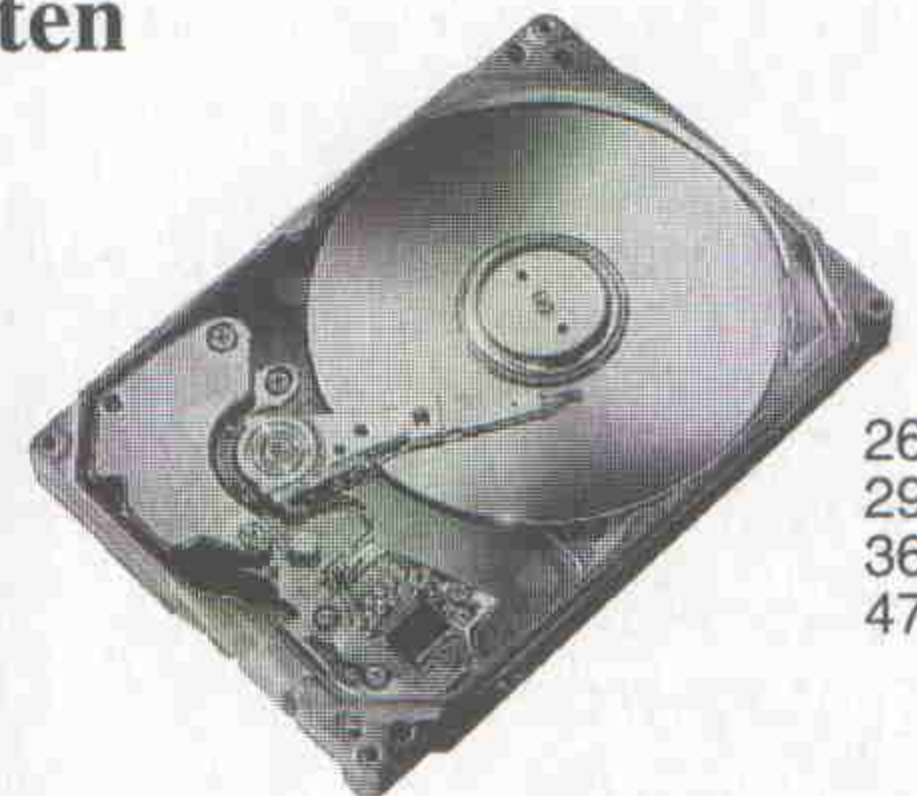
PC-CDR FX400	Mitsumi quadro /IDE	299,-
PC-CDR XM3601	Toshiba quadro / SCSI	579,-
PC-CDR NEC6xi	6-fach / SCSI	849,-
PC-CDR Contr.	IDE-CD-Rom Controller	29,-
PC-CDR Caddy	Universalträger	9,90
PC-CD Rep-Kit	Reparatur-Set	19,95

## Motherboards Y = Soyo



<b>486er PCI + ISA:</b> PC-PCIA486DX4-100 Y	100MHz AMD	498,-
<b>Pentium PCI + ISA:</b>		
PC-PCII586-75 YT	75MHz T-Chipsatz	759,-
PC-PCII586-90 YT	90MHz T-Chipsatz	998,-
PC-PCII586-120 YT	120MHz T-Chipsatz	1569,-
PC-PCII586-133 YT	133MHz T-Chipsatz	1829,-
<b>Boards ohne CPU:</b>		
PC-PCI486-BOARD		229,-
PC-PCI586-BOARD	T-Chipsatz	379,-

## Festplatten

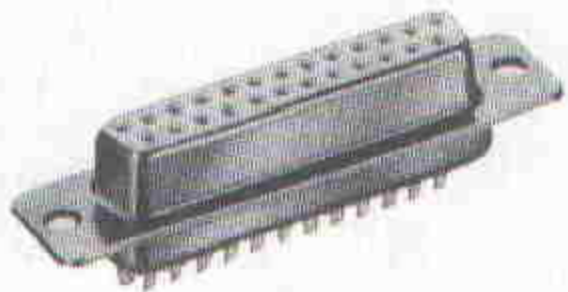


<b>AT-Bus:</b>		
PC-HD 420MB IDE		269,-
PC-HD 540MB IDE		298,-
PC-HD 850MB IDE		369,-
PC-HD 1,2GB IDE		479,-
<b>SCSI/SCSI-2:</b>		
PC-HD 540 SCSI		298,-
PC-HD 1GB SCSI		749,-

## D-SUB-Steckverbinder



<b>Stecker, Lötkehl</b>	
MIND-STIFT 09	0.32
MIND-STIFT 15	0.42
MIND-STIFT 19	0.87
MIND-STIFT 23	0.87
MIND-STIFT 25	0.44
MIND-STIFT 37	0.87
MIND-STIFT 50	1.90



<b>Buchse, Lötkehl</b>	
MIND-BUCHSE 09	0.35
MIND-BUCHSE 15	0.46
MIND-BUCHSE 19	0.93
MIND-BUCHSE 23	0.89
MIND-BUCHSE 25	0.44
MIND-BUCHSE 37	0.89
MIND-BUCHSE 50	2.00

<b>KAPPE</b>	
KAPPE 09M	0.65
KAPPE 15M	0.75
KAPPE 19M	1.40
KAPPE 23M	1.20
KAPPE 25M	0.73
KAPPE 37M	1.25
KAPPE 50M	2.15



## Crimpzange

zum Crimpen von BNC-Steckern



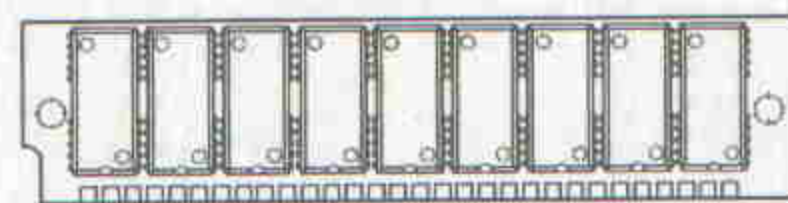
**DM 39,00**

## BNC-Crimp-Stecker



UG 88U-C58	Stecker RG58	1.15
UG 88U-C59	Stecker RG59	1.00
UG 88U-C62	Stecker RG62	1.15
UG 89U-C58	Kupplung RG58	1.95
UG 89U-C62	Kupplung RG62	1.95
UG 1094U-C58	Buchse RG58	2.75
UG 1094U-C62	Buchse RG62	2.75
UG 88/50 Ω	Abschlußst.	1.15
UG 88/75 Ω	Abschlußst.	1.40
UG 88/93 Ω	Abschlußst.	1.45
BNCT-58	Knickschutzülle	0.20
BNCT-62/59	Knickschutzülle	0.20

## Simm-Module



Simm 1Mx9-70	69.00
Simm 1Mx9-60	79.00
Simm 4Mx9-70	242.00
Simm 4Mx9-60	287.00

Achtung! Alle unsere Simmmodule mit "echtem" Parity. Kein Asic / kein COB / Kein Topless)

## PS/2 Module



<b>inkl. Parity</b>		
PS/2 4MB MP	1MBx36	298.00
PS/2 8MB MP	2MBx36	549.00
PS/2 16MB MP	4MBx36	949.00

<b>ohne Parity</b>		
PS/2 4MB OP	1MBx32	238.00
PS/2 8MB OP	2MBx32	478.00
PS/2 16MB OP	4MBx32	820.00

<b>für Intel-T-Chipsatz</b>		
PS/2 4MB EDO	1MBx32 EDO	345.00
PS/2 8MB EDO	2MBx32 EDO	715.00

## Druckerkabel

### 2xD-Sub-Stecker 25pol

AK 401	1,8m	3.45
AK 450	3m	4.50
AK 402	5m	6.40

### D-Sub-Stecker/Buchse 25pol

AK 404	1,8m	3.45
AK 405	5m	6.40
AK 406	7m	9.00

### D-Sub-Stecker/Centronic-St

AK 101	1,8m	2.40
AK 102	3m	4.50
AK 103	5m	6.20

**REICHELT**  
ELEKTRONIK-VERTRIEB

**KATALOG**  
KOSTENLOS

TEL: 0 44 21 - 2 63 81  
FAX: 0 44 21 - 2 78 88

Stand:2.9.95



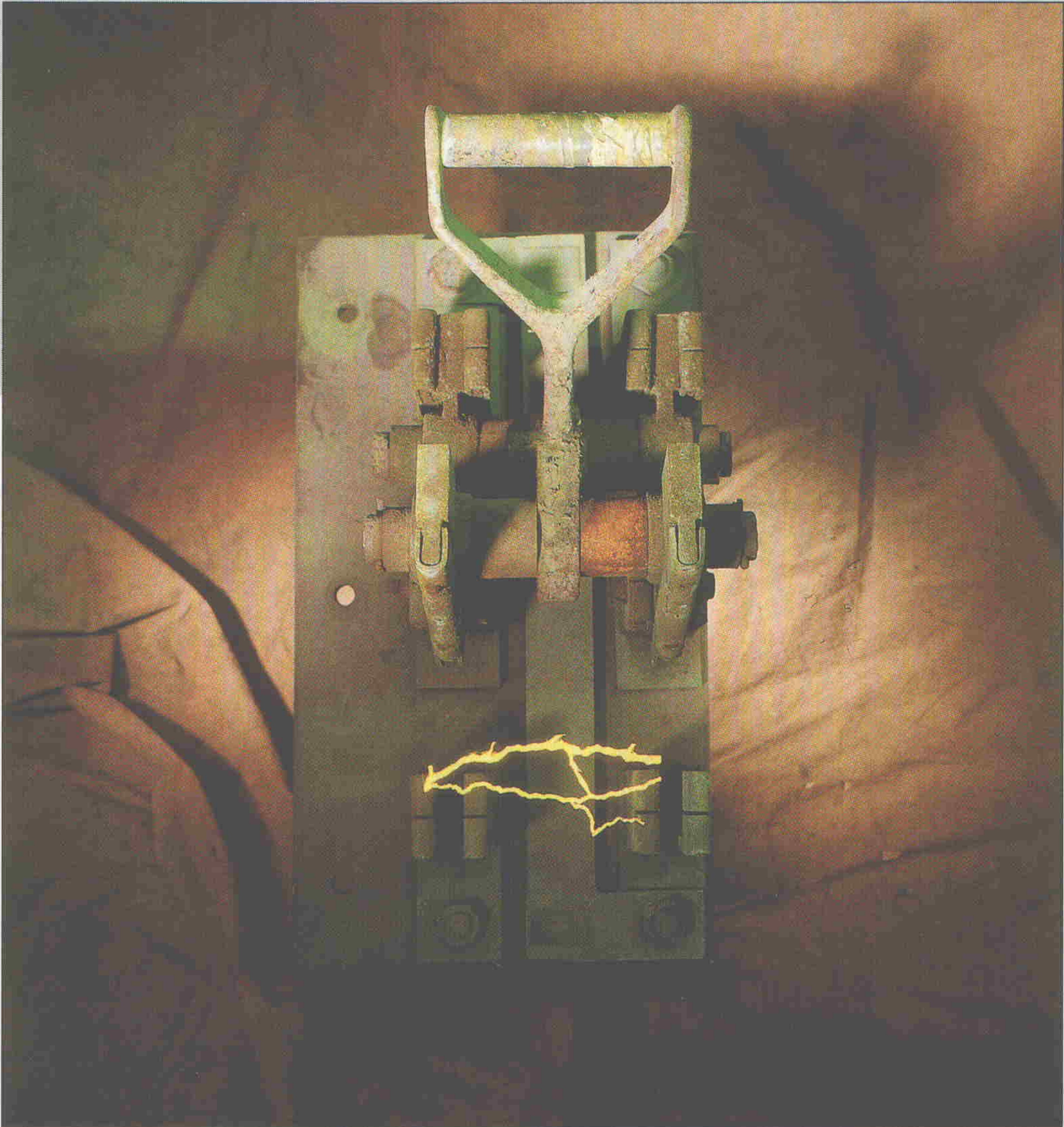
# Schaltgewalt

Schaltströme verschiedener Logik-IC-Familien

El.-Ing. HTL Werner Hirschi,  
Dipl.-Ing. Ralf Hoppe,  
Dipl.-Ing. Jörg Nußbaum

Zum EMV-gerechten Schaltungsdesign gehört neben der Gewährleistung einer angemessenen Störfestigkeit eines Gerätes oder einer Schaltung auch die Begrenzung der Störaussendung. In digitalen Schaltungen sorgen immer schnellere Schaltzeiten für die Erzeugung von Störungen, deren Frequenzspektren bis zu einer Frequenz von 1 GHz reicht.

Ralf Hoppe, EMV Freiburg, ist seit 7 Jahren 'EMV-gerecht' tätig. Neben Normen und Prüfungen liegen seine Schwerpunkte auf Beratung und Entwicklung elektromagnetisch verträglicher Designs. Werner Hirschi ist seit 13 Jahren Berater in EMV-Fragen und führt EMV-Studien sowie Seminare durch.



Um einen Überblick über die Unterschiede zwischen den verschiedenen Technologien zu erhalten, kommen die gängigsten Logikfamilien auf den Labortisch. Als Vertreter der beiden Technologiegruppen Bipolar-TTL und CMOS wurden folgende Familien ausgewählt:

TTL	CMOS
standard	C
S, LS	HC (HCT)
AS, ALS	AC (ACT)
F	

Stellvertretend für die Vielzahl verschiedener Bausteine dient das Vierfach-NAND-74XX00 als Testkandidat. Die innere

Schaltung dieses einfachen Bausteins ist übersichtlich, und er ist in allen Technologien verfügbar. Ausgenommen sind allerdings die BiCMOS-Familien (Bipolar CMOS), da in dieser Technologie nur Busbausteine angeboten werden.

### Familienbände

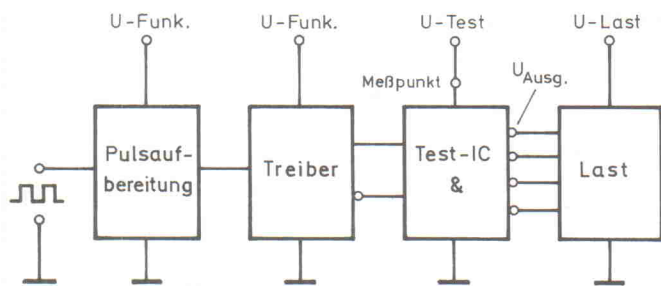
Der Übergang eines Logikgatters in einen anderen Zustand erzeugt einen Stromimpuls auf den Versorgungsleitungen. Hervorgerufen wird dieser Stromimpuls vorwiegend durch einen kurzen Zeitraum, in dem beide Transistoren der Ausgangsgegentaktstufe des Logik-

gatters leitend sind. Dieser Effekt tritt sowohl bei ICs der bipolaren TTL-Familien als auch bei Bausteinen in CMOS-Technologie auf. Amplitude und Flankensteilheit des Stromimpulses variieren zwischen beiden Technologien und auch innerhalb dieser Gruppen (Bild 2 und 3).

### Störquelle DC-Bus

Die Spannungsversorgungsleitungen der ICs (DC-Bus) spielen bei der Betrachtung von geleiteten und abgestrahlten Störaussendungen einer Digitalschaltung eine entscheidende Rolle [1]. In jeder digitalen





**Bild 1. Blockschema der Testschaltung. Eine separate Stromversorgung der einzelnen Stufen verhindert Rückwirkungen auf die Messung.**

Schaltung ist mindestens ein DC-Bus vorhanden. Im einfachsten Fall handelt es sich um die Spannungsversorgungsleitungen eines einzelnen ICs. Schaltströme fließen über diesen DC-Bus und rufen unterschiedliche Störungen hervor:

- Störspannungsimpulse auf der Versorgungsspannung eigener oder fremder Schaltungsteile, welche zur Selbststörung führen können.
- hochfrequente Störfelder, welche durch die von Hin- und Rückleitung gebildeten Schleifen direkt abgestrahlt werden oder auf andere Leitungen koppeln können.

Die nachfolgend beschriebenen Meßergebnisse geben einen Überblick über die Amplituden, Anstiegszeiten und Frequenzspektren der Schaltströme der untersuchten IC-Familien.

## Testschaltung

Die Untersuchung erfolgt auf einer eigens entwickelten Versuchsleiterplatte. Dabei wird der Filterung und Stützung der verschiedenen Spannungsversorgungen auf der Leiterplatte ganz besondere Sorgfalt gewidmet. Bild 1 zeigt das Blockschema der Versuchsschaltung.

Die Erfassung des IC-Schaltstroms erfolgt mit einer Miniaturstromzange von Tektronix (Modell CT-1; Bandbreite 25 kHz bis 1 GHz). Der Meßaufnehmer wird in den Zweig der positiven Betriebsspannungsversorgung der ICs einge-

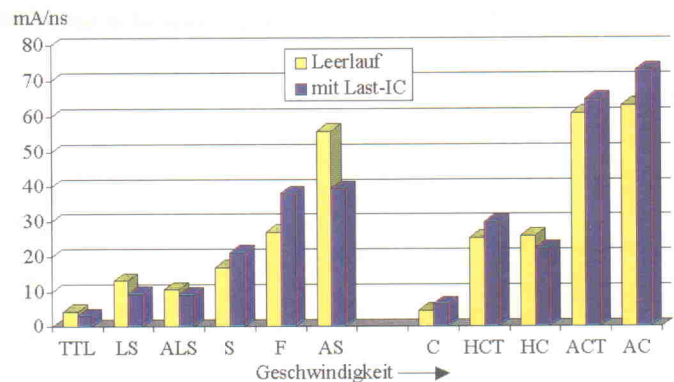
fügt. Die unumgängliche Verlängerung der Leitungsführung stellt eine unerwünschte Induktivität im Versorgungspfad dar, welche die von der Spannungsversorgung des Test-ICs lieferbare Flankensteilheit des Meßstromes begrenzt. Im Vorfeld der Tests wurde daher sichergestellt, daß die Induktivität nicht die Flankensteilheit des aufgenommenen Schaltstromes in unzulässiger Weise begrenzt.

Als Eingangssignal wird an alle Test-ICs ein Rechtecksignal (10 MHz, Tastverhältnis 50 %) angelegt. Die Testschaltung erzeugt das Steuersignal, das somit von der äußeren Beschaltung unabhängig ist. Die Ansteuerung des Test-ICs ist so ausgelegt, daß unterschiedliche Last- und Betriebszustände wählbar sind. Als Belastungsbedingungen können ein Logikgatter mit kompatiblen Eingangspegeln oder der Leerlauf gewählt werden. Weiterhin besteht die Möglichkeit, die Ansteuerung und die Anzahl der schaltenden Gatter zu variieren.

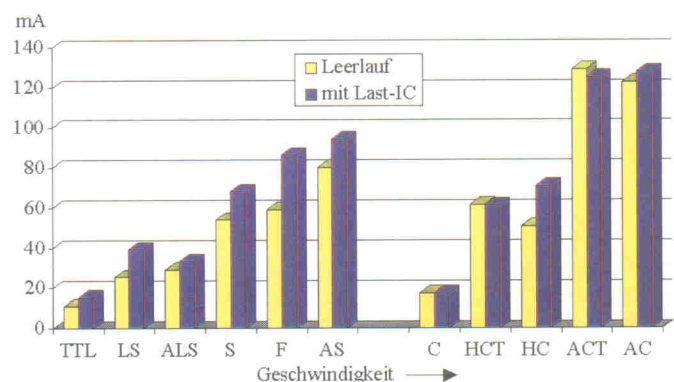
Alle in der Schaltung betriebenen ICs sind mit einer eigenen, getrennt aufgebauten Spannungsversorgung versehen, welche durch aufwendige Filterungsmaßnahmen entkoppelt sind, um eine Rückwirkung auf die Messung zu verhindern. Die Betriebsspannung beträgt bei allen Messungen ist 5 V.

## Meßverfahren

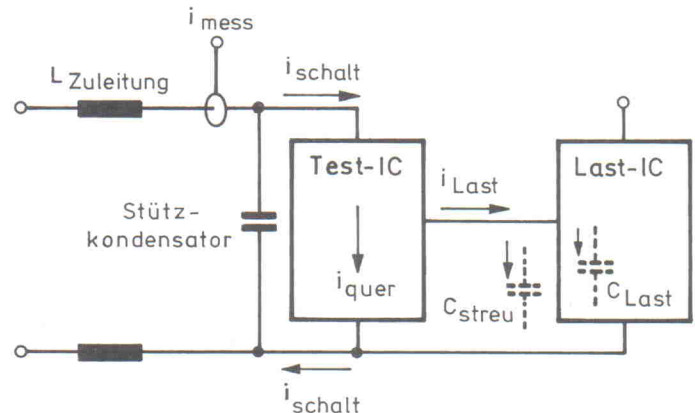
Die Auswertung des Meßstromes im Zeitbereich geschieht



**Bild 2. Flankensteilheit ( $di/dt$ ) des IC-Schaltstroms.**



**Bild 3. Amplitude des IC-Schaltstroms.**



**Bild 4. Zusammensetzung des IC-Schaltstroms.**

mit einem digitalen Speicheroszilloskop (LeCroy; Modell 9360; Bandbreite 600 MHz; Abtastrate 5 GS/s) und im Frequenzbereich (25 kHz bis 1 GHz) mit einem Spektrumanalysator.

Der Stromimpuls ergibt sich aus einer Kombination verschiedener Effekte. Zum einen ist er, wie bereits erwähnt, abhängig vom Querstrom der Ausgangsstufe während des Zeitraums, in dem beide Transistoren leitend

**ULTIboard**  
COMPUTER AIDED PCB DESIGN

# WELCHES PCB-LAYOUTSYSTEM IST DER BESTE KAUF?

Die Bedürfnisse für eine doppelseitige Eurokarte unterscheiden sich von denen für ein hochkomplexes Multilayer Motherboard. ULTIboard bietet eine (aufrüstbare) Lösung. Sie zahlen nur für die Leistung die Sie tatsächlich benötigen.

Verfügbar von einer 'low-cost' DOS-Version bis zur 32-bit PC und SUN Version mit unbegrenzter Kapazität. Besonders die REAL-TIME Features sprechen den professionellen Designern an. Mit über 11.000 Anwendern weltweit gehört ULTIboard zu den führenden PCB-Layoutsystemen.

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

Taube El. Design Tel. 030 - 6959250 Fax -6942338  
 Infocomp Tel. 09721-18474 Fax -185588  
 PDE CAD Systeme Tel. 08024-91226 Fax -91236  
 Kmaga Tel. 07721-91880 Fax -28561  
 Easy Control Tel. 0721-45485 Fax -45487  
 Heyer & Neumann Tel. 0241-553001 Fax -558671  
 AKC GmbH Tel. 06108-90050 Fax -900533

• Mit ULTIboard kaufen Sie keine 'CADze im Sack' dank des voll funktionsfähigen Test-systems (200 Pin Designkapazität einschließlich deutschsprachiger Einführungs- und Lernbücher) für nur DM 94 (incl. MwSt. und Versand)





Bild 5. Vergleich der Schaltströme von CMOS und TTL.

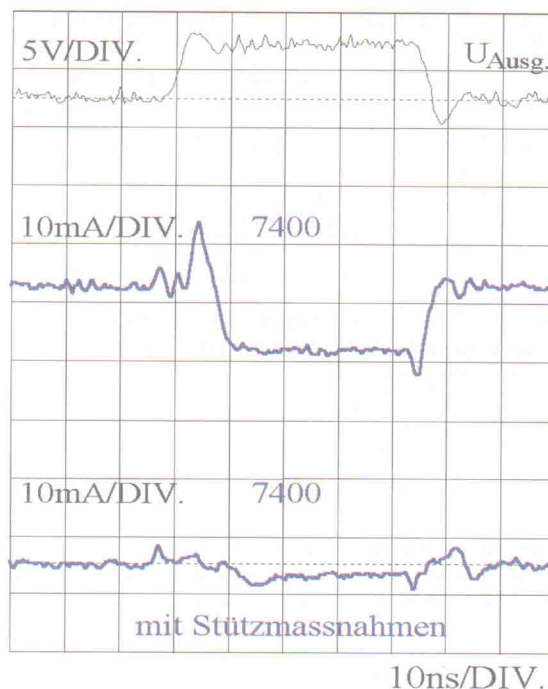


Bild 6. 7400 mit und ohne Stützkondensator.

sind. Zum anderen hängt er auch vom Ladestrom kapazitiver Lasten ab. Die Messung bei unbelastetem Gatterausgang gibt Auskunft über den Anteil der Stromamplitude, welcher allein durch den Querstrom der Ausgangsstufe erzeugt wird. Als Last wird an jedes Gatter des Test-ICs ein Gatter geschaltet.

In Bild 2 und 3 sind die gemessenen Werte im Überblick dargestellt. Der Anteil des Stromimpulses, der durch eine kapazitive Last erzeugt wird, ist grob abschätzbar als  $I = C \cdot du/dt$ . Dabei ist  $du/dt$  die Flankensteilheit des Ausgangssignals eines Gatters und  $C$  die Summe parasitärer Kapazitäten, die das Test-IC laden muß (Bild 4). Die Meßergebnisse zeigen eindeutig einen Zusammen-

hang zwischen der Geschwindigkeit eines Gatters und der Amplitude des Stromimpulses. Die Flankensteilheiten der Stromimpulse schneller Bausteine liegen in Bereich 40...80 mA/ns (entspricht immerhin MA/s!).

### TTL contra CMOS

Allgemein schneiden die CMOS-Bausteine gegenüber den bipolaren Typen schlechter ab. Bedingt durch die höchste Schaltgeschwindigkeit innerhalb der betrachteten Familien erzeugen die ACL-Typen (AC und ACT) die größten und schnellsten Impulse.

Charakteristisch für TTL-Gatter sind unterschiedliche Schaltströme für 'Low/High'- und

'High/Low'-Übergänge der Ausgangsstufe (siehe Bild 5 in der Mitte). Der größere Stromimpuls wird während des 'Low/High'-Wechsels durch die Sperrverzögerung des unteren Transistors der Ausgangsstufe hervorgerufen. Während des 'High/Low'-Wechsels unterdrückt ein 'Turn-off'-Schaltkreis diesen Impuls.

Die Schaltströme von CMOS-Typen sehen, bedingt durch den Aufbau der Ausgangsstufe, bei beiden Schaltvorgängen ('Low/High' und 'High/Low') gleich aus (siehe Bild 5 unten).

### Stützung

Der Schaltungsentwickler kann auf den Anteil des Schaltstroms des ICs, den die Ausgangs-

schaltung des Gatters hervorruft, keinen Einfluß nehmen. Ebenso ist die kapazitive Last des Gatters von der Applikation vorgegeben und nur wenig zu beeinflussen. Die einzige Möglichkeit, die Ausbreitung der Schaltströme über den DC-Bus zu vermeiden, bietet eine sorgfältige Stützung der Versorgungsspannung des ICs.

Zur Untersuchung der optimalen Stützung wurden einige Messungen durchgeführt. Welchen Einfluß die korrekte Auslegung der Stützungsmaßnahmen hat, ist aus den Darstellungen der Schaltströme beziehungsweise Versorgungsströme und der dazugehörigen Frequenzspektren in Bild 6 bis 10 für die ICs 7400 und 74AC00 ersichtlich.

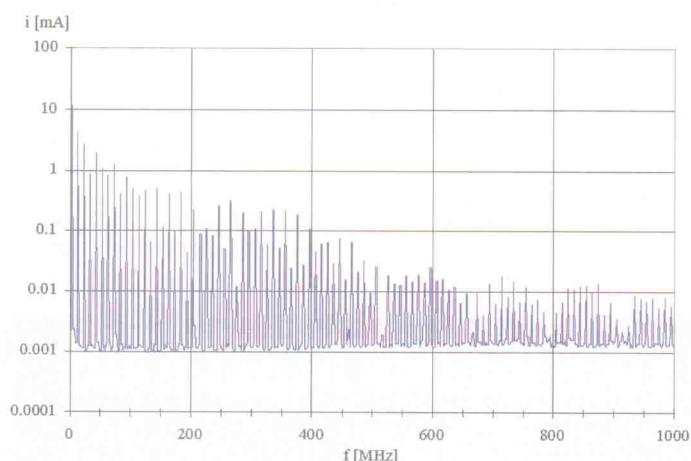


Bild 7. Frequenzspektrum des Schaltstroms eines 7400 ohne Stützmaßnahmen.

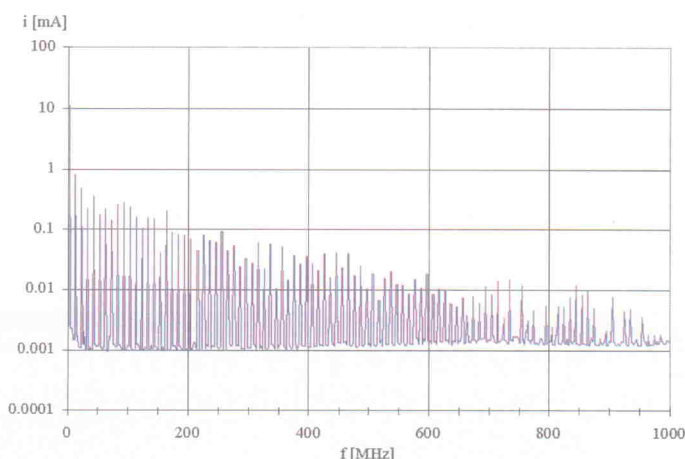
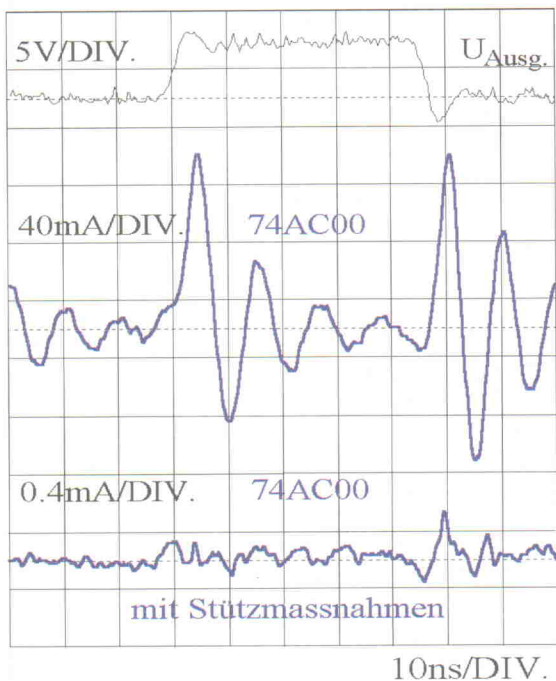


Bild 8. Frequenzspektrum des Versorgungsstroms eines 7400 mit Stützkondensator.





**Bild 9.**  
**74AC00**  
**mit und**  
**ohne**  
**Stützmaß-**  
**nahmen**  
**(LC-Kom-**  
**bination).**

Der Schaltstrom eines ICs ist vom Entwickler nicht beeinflussbar. Die Minimierung der Störaussendung einer Schaltung muß über einen optimal gestalteten DC-Bus und über gut angepaßte Stützmaßnahmen geschehen. Die weitverbreitete Methode der Stützung mittels Kondensatoren genügt bei schnellen Logikfamilien nicht mehr, um die Störaussendungen auf ein zulässiges Maß zu reduzieren. Die Stromversorgung von schnellen Schaltkreisfamilien wie zum Beispiel AS, F, AC und ACT ist mit LC-Kreisen zu filtern. cf

#### Literatur

- [1] Emery Kultsar, IBM Corporation: Predicting EMI from DC Buses in Digital Equipment, ITEM 1984
- [2] Henry W. Ott, Digital design for elektromagnetic compatibility, 7th International Zurich Symposium & Technical Exhibition on Electromagnetic Compatibility, Tutorial Lecture T3, Zürich 1987
- [3] Eilhard Haseloff, Texas Instruments Deutschland GmbH, Freising, Entwicklungsrichtlinien für schnelle Logikschaltungen und Systeme

## Zeitbereich

Die Speisung des IC 7400 wurde nur durch einen Kondensator gestützt [2]. Der Einfluß dieser Maßnahme auf den Versorgungsstrom ist in Bild 6 ersichtlich. Das IC 74AC00 wurde durch eine Kombination, bestehend aus einer Induktivität und einer Kapazität, gestützt [3]. Die Glättung des Versorgungsstroms durch die verwendete LC-Beschaltung ist in Bild 9 dargestellt.

günstigsten Fall eine Reduzierung um den Faktor zehn (Bild 7 und 8).

## Zusammenfassung

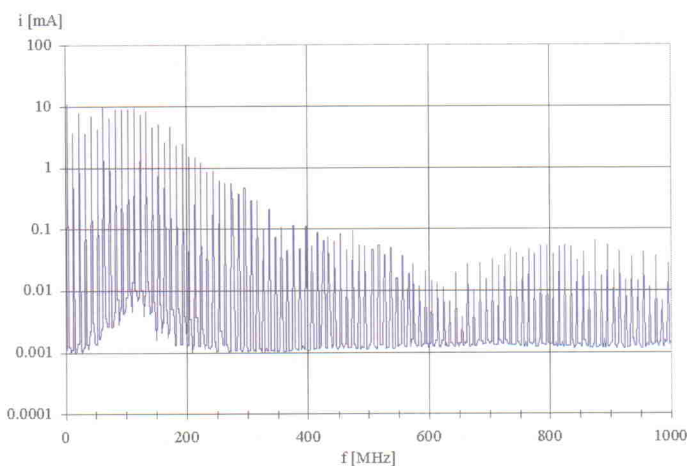
Allgemein kann man die Aussage treffen, daß sich TTL-Familien, unter dem Gesichtspunkt der EMV betrachtet, besser verhalten als CMOS-Typen. Dabei ist ein klarer Zusammenhang zwischen der Geschwindigkeit des Gatters und dem vom IC aufgenommenen Stromimpuls gegeben. Die Aussage, daß die Geschwindigkeit der verwendeten Logikfamilien nur so schnell sein sollte, wie es die Applikation erfordert, wird damit erhärtet und sollte zu Herzen genommen werden.

Die verschiedenen Logikfamilien verhalten sich in bezug auf die Schaltströme, welche die wichtigste Ursache der Störaussendung sind, sehr unterschiedlich. Innerhalb der CMOS-Reihe weisen die C-, HC-, HCT-Logiken diesbezüglich günstigere Eigenschaften auf. Bei den TTL-Familien sind es die TTL, LS, ALS ('Low-Power'-Versionen) und eventuell S, die Vorteile in bezug auf die Störaussendung bieten.

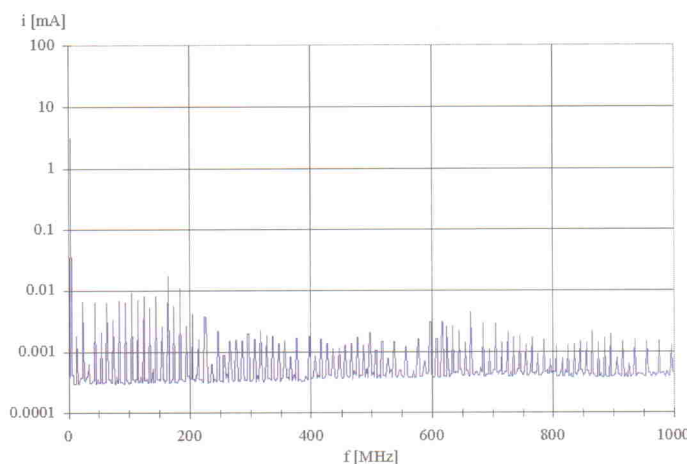
## Frequenzspektrum

In Bild 7, 8, 10 und 11 stehen sich die Spektren des Schaltstroms zweier sehr unterschiedlicher Logikfamilien gegenüber: Derjenige des 74AC00 mit den höchsten Störaussendungen und derjenige des Standard-TTL 7400 mit den geringsten Störaussendungen. Beide Ströme sind mit leerlaufenden Ausgängen des Test-ICs aufgezeichnet.

Eine optimal ausgelegte LC-Stützmaßnahme am 74AC00 reduziert die Störaussendungen ungefähr um den Faktor 1000 (Bild 10 und 11). Die allgemein verbreitete Stützung mittels eines Kondensators bewirkt im



**Bild 10. Frequenzspektrum des Schaltstroms eines 74AC00 ohne Stützmaßnahmen.**



**Bild 11. Frequenzspektrum des Versorgungsstroms eines 74AC00 mit Stützmaßnahmen (LC-Kombination).**

# SIND AUTOROUTER BESSER ALS INTERAKTIVE DESIGNER?

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

**ULTIBOARD**  
COMPUTER AIDED PCB DESIGN

Verfügbar von einer 'low-cost' DOS-Version bis zur 32-bit PC und SUN Version mit unbegrenzter Kapazität. Besonders die REAL-TIME Features sprechen den professionellen Designern an. Mit über 11.000 Anwendern weltweit gehört ULTIBOARD zu den führenden PCB-Layoutsystemen.

**ULTIMATE**  
TECHNOLOGY

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

Toube El Design Tel. 030-6959250 Fax-6942338  
Infocomp Tel. 09721-18474 Fax-185588  
PDE CAD Systeme Tel. 08024-91226 Fax-91236  
Kremer Tel. 07721-91880 Fax-28561  
Easy Control Tel. 0721-45485 Fax-45487  
Heyer & Neumann Tel. 0241-553001 Fax-558671  
AKC GmbH Tel. 06106-90050 Fax-900533

Mit ULTIBOARD kaufen Sie keine 'CADze im Sack' dank des voll funktionstüchtigen Test-systems (200 Pin Designkapazität einschließlich deutschsprachiger Einführungs- und Lernbücher) für nur DM 94 (incl. MwSt. und Versand)

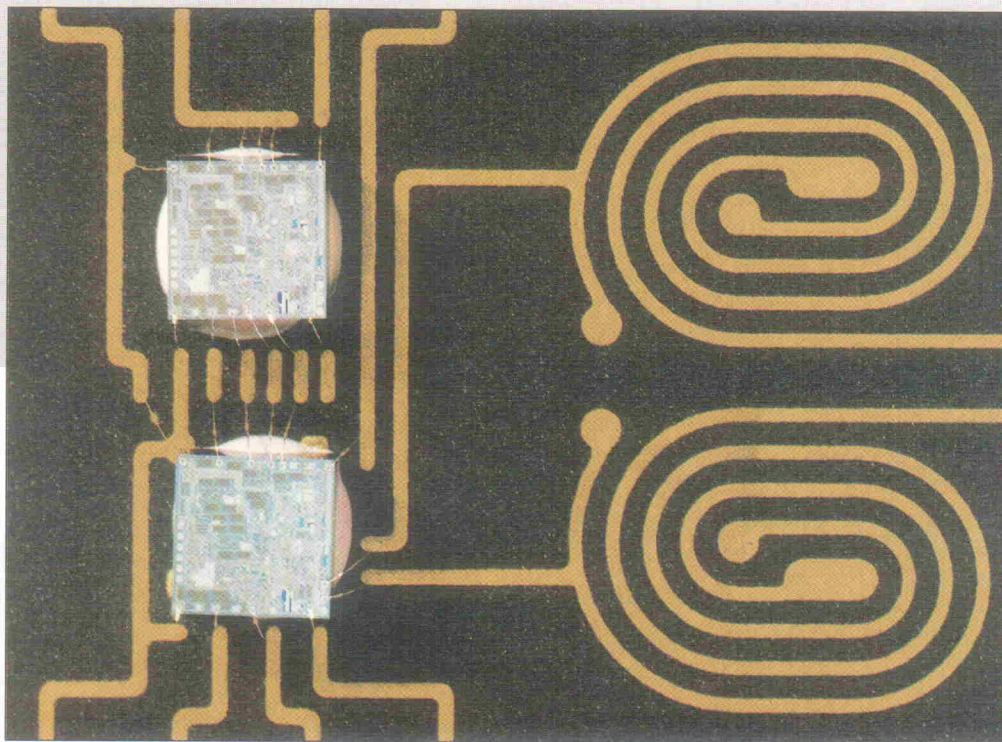


# Entstöördienst

## EMV-gerechtes Design elektronischer Schaltungen, Teil 4

Dr.-Ing. Joachim Franz

**Masseschleifen sind nur durch eine klare EMV-Planung bereits in der Projektierungsphase zu beherrschen. Dabei muß der Entwickler alle möglichen Entkoppelungsmethoden, die ja auch die Signal- und Schaltungsstruktur beeinflussen können, berücksichtigen. Zwei Beispiele sollen verdeutlichen, wie die Systematik aus den ersten Folgen dieser Artikelreihe im Projektverlauf angewendet werden kann.**



**Z**ur EMV-Analyse in der Projektierungsphase muß der Entwickler strategisch vorgehen. Die Schaltungsstruktur, die Signalstruktur und das Massesystem einer zu entwickelnden Schaltung werden anhand des Blockschaltbildes wie folgt geplant: Zur Analyse auf Masseschleifen zeichnet man in das Blockschaltbild der gesamten Anlage alle Masseschleifen ein, auch solche, die sich über die Kapazität zwischen Primär- und Sekundärwicklung von Netz- oder Signaltransformatoren oder zwischen Schaltungsmasse und Gehäuse schließen (Bild 1). Nun wird der Einsatz aller möglichen Entkopplungsmethoden, die ja auch die Signal- und Schaltungsstruktur beeinflussen können, überlegt und unter Berücksichtigung aller Randbedingungen eine geeignete Auswahl getroffen.

Nach der Analyse der häufig sehr unübersichtlichen Impedanzkopplung können die Maßnahmen gegen andere Koppelmechanismen (kapazitive und magnetische Kopplung

sowie die Kopplung durch elektromagnetische Wellen) ergriffen werden. Die Analyse muß sich sowohl auf die Einkopplung als auch auf die Auskopplung von Störungen erstrecken. Aus dieser Analyse ergibt sich eine geeignete Schaltungs- und Signalstruktur sowie eine optimale Struktur des Massesystems.

### Planung ist das halbe CE-Zeichen

Aus der Analyse lassen sich sogar EMV-Vorgaben und auch EMV-Testmethoden für die Entwicklung einzelner Baugruppen herleiten. Einem Entwickler kann zum Beispiel vorgegeben werden, welche Störströme (Höhe, Frequenz und Kurvenform) die vom ihm zu entwerfende Schaltung über die nach außen führenden Masseklemmen störungsfrei tolerieren soll. Der Entwickler ist dann in der Lage, unter Berücksichtigung der ermittelten EMV-Randbedingungen seine Schaltung von vornherein richtig ausulegen – vorausgesetzt er er-

fährt rechtzeitig von diesen Randbedingungen. Er kann dann seinerseits dem Layoutdesigner genaue EMV-relevante Angaben über den Schaltungs- und Masseaufbau sowie Einzelheiten zur Leitungsführung weitergeben.

Nach der Layouterstellung kann man die Störsicherheit jeder einzelnen Baugruppe vor dem Aufbau theoretisch (zum Beispiel mit CAE-Methoden) und danach auch meßtechnisch ermitteln. Die störungsfreie Funktion der Gesamtschaltung – nach dem Zusammenschalten aller einzeln entwickelten Module – ist damit sichergestellt.

### Fallbeispiel Schaltnetzteil

Die EMV-Planung an einem Einzelprojekt, die auch das Umfeld mit einbezieht, soll nun am Beispiel eines Schaltnetzteils gezeigt werden [3], dessen Funktionsprinzip in Bild 2 dargestellt ist. Es enthält die Stromanalyse mit den wichtigen Strömen. Die kritische Masche dieses Schalt-



netzteil (mit 'II' bezeichnet) besteht aus dem Schalttransistor, der Diode und dem Ladeelko; denn in allen Zweigen dieser Masche – und nur in diesen – besitzen die Ströme sehr steile Schaltflanken.

Eine Layoutgestaltung gemäß Bild 3 minimiert die Schleifenfläche dieser Masche. Die Leitungen sind so geführt, daß Hin- und Rückleiter sehr nahe beieinander liegen; der magnetische Fluß wird dadurch klein. Die Bauteile sind so platziert, daß die Schleife einmal 'verdrillt' ist: die Flüsse der beiden Schleifenhälften kompensieren sich teilweise. Sie lassen sich mittels einer geschlossenen, leitenden Fläche auf der Gegenseite noch weiter reduzieren (Wirbelstrombildung). Der aus den parasitären Kapazitäten mit dieser Induktivität gebildete Schwingkreis bekommt dann eine sehr hohe Resonanzfrequenz und geringe Güte – die durch die Schaltflanken angeregte Schwingung verschwindet. Außerdem verringert sich die Gegeninduktivität zu anderen Maschen und damit die magnetische Kopplung zu ihnen.

## Beim Analytiker

Die Stromanalyse zeigt, daß durch die Reihenmassestruktur der Schaltung bei beidseitiger Verbindung der Masse mit Erde Kopplungen der Stufen des Schaltnetztes untereinander, aber auch zum Netz und zur Last auftreten können. Diese Kopplungen fallen einem Entwickler bei der Schaltungsentwicklung häufig nicht auf, weil er an seinem Arbeitsplatz die spätere Anordnung nicht vorfindet. Sie machen sich dann erst beim Betrieb des Schaltnetztes im Gerät durch die externen Masseverbindungen bemerkbar.

Mittels Stromanalyse offenbaren sich derartige Kopplungen bereits im Schaltbild. Entscheidend ist, daß man die Erdungen am Netz und an der Last auch in das Schaltbild einzeichnet, was kein spezielles Wissen über

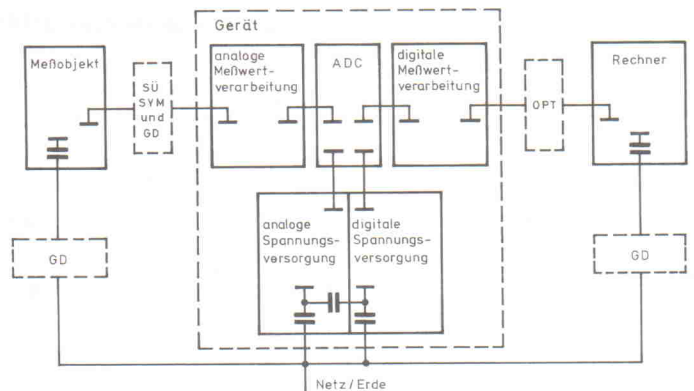
die externe Anordnung erfordert. Mit der Methode der Verschiebung der Knotenpunkte kann die Impedanzkopplung der kritischen, mit hochfrequenten Strömen belasteten Masche zu ihrer näheren und weiteren Umgebung verringert werden. Hinreichend klein wird sie nur durch eine Hierarchie der Untersternpunkte und ihre Verbindung über kurze Leitungen; die Koppelimpedanz eines einfachen Sternpunktes ist schon zu groß.

## Wie sag' ich's meinem Layouter

Bild 2 zeigt weiterhin, wie der Entwickler die Ergebnisse der EMV-Analyse protokollieren und dem Layouter übermitteln kann: die Einkerbungen der Leitungen machen die Anschlußtechnik für die Kondensatoren deutlich (Nadelöhrtechnik). Leitungen, die besonders kurz sein müssen, sind auch so bezeichnet. Die Stellen mit dem höchsten  $du/dt$  (kapazitive Kopplung!) und dem kritischen  $di/dt$  sind ebenfalls gekennzeichnet. Mit einer anschaulichen 'Sprache' wurden dem Layouter hier alle für ein EMV-günstiges Layout notwendigen Informationen im Schaltbild schriftlich übermittelt. Bei der Layoutgestaltung kann nun systematisch vorgegangen werden; EMV-relevante Punkte bleiben nicht dem Zufall überlassen. Mit den hier angestellten Überlegungen können prinzipiell alle leistungselektronischen Schaltungen analysiert werden.

## Frühstart willkommen

In den vier Folgen über EMV-gerechtes Design elektronischer Schaltungen wurde versucht, an einer bewußt begrenzten Auswahl aus dem Gebiet EMV eine systematische Darstellung der Zusammenhänge zu zeigen. Als wichtiges Hilfsmittel erwies sich dabei die Stromanalyse. Es zeigt sich: EMV-Planung muß in einem möglichst frühen Sta-



**Bild 1. Mögliche Entkopplungsmaßnahmen gegen Masseschleifen in einer Meßwerterrfassungsanlage. Ähnlich müssen die einzelnen Blöcke selbst analysiert werden (SYM: Symmetrische Signalübertragung, SÜ: Stromübertragung, GD: Gleichakttdrossel, OPT: Optokoppler).**

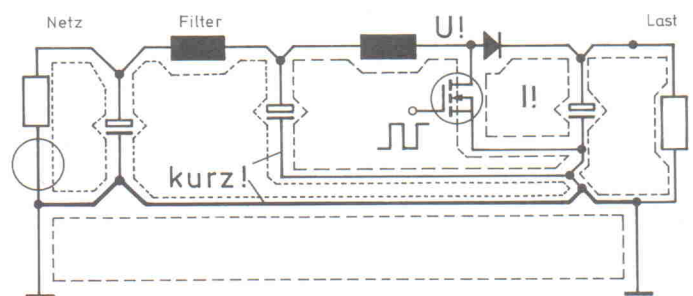
dium der Geräteentwicklung stattfinden. Möglichst früh heißt nicht: erst nach der Schaltungserstellung. Denn zu diesem Zeitpunkt können bereits Wege eingeschlagen sein, die – wie jedes Vorurteil – schwer zu korrigieren sind, abgesehen davon, daß ein Teil der bis dahin geleisteten Arbeit nutzlos war und die Überlegungen zur EMV sowieso angestellt werden müssen. Dies ist ungemein frustrierend.

Gerade die Diskussion der Unterdrückung von Störungen durch geeignete Massestrukturen und die Signalart des Nutzsignals macht deutlich, wie wichtig die EMV-Planung in der Phase der Entwicklung vor dem Schaltungsaufbau ist. Wenn einem dann trotz intensiver EMV-Planung noch Fehler unterlaufen, ist die Ursache für

ein Fehlverhalten der Schaltung in der Regel sehr schnell gefunden, da bereits eine gründliche Analyse vorliegt. Das Arbeiten mit der dargestellten Methode hat im Universitätsbetrieb, wo Studenten oft ihre erste Schaltung – häufig mit sehr hohen Anforderungen an die EMV – entwickeln, wie in der industriellen Entwicklung sehr viel Zeit gespart. Ein Redesign aus EMV-Gründen war nur noch in ganz seltenen Fällen nötig. Ein Entwickler formulierte den Grund dafür so: 'Jetzt können wir die Störungen in dem Gerät sehen.'

## Vom Himmel hoch

Auch die alte Streitfrage, ob ein abgeschirmtes Kabel an einer oder beiden Seiten auf Masse gelegt werden soll, erscheint



**Bild 2. Prinzipschaltbild eines Schaltnetztes mit allen Ergebnissen der EMV-Analyse.**

# WIE TEUER IST EIN 32-BIT EDA SYSTEM?

Der ULTiboard Challenger LITE (32 bit Schaltplan + Layout + Autorouter) kostet nur DM 995 (incl. MwSt. DM 1.144,25). Kapazität 500 pins. Aufrüstbar bis zu den größeren Systemen.

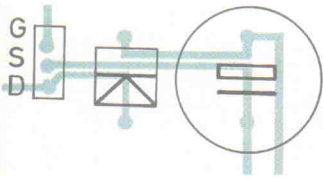
Verfügbar von einer low-cost DOS-Version bis zur 32-bit PC und SUN Version mit unbegrenzter Kapazität. Besonders die REAL-TIME Features sprechen den professionellen Designern an. Mit über 11.000 Anwendern weltweit gehört ULTiboard zu den führenden PCB-Layoutsystemen.

**ULTIMATE TECHNOLOGY**

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

<p>• MIT ULTiboard kaufen Sie keine 'CADze im Sack' dank des voll funktionstüchtigen Test-systems (200 Pin Designkapazität einschließlich deutschsprachiger Einführungs- und Lernbücher) für nur DM 94 (incl. MwSt. und Versand)</p>	<p>• Taube El. Design Tel. 030 - 6959250 Fax -6942338</p> <p>• Infocomp Tel. 09721-18474 Fax -185588</p> <p>• PDE CAD Systeme Tel. 08024-91226 Fax -91236</p> <p>• Kmaga Tel. 07721-91880 Fax -28561</p> <p>• Easy Control Tel. 0721-45485 Fax -45487</p> <p>• Heyer &amp; Neumann Tel. 0241-553001 Fax -558671</p> <p>• AKC GmbH Tel. 06108-90050 Fax -900533</p>	
--	--	--





**Bild 3. Induktivitäts- und gegeninduktivitätsarmes Layout der kritischen Masche im Schaltnetzteil.**

nun in einem anderen Licht: Das einseitige Auflegen mag zwar in bestimmten Fällen (NF-Anlagen) Brummschleifen verhindern, das ist aber keine vernünftige Begründung, dies auch so zu tun. Denn zur Dämpfung hochfrequenter Störungen durch elektromagnetische Wellen ist diese Maßnahme ungeeignet. Man muß sich dann nicht wundern, wenn – wie tatsächlich in einem Gottesdienst zum Heiligabend geschehen – nach dem Choral 'Vom Himmel hoch, da komm ich her' aus dem Lautsprecher der Elektronenorgel die Bitte eines Piloten um Landeerlaubnis ertönt. Allein dieses eher harmlose Beispiel zeigt die unzureichenden Methoden und die mangelnde Weitsicht bei der Entwicklung. Masseschleifen sind 'artgerecht' zu behandeln, was preiswert und schnell möglich ist.

Viele gerade aus EMV-Sicht ungünstige technische Lösungen halten sich, weil alle Welt sie anwendet und sie viel zu wenig hinterfragt werden. Auch aus Zeitgründen widmet man sich nicht früh genug der EMV. Etliche Redesigns, deren EMV-Ursachen häufig schamhaft vertuscht werden, und viel Ärger mit dem Kunden sind die Folge. Der zeitliche und finanzielle Aufwand hierfür ist aber erfahrungsgemäß viel größer als eine rechtzeitige EMV-Planung.

### Wunschziel

Die systematische EMV-Ausbildung aller an Planung und Entwicklung Beteiligten sowie eine sorgfältige und organisierte EMV-Planung kann die Entwicklungszeit (time to market) drastisch senken. In einem prak-

tischen Fall industrieller Entwicklung konnte die Anzahl der Redesigns pro Projekt im Jahresmittel von vier bis fünf auf eins gesenkt werden; und dieses eine war nicht mehr aus EMV-Gründen erforderlich. Man sollte auch einmal darüber nachdenken, wieviel Ärger und Entmutigung der Entwickler und wieviel Vertrauensverlust bei Kunden so vermieden werden könnten. Die infolge einer effektiven EMV-Arbeit eingesparten direkten und indirekten Kosten tragen gerade auch bei Firmen mit einem sehr hohen Entwicklungsteil zu einer entscheidenden Kostendämpfung bei.

### Literatur

- [1] Sax H., HiFi im Fernsehgerät, Funkschau 24...26 1981, Franzis-Verlag, München
- [2] Franz J., Gestaltung des Massesystems elektronischer Schaltungen unter EMV-Gesichtspunkten, Tagungsband 'Rechnergestützter Entwurf von modernen Bauelementeträgern (CAD/CAE)', Juni 1992, Ingenieurtechnischer Verband KDT e.V., Gesellschaft für Elektrotechnik
- [3] Holst, D., Stromanalyse, Verfahren zur Reduzierung aufbaubedingter Kopplungen, Tagungsband 'Rechnergestützter Entwurf von modernen Bauelementeträgern (CAD/CAE)', Juni 1992, Ingenieurtechnischer Verband KDT e.V., Gesellschaft für Elektrotechnik
- [4] Franz, J., Störungssicherer Aufbau elektronischer Schaltungen, EMV-Reihe des Institutes für Grundlagen der Elektrotechnik und Messtechnik der Universität Hannover
- [5] Abschlußbericht des BMFT-Forschungsprojektes 'EMC-Simulationssystem für die Aufbau- und Verbindungstechniken der Mikroelektronik mit Expertensystemunterstützung', VDI/VDE-Technologiezentrum Informationstechnik, Berlin
- [6] AVT Report, Schriftenreihe für Aufbau- und Verbindungstechnik, VDI/VDE-Technologiezentrum Informationstechnik, Berlin, Heft 6/1993

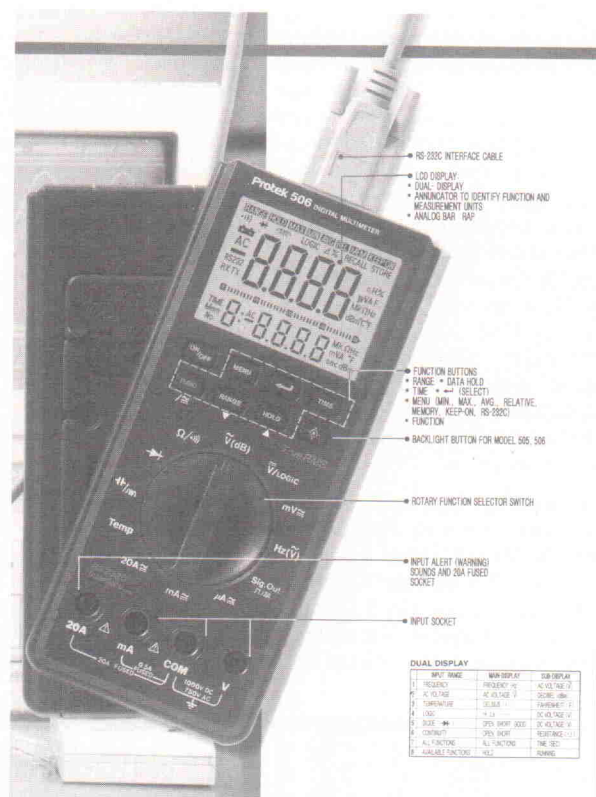
## Drei Profis für Ihre Meßaufgaben!

Hier die zählenden Fakten vom Pionier für „High-Tech Multimeter“, Hung Chang: Roboterfertigung, somit keine „Montagsgeräte“, Doppelanzeige für V-/dBm, V-/Log, Hz/V-, °C/°F, Funktion/Zeit, Ohm/Durchgang, Bargraph, 20A-Sicherung, Meßwertspeicher für 10 Messungen, akustische Warnung, Datenlogger mit Real-Time-Clock, Maximal-, Minimal-, Mittelwertspeicher, Relativmessung (% u. d%). Automatische sowie manuelle Bereichswahl. Automatische Abschaltung oder Keep-On-Mode. Batteriewarnung.

### Und nun die Meßfunktionen:

Spannung (-/-): 400m-1000V/400m-750V, Auflösung: 100µV, Genauigkeit (-/-): 0,5/1%.  
 Strom (-/-): 400µ-20A, Genauigkeit -1% (1,5)  
 Widerstand: 4000ohm-40M0hm, Auflösung: 0,10hm, Genauigkeit: 0,5%.  
 Frequenzzähler 1Hz bis 10MHz, 0,1%, Auflösung: 1Hz/10Hz/100Hz/1kHz.  
 Kapazitätsmessung bis 100µF, 3%.  
 Induktivitätsmessung bis 100H, 3%.  
 Temperatur: -17°C bis +1093°C (entspr. °F).  
 dBm Messung über 50dB, 0,5% +0,5dBm.  
 Logiktest, Diodentest, Durchgangstest.  
 Signalgenerator: 2048,4096, 8192Hz.  
 Echte Effektivmessung Modell 505 u. 506.  
 Zusätzlich für Modell 506: Beleuchtete Anzeige, RS-232C Schnittstelle mit Super Programm für Windows.  
 Standardzubehör: Batterie, Sicherheitsmeßschnüre, Handbuch, Tragetasche, RS-232-Kabel u. Programmdiskette (506).  
 Inkl. Temperatursensor, Optionell: Holster, ISO 9001 und 9002.

Und jetzt die Preise in DM (ÖS) inkl. MwSt., zzgl. 7,- DM (50 ÖS) für Porto/Verpackung.  
 Modell 504 ... 173,- (1220,-), Modell 505 ... 209,- (1454,-), Modell 506 ... 243,- (1699,-).



**BRENNER Elektronik, 84384 Wittibreit**

Kerneigenstraße 1, Telefon 085 74/2 95, Fax 085 74/8 52, Österreich: A-4950 Altheim, Marktplatz 28



# Bei wichtigen Entscheidungen immer dabei.



Ein unabhängiger, neutraler und fachkompetenter Journalismus ist der Garant für eine qualitativ hochwertige Fachzeitschrift. Um Ihnen diesen hohen Qualitätsanspruch zu garantieren, bietet ELRAD eine Redaktion mit sieben Redakteuren sowie ein eigenes Meß- und Elektronik-Labor mit mehreren Technikern für umfangreiche Tests. In dieser Zusammensetzung wohl einmalig im deutschsprachigen Raum!

Überzeugen Sie sich selbst von der umfassenden Qualität! Erfahren Sie alles über Labor- und PC-Meßtechnik, Simulation, Sensorik und Aktorik sowie die neuesten Bauelemente.

Lernen Sie ELRAD kennen!

Wir sind sicher, wir werden Sie überzeugen.



**Elektronik hat einen Namen. ELRAD**

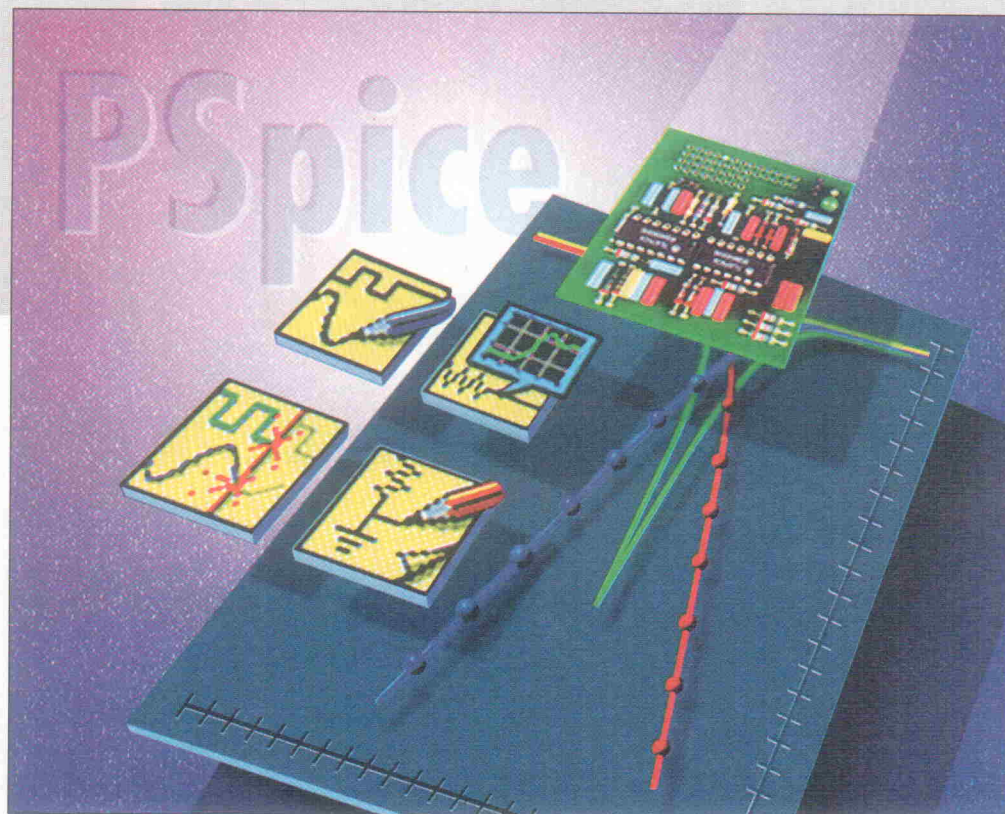


# Schaltungssimulation mit PSpice

## Teil 11: Optimal optimiert

Dr. Stephan Weber

Für viele verbirgt sich hinter dem Wort Optimierung etwas Geheimnisvolles. Dabei wird im Rahmen einer Optimierung lediglich ein gegebenes System so angepaßt, daß es den vorher erklärten Wunschvorstellungen möglichst nahe kommt. Klar, daß man derartige Verfahren auch für die Schaltungsentwicklung gebrauchen kann. Dieser Beitrag, der im übrigen der letzte in dieser Reihe ist, zeigt anhand einiger Beispiele erfolgversprechende Wege auf. Als Grundlage für eigene Versuche gibt es wieder ein Pascal-Programm.



Optimierung hat zunächst nichts mathematisches oder gar elektronisches an sich. Meist gilt es einen Gegenstand, eine Fabrik, ein technisches Gerät oder eben ein Simulationsmodell zu verbessern. Erst wenn es zur exakten Definition dessen kommt, was optimiert werden soll – der Verbrauch eines PKW, der Gewinn pro Mitarbeiter, die Bandbreite eines Verstärkers oder die Modellabweichungen zur Realität –, kommt Mathematik ins Spiel.

Eine mathematische Optimierung hat den Vorteil, daß man die Hauptarbeit einem Rechner überlassen kann. Dazu ist es erforderlich anzugeben, wie man aus den Systemeigenschaften (zum Beispiel die Werten der elektronischen Bauteile) das Optimierungskriterium ermittelt. Einen solchen eindeutigen Zusammenhang gibt die sogenannte Zielfunktion, welche in

der Regel von mehreren Variablen ( $X = (x_1, x_2, \dots)^T$ ) abhängt. Beim Auto bestimmen Parameter wie Gewicht, Motor und Aerodynamik den Kraftstoffverbrauch. Der Optimierer 'spielt' nun verschiedene Kombinationen der Parameter durch und ermittelt so die beste Lösung, das heißt das Minimum der Zielfunktion.

### Nichts ist unmöglich ...

Aber nicht immer ist ein Optimum erreichbar oder sinnvoll, denn meistens müssen die Parameter bestimmte Grenzen einhalten. Beim Auto könnte es sein, daß ein bestimmtes Mindestgewicht oder ein bestimmter cw-Wert nicht unterschritten werden kann, sei es aus physikalischen Gründen oder der Kosten wegen. Daher ist es wichtig zu wissen, welche Parameter  $x_1, x_2, \dots$  unter welchen Rand-

bedingungen variiert werden dürfen.

Dementsprechend gibt es unterschiedliche Optimierungsverfahren: manche können nur einen Parameter optimieren, andere beliebig viele. Manche Optimierer sind nicht in der Lage, Randbedingungen zu berücksichtigen, andere nur lineare, manche sogar nichtlineare. Die Zielfunktion selbst kann linear, quadratisch oder beliebig nichtlinear sein.

Es ist auch möglich, daß man nicht nur eine Zielfunktion betrachten muß, sondern gleich mehrere, zum Beispiel den Verbrauch, die Sicherheit und die Umweltverträglichkeit eines Autos. Unter Umständen lassen sich diese drei Kriterien auch zusammenfassen (was aber nicht immer einfach ist) und dann ein Verfahren wählen, das nur eine Funktion optimieren kann.

Ob man nun das Minimum oder das Maximum der Zielfunktion



sucht, ist dagegen egal, da  $-f(X)$  genau dort ein Maximum hat, wo  $f(X)$  ein Minimum hat. Deshalb ist in der Literatur praktisch ausschließlich von Funktionsminimierung die Rede.

Scheinbar gestaltet sich mit den unterschiedlichsten Anforderungen auch die Wahl des 'richtigen' Optimierungsverfahrens schwierig. Doch bei den meisten nicht zu komplexen technischen Problemen kommt man mit einigen Standardverfahren aus. Zudem sieht der Grundablauf eines Optimierungsverfahrens immer ähnlich aus:

- Startwert vorgeben,  $i := 1$  und  $X_i = X_{\text{start}}$
- Zielfunktion  $f(X)$  berechnen,
- Kontrolle, ob Ergebnis  $f(X) < E$  (Abbruchkriterium),
- wenn nicht,  $i$  um 1 erhöhen und anhand einer geeigneten Strategie ein neues  $X_i$  wählen (Optimierungsstrategie).

Natürlich sind auch andere Abbruchkriterien denkbar: zum Beispiel Begrenzung der Iterationsanzahl  $i_{\text{max}}$  oder der Rechenzeit. Auch die Zielfunktion  $f(X)$  kann nahezu beliebige Formen annehmen. Wichtig ist nur, daß sie ein Minimum aufweist. Je näher der Startwert am Optimum liegt, desto schneller und sicherer ist die Optimierung – unabhängig vom gewählten Verfahren. Ein und derselbe Optimierungsalgorithmus eignet sich – oft auch ohne den Algorithmus anpassen zu müssen – für eine Vielzahl von Problemen. Die Optimierung kann damit ähnlich universell sein wie die Schaltungssimulation selbst.

## Ansichten einer Optimierung

Doch wie sieht so ein Optimierungsverfahren überhaupt aus? Und welche Kriterien gibt es um sich zwischen verschiedenen Verfahren zu entscheiden?

Bei sehr vielen praktischen Problemen ist die Ermittlung der Zielfunktion recht aufwendig. So zum Beispiel bei der Verbesserung der Einschwinggenauigkeit eines Verstärkers per Simulation. Hier kann allein die einfache Simulation im Minutenbereich liegen. Da verschiedene Parameterkombinationen durchzurechnen sind, addieren sich die Zeiten für die Gesamt-optimierung leicht auf über eine Stunde. Dies ist eine entschei-

dende Grenze für solche Optimierer, die intern Programme wie SPICE aufrufen. SPICE ist zwar ausgesprochen universell, aber auch relativ langsam (große Ladezeit, Durchführung eigentlich nicht notwendiger Berechnungen, Ausgabe in Dateiform). Die Rechenzeit des internen Optimierers ist viel kürzer.

Bereits der achte Teil der Simulationsserie (ELRAD 6/95) stellte im Rahmen der Transistormodellierung einige Optimierungsverfahren kurz vor. Hier soll daher mehr auf die Hintergründe eines universellen Verfahrens eingegangen werden. Anhand eines Pascal-Programms (benutzt wurde Turbo Pascal, doch sind auch viele andere Compiler geeignet) kann man sich leicht genauere Information verschaffen.

## Bergsteigen einmal anders

Das Koordinatensuchverfahren – jeder Parameter  $x_1, x_2, \dots$  wird hintereinander einzeln optimiert – und die verschiedenen Zufallsverfahren sind einfach zu programmieren. Bei komplexen, nichtlinearen Problemen jedoch sind sie zu langsam und kommen damit als universelle Verfahren weniger in Frage. Die meisten höheren Verfahren sind Gradientenverfahren. Stellt man sich die Zielfunktion als Landschaft vor, dann besteht die Aufgabe des Optimierungsverfahrens darin, den tiefsten Punkt zu ermitteln. Wenn man also die Richtung des steilsten Abstiegs – diese gibt der (negative) Gradient  $G$  an – kennt, dann hat man bereits eine wichtige Information, die Zeitverschwendung durch unnötige Berechnung der Zielfunktion verhindert. Auch hier ist der Programmieraufwand nicht allzu hoch, und das Verfahren läßt sich weiter verfeinern.

Ein weiteres Analogon zur Veranschaulichung des Gradienten ist zum Beispiel ein elektrisches Potentialfeld  $V(X)$  = Spannung am Punkt  $X$ . Die Äquipotentialflächen sind durch  $V = \text{konstant}$  gegeben, die elektrische Feldstärke  $\vec{E}$  steht immer senkrecht auf den Äquipotentialflächen und zeigt in Richtung der stärksten Feldänderung. Die Feldstärke  $\vec{E}$  ist also der Gradient von  $V$ , das heißt  $\vec{E} = -\text{grad}(V)$ . Eine Ladung  $Q$  würde sich in Richtung von  $\vec{E}$  bewegen und

so das Potentialminimum 'suchen'. Ein Optimierer arbeitet genauso, nur eben nicht nach physikalischen, sondern mathematischen Gesetzen.

Ein typisches elektronisches Problem stellt der Abgleich mehrerer Potis  $P_1, P_2, \dots$  zur Kalibrierung eines Meßgerätes dar. Man stellt oft fest, daß die einzelnen Abgleichpunkte (z.B. Nullpunkt und Endausschlag) verkoppelt sind: Wurde ein Poti gerade richtig eingestellt, ist es nach Abgleich des nächsten wieder dejustiert und muß nochmals verstellt werden. Es ist gut, solche Verkopplungen zu kennen. Denn dann lassen sie sich in Form einer Strategie berücksichtigen: das heißt, man kann beim ersten Poti etwas 'vorhalten', so daß sich der 'Fehler' beim Abgleich des nächsten gerade wieder aufhebt. Ähnliche Verkopplungen bestehen auch in Optimierungsproblemen und werden durch die partiellen Ableitungen  $f'(X) \approx \partial f(X)/\partial x$  und  $f''(X) \approx \partial^2 f(X)/\partial x^2$  der Zielfunktion beschrieben.

Mit Kenntnis des Newton-Verfahrens (siehe ELRAD 4/95, S. 88) läßt sich aus den Ableitungen unmittelbar das Minimum einer quadratischen Zielfunktion  $f(X)$  ausrechnen. Es gilt:

$$X_E = X - H^{-1}(X) G(X) \quad (\text{Newton-Verfahren})$$

Doch Vorsicht: Exakt gilt die Formel nur für rein quadratische Funktionen. Beliebige Funktionen sehen zwar quadratischen Funktionen zumindest in Minimumnähe sehr ähnlich, können aber auch zum Beispiel Exponentialfunktionen – man denke an die Transistorkennlinien – enthalten. Trotzdem ist diese Methode ein sehr gutes Verfahren und Vorbild für viele in diesem Jahrhundert entwickelte Methoden zur Optimierung. Das Newton-Verfahren sollte nicht mit dem Newton-Raphson-Verfahren verwechselt werden. Dieses ermittelt nämlich die Nullstelle einer nichtlinearen vektorwertigen Funktion und nicht das Minimum einer reellen Funktion. Die Grundidee der Linearisierung durch Ableitungen ist in beiden Fällen allerdings dieselbe. Bei praktisch allen einfachen Optimierungsverfahren wächst der numerische Aufwand je nach Komplexität mit  $n^3$  bis  $n^n$ . Dagegen konvergiert das Newton-Verfahren in Minimumnähe sogar quadratisch, und der Re-

chenaufwand liegt nur in der Größenordnung von  $n^2$ . Dies ist bei aufwendigen Problemen ein extremer Unterschied.

Bei Funktionen  $f(X)$  mit mehreren Variablen  $x_1, x_2, \dots$  werden die Ableitungen in einer rechteckigen Matrix-Struktur dargestellt. Ein Vektor wird oft als Matrix mit nur einer Spalte bezeichnet und ist somit der Spezialfall einer Matrix. Die Matrix (Vektor) mit den ersten partiellen Ableitungen heißt Gradient  $[f'(X) = G(X)]$  und die mit den zweiten Ableitungen heißt Hessesche Matrix  $[f''(X) = H(X)]$ . Hier ein komplettes Beispiel mit der Minimierung einer (einfachen, frei erfundenen) nichtlinearen Funktion:

$$f(x_1, x_2) = 1/2(1 + 2x_1 + x_2)^2 + 1/2(1 + x_2)^2$$

Durch 'scharfes Hinsehen' läßt sich das Minimum bei  $x_1 = 0$  und  $x_2 = -1$  lokalisieren. Zur Lösung nach dem Newton-Verfahren nimmt man als Startwert etwa  $X_s = (x_1, x_2)^T = (0, 0)$ . So ergibt sich:

$$\begin{aligned} G(X) &= (\partial f/\partial x_1, \partial f/\partial x_2)^T \\ &= [2 + 4x_1 + 2x_2, 1 + 2x_1 + x_2 + (1 + x_2)]^T \\ &= [2 + 4x_1 + 2x_2, 2 + 2x_1 + 2x_2]^T \\ H(X) &= \begin{pmatrix} \partial^2 f/\partial x_1^2 & \partial^2 f/\partial x_1 \partial x_2 \\ \partial^2 f/\partial x_2 \partial x_1 & \partial^2 f/\partial x_2^2 \end{pmatrix} \\ &= \begin{pmatrix} 4 & 2 \\ 2 & 2 \end{pmatrix} \end{aligned}$$

Man erkennt, daß die Nebendiagonalelemente der Hesse-Matrix  $H(X)$  ungleich Null sind. Dies deutet auf die erwähnte Parameterkopplung (die Geschichte mit den Potis) hin. Außerdem stellt man fest, daß  $H(X)$  immer eine symmetrische Matrix mit  $H_{ij} = H_{ji}$  ist, was man zur Einsparung von Rechenzeit nutzen kann.

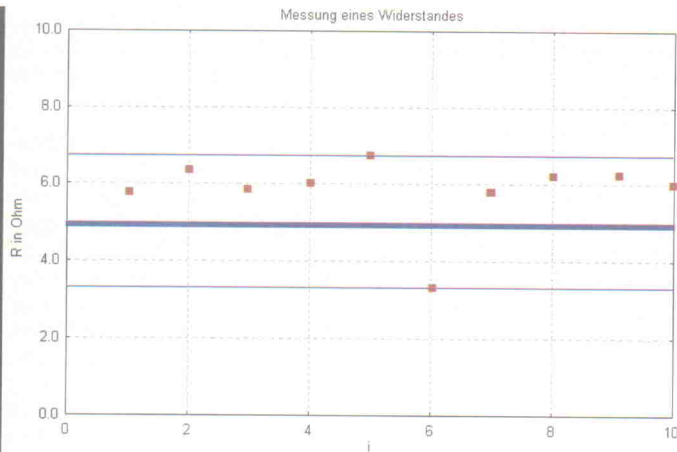
$$G(X_s) = (2, 2)^T$$

$$H(X_s) = \begin{pmatrix} 4 & 2 \\ 2 & 2 \end{pmatrix}$$

$$H^{-1}(X_s) = \begin{pmatrix} 0,5 & -0,5 \\ -0,5 & 1 \end{pmatrix}$$

In diesem Fall ist die Funktion rein quadratischer Natur und damit  $H$  konstant. Bei beliebigen nichtlinearen Funktionen muß dies nicht der Fall sein.  $H$  muß natürlich invertierbar sein ( $\det(H) < 0$ ), aber selbst wenn dies nicht der Fall ist, kann das Newton-Verfahren unter Umständen divergieren. Es nähert sich dann nicht einem stabilen





**Bild 72. Minimierung nach der Minimax-Norm (L<sub>∞</sub>-Norm).**

Zielpunkt an. Wenn man selber Gleichungen aufstellt, kann dies sehr leicht passieren. In der Praxis kann dies ein Indiz für sogenannte Sattelpunkte sein.

$$X_2 = X_s - G(X_s) H^{-1}(X_s) \\ = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ -1 \end{pmatrix}$$

Dies stimmt exakt mit der vorher überlegten Lösung überein: mit  $X_2$  ist das Minimum der Zielfunktion  $f(X)$  in nur einem Schritt ermittelt worden. Gradient  $G$  und Hesse-Matrix  $H$  sind genau die zur Minimierung notwendigen Informationen. Besonders in  $H$  steckt praktisch das 'Gedächtnis' beziehungsweise die Strategie des Optimierers. Bei Problemen aus der Praxis sind meistens mehrere Iterationsschritte erforderlich. Andererseits reicht unter Umständen das mit einem gewissen Restfehler behaftete Optimum. Eine gute Faustformel sind etwa  $5 \cdot n^2$  Funktionsaufrufe zur Erzielung eines guten Optimierungsergebnisses.

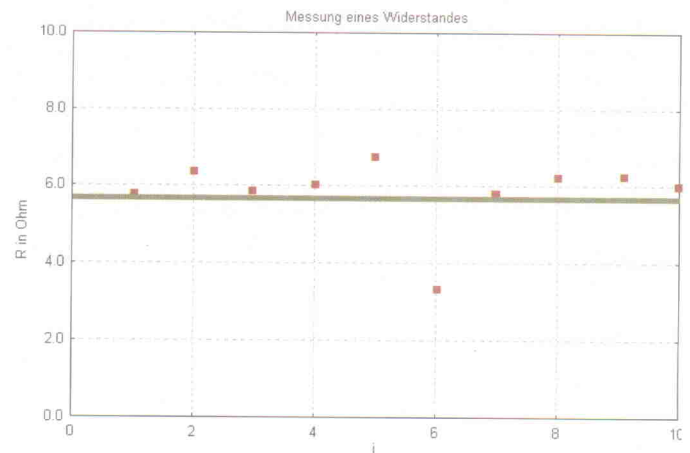
## Gefeit gegen Ausreißer

Auch wird der Restfehler nur selten exakt Null werden, da zum Beispiel Meßwerte, die als Berechnungsgrundlage dienen, Fehler aufweisen. Wichtig ist, daß das Optimierungsverfahren hiergegen weitgehend immun ist. Ebenso entscheidend ist auch die Formulierung der Zielfunktion. Dazu ein weiteres Beispiel: Für einen ohmschen Widerstand gilt der Zusammenhang  $U = R \cdot I$ . Soll anhand von Strom-Spannungs-Messungen der Wert des Widerstandes  $R$  ermittelt werden, so ist aufgrund von Meßungenauigkeiten nicht der exakte Wert ermittel-

bar, sondern nur die Größenordnung von  $R_i = U_i/I_i$  aus den  $i$  verschiedenen Einzelmessungen. Die Frage ist nun, welcher Schätzwert ist der 'beste', etwa unter der Voraussetzung, daß alle Einzelmessungen dieselbe Meßunsicherheit aufweisen.

Stellt man  $R_i = f(i)$  grafisch dar, so müßte sich theoretisch eine waagerechte Gerade einstellen. In Wirklichkeit ergibt sich jedoch eine 'Punktwolke' mit Ausreißern nach oben und unten. Anhand welchen Kriteriums sollte man hier überhaupt Aussagen machen können? Eine sehr einfache Methode ist es,  $R_x$  so zu bestimmen, daß die 'Worst-Case'-Abweichungen zu jedem  $R_i$  minimal werden. Leicht erkennbar ergibt sich dann  $R_x = 1/2(R_{i_{\max}} + R_{i_{\min}})$  (Bild 72). Tatsächlich beträgt dann der maximale Einzelfehler  $\Delta R_{\max} = 1/2(R_{i_{\max}} - R_{i_{\min}})$ , deshalb spricht man von der sogenannten Maximum-Norm. In dieser Hinsicht gibt es keinen besseren Schätzwert, allerdings kann man bei einer zweiten Meßreihe durchaus einen ganz anderen  $R_x(R_1, R_2, R_3, \dots)$  erhalten, denn bereits ein Meßausreißer 'schlägt' voll auf das Ergebnis durch.

Deutlich stabiler ist es zum Beispiel, den mittleren quadratischen Fehler  $\sum (R - R_i)^2$  – die sogenannte  $L_2$ -Norm – zu minimieren. Es ergibt sich dann eine Gerade, die merklich unabhängiger von etwaigen Ausreißern ist (Bild 73). Außerdem ist die Zielfunktion dann 'schön' glatt, so daß viele Optimierungsverfahren gut damit zurechtkommen. Noch besser, weil unabhängiger von Ausreißern, wird man durch Minimierung des absoluten Fehlers  $\sum |R - R_i|$  ( $L_1$ -Norm, Bild 74). Leider ist hier die Funktion nicht an allen Stellen differenzierbar.



**Bild 73. Minimierung nach der quadratischen Norm (L<sub>2</sub>-Norm).**

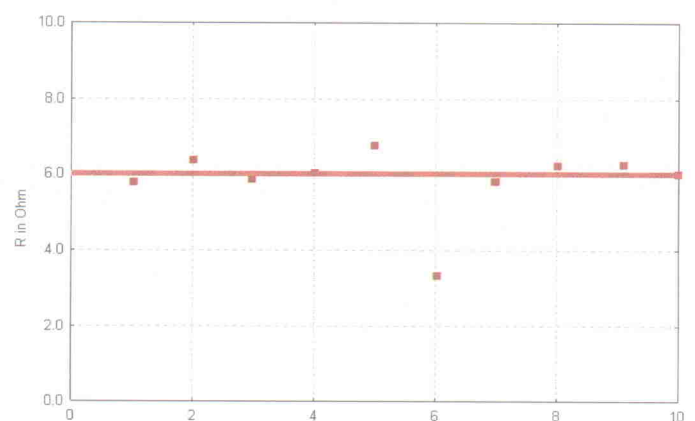
Bei der Definition der Zielfunktion wird zum großen Teil auch festgelegt, ob die Optimierung erfolgreich sein wird oder nicht. Leider sind jedoch viele kommerzielle Optimierer unzureichend. So ist etwa eine Kombination aus  $L_1$ - und  $L_2$ -Norm oder eine aus absoluten  $\Delta R$  und relativen Fehler  $\Delta R/R$  nicht möglich.

## Wichtige Vorarbeiten

Mit der Definition der Zielfunktion  $f(X)$  geht auch die Wahl der geeigneten Variablen  $X$  einher. Denkt man an die Optimierung eines Modells, so gibt es Parameter, die einen sehr starken Einfluß auf die Kennlinien besitzen und andere, die eher geringe Auswirkungen haben. Im Rechenbeispiel hatte  $x_1$  eine doppelt so hohe Empfindlichkeit wie  $x_2$ . Optimal für einen universellen Optimierer ist es, wenn alle Parameter  $x_1, x_2, \dots$  in derselben Größenordnung liegen und etwa die gleiche Empfindlichkeit aufweisen. Ein wesentlicher Grund hierfür ist, daß die Genauigkeit eines Rechners nur endlich ist. Bei einer Halbleiterdiode mit

$I_D = I_{Se} U^{1/N}$  variiert  $x_1 = N$  nur etwa zwischen 1 und 2, während  $x_2 = I_{Se}$  um etliche Zehnerpotenzen variieren kann. Sinnvoll ist es deshalb, hier eher  $x_1 = N$  und  $x_2 = \log(I_{Se})$  als Parameter zu betrachten. Auch eine Normierung in der Art  $I_{Se}/I_{Se, \text{start}}$  ist oft sinnvoll. Berücksichtigt man die Auswirkungen extrem unterschiedlicher Zahlengrößen nicht, dann ist nahezu jeder Optimierer völlig überfordert.

Als Beispielprogramm BOPT wurde die Optimierung der Stromverstärkungskurve  $B(I_c)$  beim Bipolartransistor ausgewählt. Sie ist fast in allen Datenblättern dokumentiert, auch durch eine SPICE-Simulation kann man sich leicht Meßwerte verschaffen. BOPT benötigt Meßwerte  $B(I_c)$  und Startwerte für die SPICE-Parameter, sowie einige Randbedingungen – wie bei welchen Werten von  $U_{ce}$  die Messung stattgefunden hat und ähnliches. Dann werden die Modellparameter optimiert und schließlich ausgegeben. Zur Berechnung wird aus Zeit- und Platzgründen nicht das Newton-Raphson-Verfahren aus ELRAD 8/95 verwendet, sondern eine



**Bild 74. Minimierung nach der L<sub>1</sub>-Norm.**



analytische Näherungsformel. Hinsichtlich der Optimierung ist es sehr interessant zu beobachten, wie sich der Optimierungsablauf in Abhängigkeit von etwaigen Meßfehlern, den Startparametern oder numerischen Parameter ändert.

Dies spricht auch den wichtigen, oft übersehenen Punkt der Eindeutigkeit der gefundenen Lösung an. Dieses Ziel kann eigentlich nur dann in guter Näherung erreicht werden, wenn genügend aussagekräftige Meßwerte (Anzahl und Genauigkeit) vorhanden sind und nicht Parameter optimiert wurden, die eigentlich für die Modellierung anderer Kennlinien vorgesehen sind. Der Parameter IKF modelliert zum Beispiel den B-Abfall bei hohen Strömen, wenn nun Meßwerte bei hohen Werten von  $I_c$  fehlen, so darf man sich keine Hoffnung darauf machen, daß der noch so gute Optimierer es schon richten wird. Eine Optimierung verlangt eben noch mehr an Vorarbeit durch den Benutzer als beispielsweise die Simulation selbst.

## Inside

Als Optimierungsverfahren wird ein sogenanntes *Quasi-Newton-Verfahren* verwendet. Die Grundidee ist dieselbe wie beim Newton-Verfahren, doch werden die zweiten Ableitungen  $f''$  nicht explizit benötigt, sondern nur die ersten partiellen Ableitungen  $f'$ , zusammengefaßt durch den Gradienten  $G$ . Letztere werden hier einfach über den Differenzenquotienten ermittelt, das heißt auch hier wird die Zielfunktion  $f(X)$  aufgerufen, was Zeit kostet. Trotzdem arbeitet das Verfahren sehr effektiv, und zusätzlich erspart es die Matrix-Invertierung bei der Hesse-Matrix  $H$ . Vielmehr werden im Iterationsprozeß ausgehend von einer Startmatrix nach und nach so viele Informationen aufgenommen, daß sich diese Matrix Schritt für Schritt der Hesse-Matrix beziehungsweise deren Inversen nähert. Dieses 'Wissen' – repräsentiert durch die Elementwerte von  $H$  – verhindert, daß der Optimierer unnötige Berechnungen der Zielfunktion 'anfordert', und hilft, viel Zeit zu sparen.

Auf den ersten Blick scheint es überraschend, wie es möglich ist, aus dem Gradienten  $G(X)$  an mehreren Stellen die Hesse-Matrix  $H$  zu berechnen. Doch dies ist keineswegs so: Im ein-

dimensionalen Fall kann man schließlich auch anhand des Steigungsdreiecks durch die Punkte  $(x_1, y_1)$  und  $(x_2, y_2)$  leicht einen Näherungswert für die erste Ableitung  $f'$  ermitteln:

$$f'(x_1) \approx (y_2 - y_1) / (x_2 - x_1)$$

Diese Näherung ist besonders dann sehr gut, wenn  $x_2 - x_1$  klein ist. Analog ließe sich aus der ersten Ableitung die zweite  $f''$  errechnen. Wenn  $x_1$  und  $x_2$  weiter auseinanderliegen, könnte man zum Beispiel eine Spline-Interpolation verwenden und daraus die Ableitungen berechnen. Dies ist allerdings – genau wie das iterative Ermitteln der Hesse-Matrix – nicht eindeutig, es sind zusätzliche Annahmen erforderlich. Als erste Formel wurde die sogenannte DFP-Formel (benannt nach den Entdeckern Davidon, Flettscher und Powell) entwickelt, später die BFGS-Formel (Broyden-Flettscher-Goldfarb-Shanno), welche auch hier verwendet wird. Diese Formeln sind beide recht kompliziert, sollten aber nicht verwirren. Auch bei den Splines gibt es schließlich verschiedene Typen: natürliche Splines, B-Splines, periodische Splines, die Akima-Interpolation und so weiter.

Das Pascal-Programm gibt auch die Anzahl der Iterationen aus. So kann man sich leicht ausrechnen, wie lange die Optimierung mit SPICE oder PSpice dauern würde, wenn SPICE denn überhaupt optimieren könnte. Allerdings könnten hier leistungsfähigere Rechner in Zukunft eine praktikablere Handhabung von elektronikspezifischen Optimierungsproblemen erlauben. Das Modul Paragon zum Design-Center oder Parametrisierungsprogramme wie BJT und ICCAP sind ein erster Schritt dorthin. Das Pascal-Programmlisting befindet sich abzurufen in der ELRAD-Mailbox (Tel.: 05 11/53 52-401) oder kann gegen Einsendung einer formatierten Diskette mit ausreichend frankiertem Rückumschlag bei der Redaktion angefordert werden. pen

## Literatur

- [1] W. H. Press, B. P. Flannery, *Numerical Recipes in Pascal*, Cambridge University Press 1989
- [2] J. Vlach, K. Singhal, *Computer Methods for Circuit Analysis and Design*, Van Nostrand Reinhold 1983

# MOTOROLA 683xx C/C++ Cross-Entwicklungsumgebung

## auch mit Background-Debug-Mode Interface



software development systems

### Plug & Play Lösung:

Hochsprachen-On-Chip-Debugging aller 683xx CPUs mit BDM sowie PowerPCs

### Graphische Bedienoberfläche auf Windows-PCs, SUN und HP UNIX Host-Systemen

### Hochsprachendebugging mit SingleStep direkt über die Parallelschnittstelle oder das TCP/IP-Netzwerk

### Unterstützung von führenden Echtzeitkernen und Compilern

### Technologisch führende Komplettlösung im Paket:

SingleStep BDM-Debugger + CrossCode C-Compiler mit Assembler, Linker und Tools + SingleStep Simulator-Debugger + 68332 Evaluation Board

**Fordern Sie eine kostenlose Test-Version an bei:**

**HSP**

**HIESGEN  
SCHMID  
PARTNER**

Nottulner Landweg 90 · 48161 Münster

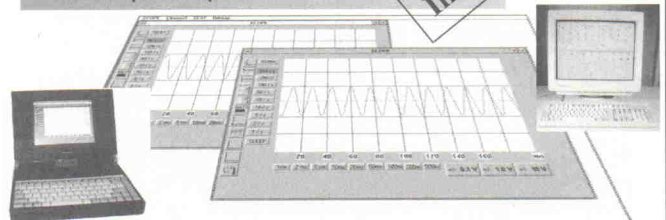
Tel. 025 34 - 80 01 70 · Fax 80 01 75 · E-Mail: info@HSP.UNI-Muenster.de

! NEU ! NEU ! NEU ! NEU ! NEU ! NEU ! NEU ! NEU !

## OPTO-ADC löst Ihre Meßprobleme durch Einsatz von Lichtwellenleitern

- Lichtleiterverbindung zur Meßwertübertragung zwischen PC und Meßobjekt
- Dadurch vollständige galvanische Trennung vom Meßobjekt
- Ideal für Messungen auf hohem Spannungspotential
- Lichtleiterverbindung bis zu 100 m zwischen PC und Meßobjekt!
- Meßdatenerfassung über sehr langen Zeitraum im Dauerbetrieb möglich.
- Dauerbetrieb bis zu einem Jahr mit einem Batteriesatz
- 12 Bit Meßgenauigkeit, entspricht 3 ½ Stellen.
- Meßwertaufnahme mit einer Abtastfrequenz von bis zu 2000 Messungen pro Sekunde
- Grafische Meßwertaufbereitung mit PC
- Eingangsspannungsbereiche +/- 0.1V, +/- 1V, +/- 10V
- Bei 100:1 Vorteiler sogar bis +/- 1000 V.
- Messung mit herkömmlichem Oszilloskop-Tastkopf

**Infos : 04431 / 6371**



Preis: 698,- DM (inkl. MwSt.) Im Lieferumfang enthalten sind 10m Lichtleiter, Tastkopf, Software, Batterien

**Bitte fordern Sie kostenloses Informationsmaterial an.**

HS - Computer GmbH, Heemstraße 29 · 27793 Wildeshausen  
Tel: 04431 / 6371 Fax: 04431 / 72397





## Motorola 68HC11

Klar, Mikrocontroller sind die Arbeitspferde in der Elektronik. Zu den Beliebtesten ihrer Gattung zählen die 8-Bitter der 8051-Familie von Intel und die 68 000-Abkömmlinge von Motorola. Das vorliegende Buch behandelt den 68HC11 und dessen Derivate, der schon im Mittelpunkt zahlreicher ELRAD-Projekte stand. Anliegen des Autors ist es, Einsteiger zu erreichen. Hierzu gibt er eine allgemein verständliche Einführung in Aufbau sowie Funktionsweise von Mikrocontrollern, um dann zu den speziellen Eigenheiten des 68HC11 überzuleiten. Dabei wird die gesamte integrierte Peripherie bis ins Detail beschrieben. Das A und O eines jeden Controllers ist jedoch seine Programmierung, und die füllt entsprechend den Löwenanteil des Buchs. Hier erfährt der Leser, wie sich die einzelnen 68HC11-Einheiten, angefangen bei den Schnittstellen bis hin zu speziellen Funktionen, mit Hilfe von Assembler-Routinen optimal ansprechen lassen. Zusätzliche Unterstützung findet der Entwickler auf einer Diskette mit Assembler, Debugger und Beispielen sowie in der beigelegten Platine zur Realisierung eines Entwicklungssystems. *PvH*

Klaus Lange  
Motorola 68HC11  
Hannover, 1995  
Verlag Heinz Heise  
240 Seiten  
DM 119,-  
ISBN 3-88229-053-6



## Bussysteme in der Automatisierungstechnik

Das Werk des Herausgebers G. Schnell wartet mit einer hohen 'Bus-Bandbreite' auf: Es behandelt die Systeme ASI, Varinet-2, Bitbus, Profibus (inkl. DP), InterBus-S, Suconet-K, Modnet (diverse), Sinec (diverse), LON, FIP, P-Net, CAN sowie ICS MUX (eigensicher). Neben diesen eher lokal operierenden (Feld-)Bussen geht das Buch auch auf Weitverkehrsnetze wie ISDN, Datanet-L und -P sowie Temex ein. Bevor es an die konkreten Systeme geht, liefert der Band Grundlagen zu den Themen Topologie, Kommunikationsmodelle, Zugriffsverfahren, Datensicherung und Telegrammformate. Außerdem widmet er sich den verschiedenen Übertragungsstandards (RS-232/422/485, TTY) und Leitungen. Zwei Kapitel behandeln CIM-Netzwerkarchitekturen und Internationale Feldbusnormung (IEC-Feldbus). Der Anhang bietet auf 17 Seiten kurze Charakterisierungen – Datenblätter heißen – zu den verschiedenen Bussen. Insgesamt stellt das Buch die Systeme so dar, daß ein Entwickler den für seine Applikation passenden Typ auswählen kann. *ea*

Gerhard Schnell (Hrsg.)  
Bussysteme in der Automatisierungstechnik  
Wiesbaden, 1994  
Vieweg Verlags-GmbH  
253 Seiten  
DM 68,-  
ISBN 3-528-06569-9



## Die große Schaltungssammlung

'So viel Praxis wie möglich, so wenig Theorie wie nötig', so das Motto, des Autors, um dem Leser die Welt der PC-gestützten Meßtechnik näher zu bringen. Und wirklich, beim ersten Durchblättern fallen die zahlreichen Schaltungen, Platinenlayoutvorschläge und Listings auf, mit deren Hilfe sich einfache Aufgaben aus diesem Bereich erschließen lassen. Natürlich fehlt auch diesem Werk die schon obligatorische Diskette nicht. Das erste Kapitel beschreibt die gebräuchlichsten Schnittstellen (Druckerport, RS232 und PC-Slot) – natürlich nicht ohne auch entsprechende Basisanschlüsse aufzuzeigen. Es folgen verschiedene Beispiele für I/O-Interfaces, Zählerinterfaces sowie Schaltungen und Anwendungen mit A/D- und D/A-Wandlern – alle ausschließlich für Seriell- beziehungsweise Drucker-Port. Unverständlich bleibt, warum der Autor sich scheut, auch Schaltungen für den PC-Slot vorzustellen, der in der Meßtechnik einen sehr hohen Stellenwert besitzt. *PvH*

Dieter Bitterle  
Die große Schaltungssammlung  
Messen, Steuern, Regeln mit dem PC  
Pöng, 1995  
Franz Verlag  
249 Seiten  
DM 69,-  
ISBN 3-7723-7831-5



## Elektromagnetische Verträglichkeit

Dieses Buch soll besonders Anfängern auf dem Gebiet der EMV zeigen, welche Maßnahmen und Faustregeln bereits bei der Konstruktion eines Gerätes zu beachten sind, um den zukünftigen Anforderungen an EMV gerecht zu werden. Dazu klärt das Buch zunächst über Ursachen elektromagnetischer Störungen auf und zeigt dann Gegenmaßnahmen zu deren Beseitigung mittels konstruktiver Maßnahmen wie Layout, Schirmung und Filterung. Während das dritte Kapitel EMV-Lösungen für störempfindliche D/A-Wandler diskutiert, widmet sich Kapitel 4 dem störarmen Aufbau von Mikrocontrollern und Schnittstellen. Ein weiterer Abschnitt beschäftigt sich mit feldgeführten Emissions- und Störfestigkeitsmessungen, die allerdings jenseits der Möglichkeiten kleiner Labors liegen. Die Meßtechnik leitungsgeführter Störungen kommt dagegen zu kurz. Das Buch gibt einen guten Einblick in die EMV-Problematik, ersetzt aber nicht ein Standardwerk über EMV, weil es zu große Lücken läßt. *cf*

Stefan Kloth, Hans Martin Dudenhausen  
Elektromagnetische Verträglichkeit  
Renningen, 1995  
Expert Verlag  
172 Seiten  
DM 49,-  
ISBN 3-8169-1207-9



## Digitale Nachrichtentechnik

Das 570 Seiten starke Werk richtet sich vornehmlich an Studenten der Elektrotechnik. Eine Einführung in die Grundlagen der analogen und digitalen Nachrichtentechnik wird mit Ausführungen zu digitaler Signalverarbeitung nebst Faltungstheorie, Fouriertransformation und Filtertechniken vertieft. Darüber hinaus sind Signal- und Systemtheorie, Analog-Digitalwandlung, Multiplextechnik und diverse Codierungsverfahren für die Datenübertragung sowie Grundlegendes zu ISDN-Netzen und -Diensten in verständlicher Form aufbereitet und mathematisch 'unterlegt'. Mit Beispiel- und Übungsaufgaben am Schluß jedes Kapitels (Lösungen am Ende des Buches) finden Studierende schnell den Bezug zum Vorlesungsstoff. Eine Diskette zum Thema enthält Simulationsprogramme in Power-Basic und C, womit das Dargelegte sofort am PC nachvollziehbar ist. Die anschauliche Darstellung komplexer Sachverhalte macht den Titel jedoch nicht nur für Studierende interessant, sondern auch für die, die sich in der Praxis mit Nachrichtentechnik beschäftigen. *uk*

Dietmar Lochmann  
Digitale Nachrichtentechnik  
Berlin, 1995  
Verlag Technik GmbH  
573 Seiten  
DM 88,-  
ISBN 3-341-01110-2

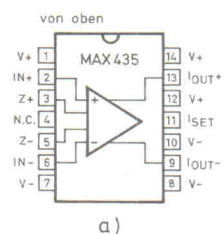


## Operationsverstärker (17)

Hier nun der Abschluß der Reihe über moderne Operationsverstärker mit Beispielen für hohe Bandbreiten und Frequenzen.

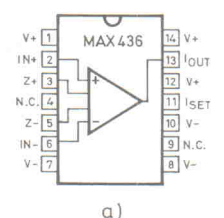
Der hier als Funktionsbeispiel gewählte OV260 ist ein Doppel-CFA von PMI. Er ist zwar nicht mehr ganz taufrisch, eignet sich aber gut zur Erläuterung der Funktion. Als Anwendungsbeispiel ist in Bild 160a ein Meßverstärker für Videosignale bis etwa 6 MHz zu sehen. Dessen Verstärkung errechnet sich zu  $v = 2 + 10 \text{ k}/R_G$ . Die Bandbreite in Abhängigkeit von der Verstärkung zeigt die Kurve in Bild 160b. Die beiden Eingänge benötigen einen Strom  $I_e$  von maximal 0,5...2  $\mu\text{A}$ .

Zwischenzeitlich wurde das 'CFA'-Prinzip weiterentwickelt. Die  $v = 1$ -Grenzfrequenz wurde immer höher geschraubt, die Innenschaltung variiert, so daß beispielsweise



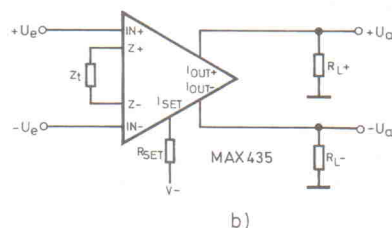
a)

**Bild 162a.** Ein 'WTA' mit gegenphasigen Ausgängen, Anschlußbelegung des MAX 435.



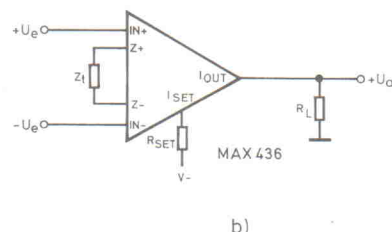
a)

**Bild 163a.** Ein 'WTA' mit nur einem Ausgang.



b)

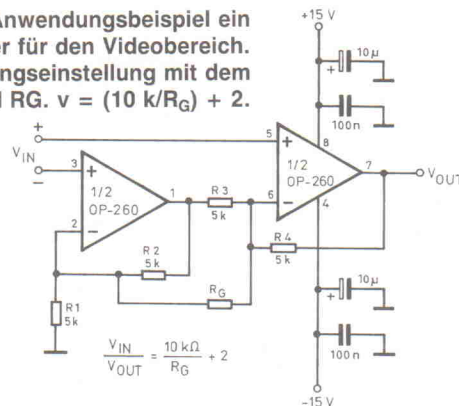
**Bild 162b.** Standardbeschaltung des MAX 435.



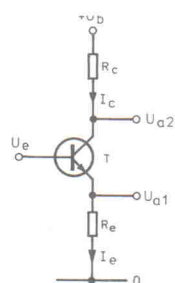
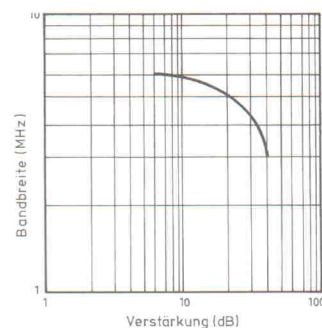
b)

**Bild 163b.** Standardbeschaltung des MAX 436.

**Bild 160a.** Als Anwendungsbeispiel ein Meßverstärker für den Videobereich. Verstärkungseinstellung mit dem Widerstand  $R_G$ .  $v = (10 \text{ k}/R_G) + 2$ .



**Bild 160b.** Die Bandbreite in Abhängigkeit von der Verstärkung.



**Bild 161.** Der einfachste 'stromgegengekoppelte' Verstärker der Welt. Im Idealfall ist  $v1 = U_{a1}/U_e = 1$  und  $v2 = U_{a2}/U_e = -R_c/R_e$ .

auch der invertierende (–) und der nicht invertierende (+) gleiche Eingangsimpedanz aufweisen.

### Wideband Transconductance Amplifier (WTA)

Der WTA ist ein Operationsverstärker, der anscheinend ohne äußere Gegenkopplung zur Verstärkungseinstellung auskommt. Allerdings

ist aus der Schaltung Bild 161 das altbekannte Prinzip ersichtlich. Nehmen wir einen idealen Transistor mit der Stromverstärkung  $\beta = \infty$  und einer Basis-Emitterspannung  $U_{be} = 0$  an, ist

$$I_e = I_c = U_e/R_e$$

Der Transistor arbeitet als 'Stromsenke' (negative Stromquelle). Daraus folgt:

$$U_{a1} = U_e \text{ und}$$

$$-U_{a2} = (U_e/R_e) \times R_c = U_{a1} \times R_c/R_e.$$

$-U_{a2}$  ist bezogen auf  $+U_b$ . Ausgekürzt ergibt sich also eine Verstärkung von  $v = -R_c/R_e$ . Der Emitterwiderstand  $R_e$  bewirkt eine Stromgegenkopplung. Analoge Schaltungsentwickler kennen natürlich dieses Prinzip. Auch die Erhöhung der Grenzfrequenz mittels eines Parallelkondensators zu  $R_e$  ist allgemein bekannt.

Folgerichtig läßt sich mit einer Handvoll Transistorstrukturen in einer integrierten Schaltung ein Spezial-OV aufbauen, dessen Verstärkung  $v$  nur vom Verhältnis des Lastwiderstandes zu einem Gegenkopplungswiderstand abhängt. Natürlich läßt sich dann auch das Ausgangs- wie das Eingangssignal auf Bezugnull, meist Masse, beziehen und die Polarität beliebig umkehren. Außerdem läßt sich ein

hoher Eingangswiderstand für  $-U_e$  und eine hohe Grenzfrequenz erzielen. ICs mit diesen Eigenschaften sind beispielsweise die Typen MAX435 und MAX436. Sie wurden in erster Linie für Video-Anwendungen und HDTV entwickelt. Auf Grund ihrer hohen 0-dB-Grenzfrequenz (ca. 200 MHz) und ihres hohen Eingangswiderstandes ( $>800 \text{ k}$ ) sind aber auch andere Anwendungen denkbar. Ein Beispiel zeigt dies am Ende dieses Abschnittes.

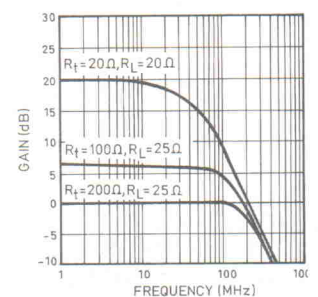
### MAX435 und MAX436

Bild 162a und 163a zeigen die Anschlußbelegung, Bild 162b und 163b die typische Beschaltung dieser ICs. Die Verstärkung ist:

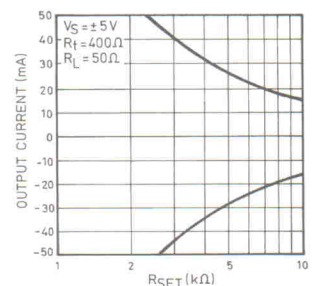
MAX435:  $+U_a = 4 \times R_l/Z_t$  oder  $-U_a = -4 \times R_l/Z_t$  (pro Ausgang)

MAX436:  $U_a = 8 \times R_l/Z_t$

Das Diagramm in Bild 164 zeigt die Verstärkung über der Frequenz bei verschiedenen Gegenkopplungswiderständen  $R_t = Z_t$  für den MAX436. Der Hilfswiderstand  $R_{set}$  begrenzt den Ausgangsstrom, damit auch die Verlustleistung dieses ICs, wie die Bilder 165 und 166 zeigen.



**Bild 164.** Verstärkung und Frequenzgang des MAX 436 bei verschiedener Verstärkungseinstellung.

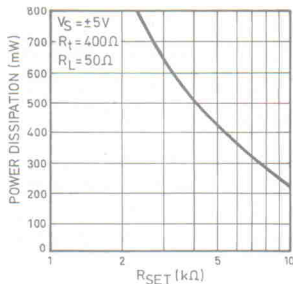


**Bild 165.** Begrenzung des Ausgangsstrom mit dem Widerstand  $R_{set}$ .

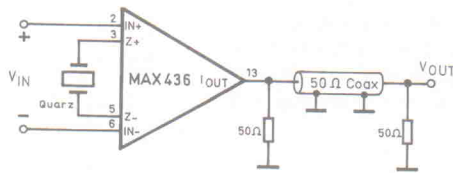


Für Genauigkeitsfanatiker muß man sich dem äußeren Gegenkopplungswiderstand  $Z_t$  einen inneren von circa  $0,15 R$  in Reihe geschaltet denken und dem Lastwiderstand  $R_L$  einen inneren ( $R_i$ ) von ca  $3,5 k$  parallel. Bei der normalerweise niedrigen Last ( $25...150 R$ ) spielt das allerdings kaum eine Rolle.

Bild 167 zeigt die Ansteuerung der spannungsgesteuerten Stromquellen. Die Konstante  $K$  beträgt beim MAX435 = 4, beim MAX436 = 8. Wie man sieht, ist der Strom aus beiden Ausgängen des 435 gleich, aber umgekehrt gepolt. Mit anderen Worten: Die Stromquelle  $I$  ist 'floatend'! – im Gegensatz zum 436, wo sie einpolig an Bezugnull (Masse) liegt.

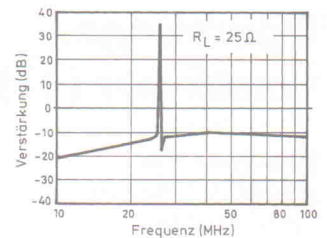


**Bild 166. Begrenzung der Verlustleistung mit Rset.**



**Bild 168a. Einfaches Schmalband-Quarzfilter.**

**Bild 168b. Durchlaßkurve dieses Filters bei einer Quarzfrequenz von 25 MHz.**



Die wichtigsten Daten

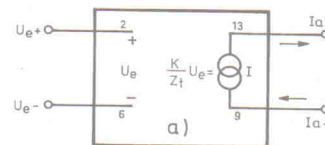
- $U_b = \pm 5 V$  (maximal  $\pm 6 V$ )
- $I_{zt} = \text{maximal } 10 mA$
- $U_a$  sollte bei  $U_b = \pm 5 V$  unter  $\pm 3 V$  liegen
- $R_e$  typisch  $700...800 k\Omega$ , mindestens  $200 k\Omega$ .  $R_e$  ist der Eingangswiderstand des ICs zwischen den Eingängen  $IN+$  und  $IN-$

Aus dem bisher Gesagten gehen schon die vielseitigen Anwendungsmöglichkeiten dieser WTAs hervor. Sie sind nicht nur für ihren gedachten Zweck im Videobereich bis 10 MHz Betriebsfrequenz, sondern auch für diverse Filter- und Verstärkungszwecke bis weit in den KW-Bereich hinein geeignet. Eine Anwendung dient hier als Beispiel. Vor einem geplanten Einsatz dieses ICs

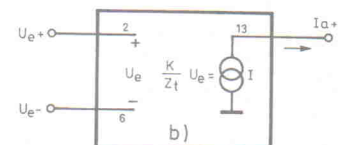
sollte aber das Datenblatt ausführlich studiert werden.

Bild 168a zeigt das Prinzip eines sehr schmalbandigen Quarzfilters mit dem MAX436 für 25 MHz, Bild 168b dessen Durchlaßkurve. Wie man sieht, ist zwischen den Anschlüssen  $Z+$  und  $Z-$  kein Gleichstromweg erforderlich. Der Ausgang ist für ein beidseitig mit  $50 R$  abgeschlossenes Videokabel ausgelegt. Vom Quarz wird die Serienresonanz genutzt, in der Praxis ist demselben die obligatorische

Ziehkapazität von  $15...50 pF$  in Reihe zu schalten. Außerdem sind die Besonderheiten einer HF-Verdrahtung zu beachten: beispielsweise ist die Betriebsspannung mit  $10...100 nF$  abzublocken, kurze Leitungswege sind anzustreben und so weiter. Statt des Quarzes lassen sich genauso ein Serien-LC-Schwingkreis oder andere, frequenzabhängige Gebilde einsetzen. Das oben genannte gilt auch für die direkten Eingänge  $V_{in}$ , wobei dann deren hohe Eingangsimpedanz zu berücksichtigen ist.



**Bild 167a. Funktionsmodell des MAX 435.**



**Bild 167b. Funktionsmodell des Max 436.**

## Das bringen

## Änderungen vorbehalten

**ct** magazin für computer technik

**GATEWAY**  
MAGAZIN FÜR DATEN- UND TELEKOMMUNIKATION

**X** MULTIUSER MULTITASKING MAGAZIN



**Trend 3D:** Hardware und Software für die dritte Dimension

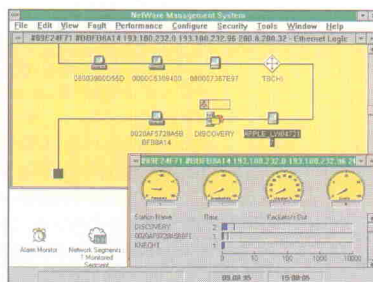
**Büro 95:** Microsofts neues Office-Paket

**Platten-Parade:** Die c't-Festplattenvergleichsliste

**Monitore:** Die 17-Zoll-Klasse auf dem Prüfstand

**Multifunktional:** Die ersten Scanfaxmodemdrucker

Heft 11/95 am 12. Oktober am Kiosk



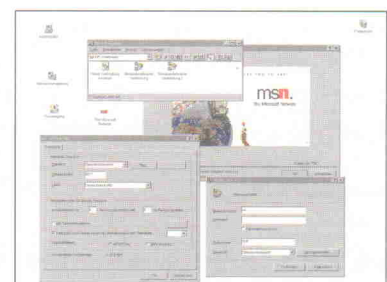
**Netzwerkmanagement:** Das gesamte Netzwerk von einer Konsole aus verwalten

**Videoconferencing:** Standardkonforme PC-Lösungen auf dem Vormarsch

**Virtuelle Netze:** Logische Netzstrukturen per Software definieren

**TCP/IP:** Vielseitige Komplettpakete für den Zugriff aufs Internet

Heft 10/95 am 21. September am Kiosk



**Internet-Anbieter:** Eine Übersicht über Anbieter und ihre Leistungen

**Windows 95:** Was taugt der WfW-Nachfolger im heterogenen Netz?

**C++-Entwicklungsumgebung:** Sniff+ muß seine Praxistauglichkeit beweisen

**Wie offen ist Unix?** Vor- und Nachteile der verschiedenen Betriebssystemvarianten für jeden Einsatzzweck

Heft 10/95 am 11. September am Kiosk



## Von EMUFs & EPACs

lautet der Titel unseres über 100-seitigen Kataloges in dem wir die allermeisten der seit 1981 von der mc, c't und ELRAD vorgestellten Einplatinencomputer und die passende Software zusammengefaßt beschreiben. Wir bieten Ihnen Rechner vom 6502 bis zum 80537 und 80166, vom Z80 über HC11 bis zum 68070 und 68301. Diese kleinen Rechner haben ihren Weg in die Welt des professionellen Messen, Steuern und Regels 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-Wandlernkarten, Multifunktionskarten, Timer- und Ein-/Ausgabekarten (auch optokoppelt oder über Relais). Darüberhinaus auch Buserweiterungen und Prototypenkarten und das gesamte Zubehör für die sinnvolle Arbeit mit diesen Karten. Auch dieser Katalog kann kostenlos angefordert werden.

## Für PALs und GALs und EPROMs ...

Wir bieten Ihnen in unserer Broschüre „Für PALs und GALs“ eine weite Auswahl an Ingenieurwerkzeugen. Neben EPROM-Simulatoren und Logic-Analysen finden Sie eine weite Auswahl an Programmierern. Wir bieten neben dem kleinen GAL+EPROM Programmierer GALEP II die Universal-Programmer CHIPLAB32 und CHIPLAB48 von DATA I/O und vor allem HiLo's ALL-07 und ALL-07PC, die mittlerweile weit über 3000 verschiedene Bauteile programmieren können.

## MOPS 11

Kleiner, flexibler, preiswerter HC11-Rechner mit großer u. komfortabler Software-Umgebung (Basic + Pascal Compiler). Vorgestellt v. H.J. Himmeröder in ELRAD 3, 4 und 5/1991. Version 2.1 finden Sie in ELRAD 8/92.

MOPS-LP	Leerplatte	64,— DM
MOPS-BS1	Bausatz, enthält alle Teile außer RTC und 68HC24	220,— DM
MOPS-BS2	Bausatz, enthält alle Teile incl. RTC und 68HC24	300,— DM
MOPS-FB1	Fertigk., Umfang wie BS1	300,— DM
MOPS-FB2	Fertigk., Umfang wie BS2	380,— DM
MOPS-BE	MOPS-Betriebssystem für PC oder Atari	100,— DM

## MOPS-light

Der ganz neue, ganz kleine „Minimops“ von MOPS-Entwickler H.J. Himmeröder erscheint in ELRAD 2/94. Es gibt den neuen MOPS in zwei Ausstattungs-Versionen: „MOPS-light“ (L) und noch kleiner als „MOPS-extralight“ (XL). Zu diesen neuen Mopsen ist eine spezielle auf die Gegebenheiten der light-Versionen umgeschriebene Version des bekannten MOPS-Betriebssystems erschienen. Die Preise:

MOPS L-LP	Leerplatte	59,— DM
MOPS XL-BS	Bausatz mit Leerkarte, CPU RS232, Kleinteile	160,— DM
MOPS L-BS	wie XL-BS zuzüglich 32K RAM, Uhr, 74HC10, Fassungen	200,— DM
MOPS L-FB	Fertigbaugruppe mit RAM u. Uhr	270,— DM

## WinzMOPS/BDM38K

Der kleinste MOPS aus ELRAD 10/95. Auch als BDM-Stecker (z. B.: für KAT332) nutzbar.

BDM38K	Winzmops/BDM-Stecker, Fertigkarte mit Software	159,— DM
--------	--	----------

## HC11-Welcome-Kit

Der einfache Einstieg in die Controllertechnik mit dem Motorola 68HC11. Enthält: IDE11-Entwicklungsumgebung, original Buch Dr. Sturm, Mikrorechentechnik, Aufgaben 3 mit Simulator TESTE68, original MOTOROLA Datenbuch HC11 Technical Data, HC11-Entwicklungsboard zum Anschluß an PC incl. Kabel und Anleitung.

HC11-Welcome Kit	Komplett zum Einstieg	276,— DM
------------------	-----------------------	----------

## ZWERG 11

Unser allerkleinster Rechner mit dem Motorola-HC11-Controller. Der Zwerg 11 hat eine Platinenfläche von nur ca. 55 x 50 mm. Ideal für den Serieneinsatz. Techn. Unterlagen, Preise und Lieferformen finden Sie in „Von EMUFs & EPACs“.

ZWERG 11 m. Entwicklungsumgeb.	ab ca. 250,— DM
ZWERG 11 ohne Software ab	1 St. 91,— DM

## FLASH-11

Kleines HC11F1-Controllerboard (93 mm x 58 mm) mit bis zu 128KB FLA Speicher, RTC mit Batt., ...

F1-FLASH8	Fertigbaugruppe, 8MHz	359,— DM
F1-FLASH16	Fertigbaugruppe, 16MHz	390,— DM
F1-EVAL	Evaluation-Kit mit Software	409,— DM

## DSP: 56002-EVM

Der original MOTOROLA Evaluation-Kit für den MOTOROLA DSP 56002, mit sämtlichen Unterlagen und Software.

56002-EVM	Der Original MOTOROLA-Kit 56002-EVM	249,— DM
TSM320C5x	Die Windows-Entwicklungssoftware von GO DSP. Wie beschrieben in ELRAD 10/94.	
C5x DSK VDE	für TSM320C5x	219,— DM

## PICSTART

Der ganz schnelle Einstieg in die PICs: original Microchip PIC-START-Kit! Enthält Programmierer, Crossassembler, Simulator, Datenbücher und zwei „Probe-PICs“ 16C57 und 16C71 (löschar).

PICSTART/16B	original Microchip Starterkit	398,— DM
PIC-ASS/Buch	Edwards/Kühnel, Parallax-Assembler Arbeitsbuch in deutsch (ORIG. THE PIC-SOURCE-BOOK), inclusive Assembler und Simulator	68,— DM

Thiesser-PIC	M.Thiesser, PIC-Controller, Buch 154 Seiten, mit Diskette	59,— DM
--------------	---	---------

PIC-Programmer	für PIC16-Cxx aus ELRAD 1/94 und 6/94, Fertiggerät im Gehäuse mit Programmierfasungen und Software.	
----------------	---	--

BY/PIC-Prog	Programmierer für PIC16Cxx	392,— DM
-------------	----------------------------	----------

## BASIC-Briefmarke

beschrieben von Dr.-Ing. C. Kühnel in ELRAD 10/93. (und 9/94), weitere Artikel auch in Elektor 2/94 und Chip 10/93. Die Entwicklungssysteme wurden jetzt entschieden preiswerter!!

BB/Starter	Der Starterkit enthält den Basic-Compiler, das Handbuch, 1 Stück Basic-Briefmarke „A“ und eine Experimentier-Platine	299,— DM
------------	--	----------

BB/Knopf	Der BASIC-Knopf, unser „Kleinsten“	56,35 DM
BB/Kn/Adap	Programmieradapter zum BB/Knopf	113,95 DM

**Briefmarke II auf Anfrage.**

## LOGIC-ANALYSATOR

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.

LOG50/32ABS	Teilbausatz für Version A. Enthält Leerkarte, LCA, GALs, SW u. Endblech	378,— DM
LOG50/32BBS	Teilbausatz für Version B. Enthält Leerkarte, LCA, GALs, SW u. Endblech	448,— DM
LOG50/32AFB	Fertigkarte Version A, mit Software	498,— DM
LOG50/32BFB	Fertigkarte Version B, mit Software	598,— DM
LOGAMV/LP	Leerpaltine für aktiven Meßverstärker	29,— DM
LOGAMV/FB	Fertiger Meßverstärker mit Kabeln	107,— DM
NEU:	Jetzt auch die 100 MHz-Versionen lieferbar!	
LOG100/32/8	100 MHz, 32 Kanäle, 8K Speichert.	998,— DM
LOG100/32/32	100 MHz, 32 Kanäle, 32K Speichert.	1148,— DM
LOGAMV/100	Vorverstärker pro 16 Kanäle	148,— DM

## ispLSI/CPLD-Designer

Die Prototypenplatte zur Programmierung „im System programmierbarer Logik“ nach ELRAD 10/94 mit der LATTICE-Software pds1016 und den drei LATTICE-ispLSI Chips. Nur als Bausatz lieferbar.

ispLSI/BS	Leerkarte mit sämtlichen Bauteilen und der zugehörigen Software	155,— DM
-----------	---	----------

## ELRAD-CD /PLD

In Kooperation mit der ELRAD entstand diese CD-ROM zur viel beachteten ELRAD-Serie „PALSAM & Co.“.

CD-PLD	CD zur ELRAD Serie „PALASM & Co.“	98,— DM
--------	-----------------------------------	---------

Beim Kauf eines Universalprogrammierers ALL-03A, ALL-07, ChiLab32 oder ChiLab48C erhalten Sie die CD-PLD bei uns und unseren Vertriebspartnern zu einem Sonderpreis von 50,— DM.

## Meßtechnik für PCs

### ADIODA-12LAP

PC-Karte mit 8 Stück A/D-Eingänge 12Bit (bis 25KHz, progr. Eingangsverstärker), 1 Stück D/A-Eingang 12Bit, 24 Stück I/O TTL und Timer. Deutsches Handbuch mit Beispiel-SW in Basic, Pascal und C.

ADIODA-12LAP	598,— DM
--------------	----------

### ADIODA-12LC

PC-Karte mit 8 Stück A/D-Eingänge 12Bit (bis 25KHz, programmierbare Eingangsverstärker), Beispiel-SW in Basic, Pascal und C.

ADIODA-12LC	379,50 DM
-------------	-----------

### ADIODA-12EXT

PC-Karte mit 32 A/D-Eingängen 12Bit (bis 25KHz, progr. Eingangsverstärker), 4 Stück D/A Ausgängen, 24 Stück I/O TTL und Timer. Incl. DC/DC Wandler. Deutsches Handbuch mit Beispiel-SW in Basic, Pascal und C.

ADIODA-12EXT	1127,— DM
--------------	-----------

### WITIO-48ST

PC-Karte mit 48 Kanal Ein-/Ausgabe und 3x16Bit Timer. Deutsches Handbuch mit Beispiel-SW in Basic, Pascal und C.

WITIO-48ST	149,50 DM
------------	-----------

### WITIO-48EXT

PC-Karte mit 48 Kanal Ein-/Ausgabe, 8 Stück programm. Interrupteingänge, 3x16Bit Zähler. Deutsches Handbuch mit Beispiel-SW in Basic, Pascal und C.

WITIO-48EXT	264,50 DM
-------------	-----------

### WITIO-240EXT

PC-Karte mit 240 Stück Ein-/Ausgänge TTL, 8 Stück Interrupteingänge, 3x16Bit Abwärtszähler. Deutsches Handbuch mit Beispiel-SW in Basic, Pascal und C.

WITIO-240EXT	368,— DM
--------------	----------

### OPTIO-16ST

PC-Karte mit 16 Ein- und 16 Ausgängen mit Potentialtrennung. Deutsches Handbuch mit Beispiel-SW in Basic, Pascal und C.

OTIO-16ST	425,50 DM
-----------	-----------

### OPTORE-16ST

PC-Karte mit 16 Eingängen über Optokoppler und 16 Ausgängen über Relais. Deutsches Handbuch mit Beispiel-SW in Basic, Pascal und C.

OTIORE-16ST	425,50 DM
-------------	-----------

### OPTOOUT-32EXT

PC-Karte mit 32 Eingängen über Optokoppler, 24 Stück I/O TTL und 3x16Bit Timer (8254). Deutsches Handbuch mit Beispiel-SW in Basic, Pascal und C.

OTIOOUT-32EXT	529,— DM
---------------	----------

### RELAIS-16ST

PC-Karte mit 16 Ausgängen über Relais 500mA Schaltstrom, 100V Schaltspannung, 10W Schaltleistung.

RELAIS-16ST	333,50 DM
-------------	-----------

## EPROM-Simulatoren

Unentbehrliche Hilfsmittel für den ernsthaften Programmierer. Alle Modelle für 16 Bit-Betrieb kaskadierbar.

EPSIM/1	Eprom-Simulator 2716 – 27256	249,— DM
PEPS3/27010	Eprom-Simulator 2716 – 271001	457,70 DM
PEPS3/274001	Eprom-Simulator 2716 – 274001	897,— DM

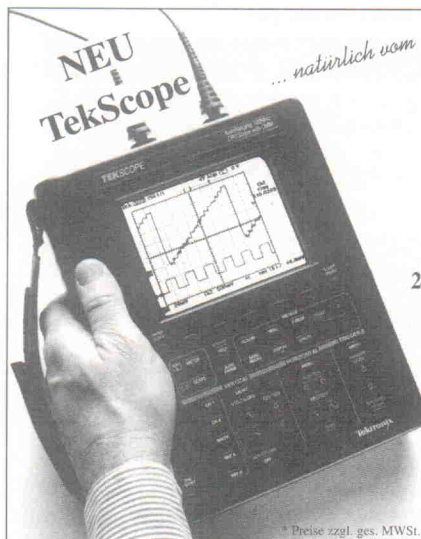
Weitere Informationen zu diesen und vielen anderen Karten finden Sie in unseren Katalogen die wir Ihnen kostenlos zusenden.

# 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 40/38 61 01 00
	FRANKFURT	0 61 96/4 59 50
	STUTTGART	07 154/81 608 10
	MÜNCHEN	0 89/6 01 80 20
	LEIPZIG	03 41/2 13 00 46
	SCHWEIZ	0 64/71 69 44
	ÖSTERREICH	0 22 36/4 31 79
	NIEDERLANDE	0 34 08/8 38 39





**ScopeShop**  
H A M B U R G

Wolfgang Weiss  
Albert-Einstein-Ring 21  
22761 Hamburg  
Telefon 0 40/89 50 03  
Telefax 0 40/89 54 39  
Auto 01 71/8 10 20 69

Tektronix Partner

### 2-Kanal Digital-Oszilloskop, Multimeter, Datalogger

**THS 710 THS 720**  
DM 3.270,-\* DM 3.980,-\*

60 MHz 100 MHz  
250 Ms/s 500 Ms/s

"Isolated Channel"-Technik  
Batterie- und Netzbetrieb  
10 Kurven-, 10 Setupspeicher  
RS-232 Schnittstelle  
3 Jahre Gewährleistung

incl. 2 Tastköpfe, Meßeleitungen, Akku

Außerdem finden Sie bei uns:  
sämtliche Tektronix Distributionsprodukte und Videomeßtechnik  
Systemlösungen, Zubehör, Software, Gebrauchtgeräte  
Rufen Sie an - wir helfen Ihnen sofort! Tel.: 040/89 50 03

Steckernetzteil, seriell Kabel, Tasche

\* Preise zzgl. ges. MwSt.

## Platinen-Layout

Platinenherstellung, auch Einzelplatinen  
Bestückung, auch SMD

**BROSS Datentechnik**

Tel.: 04121/470134, Fax -5

Marie-Curie-Str. 4-6, 25337 Elmshorn

## Mikrocontroller-Board



Mikrocontroller Siemens 80C517A  
mit bis zu 18 MHz Takt  
10 Bit A/D-Wandler mit 12 Kanälen  
batteriegepufferte Realtime Clock (RTC 72421)  
64 K Programmspeicher  
8-64 K RAM oder EEPROM  
2 serielle Schnittstellen voll Duplex  
8 schnelle PWM-Ausgänge  
störerechtere 4-Lagen Multilayer Platine  
3 Timer / Counter  
38 I/O-Pins  
11 Capture/Compare-Funktionen  
5V Referenzspannungsquelle  
Maße: 104x70 mm

- Fertigbaugruppe mit CPU + RTC, ohne EPROM, EEPROM, RAM..... Preis DM 295,-
- dito, mit CPU, 64 KB EPROM 8 KB EEPROM..... Preis DM 329,-
- Betriebssystem mit EPROM für RTC, serielle Schnittstellen, D/A-Wandler  
Routine über PWM-Ausgang, Dokumentation mit Schaltungsbeispielen für  
D/A-Wandler, Software zusätzlich auf Diskette..... Preis DM 69,-
- Bausatz, andere Speicher und Stiftleisten auf Anfrage verfügbar, alle Preise netto +MwSt.



**Harald Trapp**  
Technisches Beratungsbüro

Auf der Bovenhorst 21 · D-46282 Dorsten · Tel. 0 23 62/2 36 11 · Fax 0 23 62/2 36 13

Technische Beratung  
Hardwareentwicklung  
Mikrocontroller-Systeme

Leiterplatten Entflechtung  
Interface-Techniken  
Dokumentationen

*Nicht vergessen!*

## Umgezogen? Neue Anschrift?

Faxen Sie uns Ihre  
Adreßänderung,  
damit Ihr Abo auch  
weiterhin pünktlich  
ankommt.

Fax:

05 11/53 52-289

**ELRAD**

## PIC-WERKZEUGE 16C5x/16C71/16C84

Die preiswerte Alternative zum Emulator ist  
unser modulares PIC-Entwicklungssystem.

**Simulator iL\_SIM16** DM 172,50

- alle Registerinhalte auf einen Blick
- interaktiv und Mausbedienung
- simuliert ADC, EEPROMs u. Interrupts

**Prommer (Prototype) iL\_PRG16** DM 230,-

**I/O-Interface iL\_VIEW16** DM 448,50

- Schalter und LED an jedem Pin
- Hardwareanbindung über POD

**I/O-Interface iL\_HARD16** DM 230,-

- wie iL\_VIEW16 o. LEDs u. Schalter

**BASIC-Compiler iL\_BAS16** DM 172,50

- für 16C84, kein Interpreter!

Interessante Kombipreise, Preise incl. 15% MwSt

**INGENIEURBÜRO  
LEHMANN**

Fürstenbergstr. 8a, 77756 Hausach,  
Telefon und Fax (07831) 452

# Studenten lesen billiger

**ELRAD**  
Abopreis für Studenten  
**69,- DM**



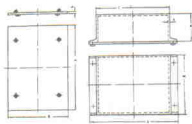
Verlag Heinz Heise  
Helstorfer Str. 7  
30625 Hannover



## Kunststoffgehäuse Modulgehäuse

**STRAPU®**

Typ 515 - 520



Gehäuse aus ABS Kunststoff, Standardfarbe: schwarz. Andere Farben ab 1000 Stück Sonderabsprache möglich. Ferner sind diese Gehäuse auch auf Kundenwunsch aus flammwidrig V0 - (Dioxinfreie Dämpfe) Material UL-94 - V0 gelistet lieferbar. Außerdem mit Schlitz in 2 oder 4 mm Höhe (z.B. Flachbandkabel).

Typ 521 - 528

Modell	A	B	C	D	E	F	H	h	G
Typ 521	68	57	54	40	45	37	21	1,5	7
Typ 522	98	88	80	68	67	64	22	2	8
Typ 523	98	88	80	68	67	64	31	2	8
Typ 524	98	88	80	68	67	64	39	2	8
Typ 528	131	114	109	88	89	85	42	3	12

Typenbezeichnung (Höhe des Schlitzes)

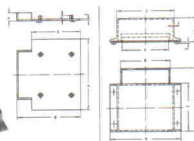
521 - 4,5 mm

522 - 5,0 mm

523 - 5,0 mm

524 - 5,0 mm

528 - 6,0 mm



Mit und ohne Bodenwanne lieferbar.  
Passende Schrauben müssen extra bestellt werden.

**STRAPU - Lothar Putzke**

Vertrieb von Kunststoffzeugnissen

Hildesheimer Str. 306 H, 30880 Laatzen, PF-Leitzahl: 30867

Tel. 0 51 02/42 34, Telefax 0 51 02/40 00

Lieferung nur  
an den Fachhandel  
od. Gewerbebetriebe

# Embedded Systems '96

Die Embedded Control Messe  
mit Fachkongreß für Entwickler  
und Konstrukteure, 14.-16.2.1996  
Stuttgart - Sindelfingen

Infos für Aussteller und Besucher  
Telefon: (089) 3830 7270

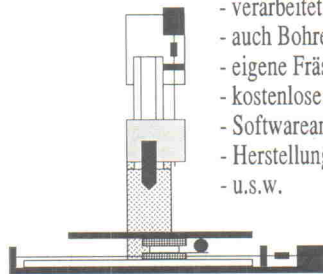
## DER Fräsbohrplotter

- Arbeitsbereich: 480x230x175 mm
- effektive Bohrplanoptimierung
- verarbeitet alle Bohrformate
- auch Bohren NACH dem Ätzen möglich!
- eigene Fräs-Programmiersprache
- kostenlose Softwareupdates per Modem!
- Softwareanpassung nach Kundenwunsch möglich
- Herstellung von Schablonen etc. möglich
- u.s.w.

Komplettpreis: (Plotter, Steuerung,  
Bohrmaschine (18000UPM), Rechner,  
Software)

**8700.-DM**

(Auch ohne Rechner und Bohrmaschine lieferbar.)



**CHV-electronics**

Bismarckstr. 24/1, 88045 Friedrichshafen, Tel.: 07541/930237, FAX: 07541/930238

**HAMEG®**  
Instruments

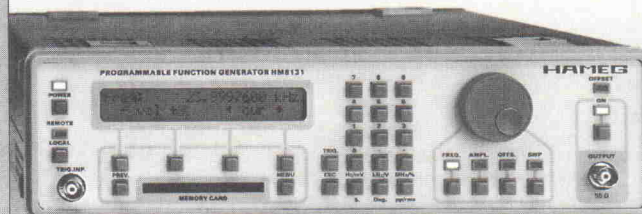
## Signale mit Laborstandard

**HM8125 GPS Zeit-/Frequenz-Normal**



Hochgenaue Frequenzen, Zeit- u. Positionsangaben; Ausgangsfrequenzen: 10 MHz, 2.048 MHz, 1 KHz, 1 Hz und DCF77; Genauigkeit  $1 \times 10^{-12}$  (24Std.),  $3 \times 10^{-10}$  (1sek.); RS-232 Schnittstelle zur Protokollierung; Rubidium-Oszillator als Option.

**HM8131 15MHz DDS-Funktionsgenerator**



0,1mHz - 15MHz; 20mV<sub>ss</sub> bis 20V<sub>ss</sub>; Anstiegszeit <10ns; Sinus, Dreieck, Rechteck, Sägezahn, Rauschen und Arbitrary Funktion; 4K / 16K Speicher; 12 bit Auflösung; AM, FSK, PSK, lin. u. log. Sweep; Memory-Card; RS-232 incl., IEEE-488 optional.

**HM8133 1GHz HF-Synthesizer**



1Hz bis 1GHz; 0.1Hz Auflösung,  $0.5 \times 10^{-7}$  Frequenzgenauigkeit, Einstellzeit 10ms, Ausgangspegel -135dBm bis +7dBm, Harmonische Verzerrungen <-35dBc, Nichtharmonische Verzerrungen <-55dBc, RS-232 oder IEEE-488 Interface optional.

**HM8125**

**DM 4347,00**

o. Mwst.: DM 3780,00

**HM8131**

**DM 2737,00**

o. Mwst.: DM 2380,00

**HM8133**

**DM 7222,00**

o. Mwst.: DM 6280,00

Unterlagen erhalten Sie von:

**HAMEG GmbH**

Kelsterbacher Str. 15-19

60528 Frankfurt / Main

☎ 069-67805 0

☎ 069-6780513



## Signalprozessor &amp; A/D-D/A-Karten und Software



**MuII/O** Multifunktionskarte mit TMS320C26 Signalprozessor, 40 MHz, 16\*32kByte Speicher, 32 maschenbezogene oder mit 16 Differenz-Eingängen, 333.000 Messungen/sec, Eingangsspannungsbereiche  $\pm 5$  V,  $\pm 10$  V, 12 Bit Auflösung, Übergabespeichertiefe zum PC-Bus 2048 Meßwerte, Timer NEC8253, 24 Digital-Ein-/Ausgänge, Abmessung: 330 mm x 110 mm x 12 mm

**Kostenlose Software:** DSP-Debugger, Loader, Assembler, Windows DLL, Scope sowie Konfigurationsprogramm

Optionen zur Basiskarte:	Aufpreise
<b>MUDA412</b> mit D/A Teil 4-Kanal-12-Bit-D/A, Wandlungsrate 300 kHz, Ausgangsspannungsbereiche (0-10 V, $\pm 5$ V, $\pm 10$ V).	297,85
<b>MUDA412/UI</b> Nur mit Option MUDA412, Stromausgänge (0-20 mA, 4-20 mA)	192,05
<b>MUHS12/85</b> 12 Bit-850kHz-A/D-Wandler Typ ADS7810, Abtastraten bei Einzelkanalabtastung bis 850.000 Messungen/sec, bei Mehrkanalabtastung 500.000 Messungen/sec mit einer Auflösung von 12 Bit, Eingangsspannungsbereich $\pm 10$ V. Die Eingänge sind gemeinsam maschenbezogen. Alternativ A/D-Wandler Typ ADS7810 $\pm 2,5$ V	226,55
<b>MUHS16/10</b> 16 Bit-100kHz-A/D-Wandler Typ ADS7805, Abtastraten bis 100.000 Messungen/sec mit einer Auflösung von 16 Bit, Eingangsspannungsbereich $\pm 10$ V.	193,20
<b>MU/light</b> MultiChoice light mit 8 Differenz- oder 16 Single-Ende-Eingängen, 125.000 Messungen/sec, Eingangsspannungsbereich 0-10 V, 12 Bit Auflösung, Speichertiefe 2048 Meßwerte, Timer NEC8253, 24 Digital-Ein-/Ausgänge. Abmessung: 160 mm x 100 mm x 12 mm	917,70
<b>MU/light-D/A</b> MultiChoice light mit 2-Kanal-12-Bit-D/A, Wandlungsrate 300 kHz, Ausgangsspannung $\pm 10$ V.	1009,70
<b>PC DSP-56-2</b> Signalprozessorkarte Motorola 56002, 66 MHz, 24*64kByte Speicher	2182,70

Preise incl. MwSt.

Zu allen Karten bieten wir kundenspezifische Lösungen und Entwicklungen auf Anfrage an, sowie komplette Datenerfassungssysteme. Es ist für alle Karten Standard Software zur Meßdatenerfassung erhältlich sowie kostenlose Windows-Treiber. Auf alle Karten 12 Monate Gewährleistung.

**S & H**  
**E. Goldammer GmbH**  
38440 Wolfsburg  
Schlosserstraße 6  
Telefon 0 53 61/2 46 19  
Fax 0 53 61/1 27 14

## DER DIREKTE DRAHT

ZUR  
ANZEIGENABTEILUNG

0511/53 52-1 64  
oder -1 21

## CE - konforme PC Meßtechnik

Durch vorgezogene EMV-Prüfungen beim TÜV Rheinland können wir Ihnen unsere CE-konforme Produkte schon jetzt ab Lager anbieten.

## Meßkarten AD/DA, digital

AD12LC 16 Kanal, 12Bit-AD, <40 $\mu$ s., mit 8 TTL I/O	269,-
DAC-4U/I 4-Kanal DA U-I galv. getr., 0...20mA Out	948,-
DAC16DUAL 2 Kanal, 16Bit DA-Karte, $\pm 10$ Volt, 4 $\mu$ s.	529,-
OPTO-3N 16Bit-Karte, 16IN+16OUT 150mA, 2x IRQ	429,-
OPTO-3P 16Bit-Karte, 16IN+16OUT 50mA, 2x IRQ	449,-

## Schnittstellen RS232, TTY 20mA

TTY-2 Karte, für COM1..4, aktiv/passiv, für SPS-S5	349,-
TTY-4 Karte, mit FIFO 16c550, COM1..4, bis 115 k	368,-
V24 DUAL, 2x COM sep. galv. getr., 16Bit IRQ	449,-
V24 DUAL, 2x COM sep. galv. getr., mit FIFO's	598,-

## Meß-Module für die Druckerschnittstelle

PAR8R-LPT Modul, 8 DIL-Relais je 10Watt	298,-
PAR8O-LPT Modul, 8 Optokoppler-IN, 5/12 o. 24V	298,-
PAR2DA mit zwei sep. DA-Out 12Bit, 0...10V	498,-
PAR12AD mit 16x AD-Eingang 12Bit, $\pm 10$ Volt s.e	498,-
PAR16AD mit 16x AD-Eingang 16Bit, $\pm 10$ Volt s.e.	598,-
PAR48/I 16Bit-Timer & 48TTL-I/O, einzeln progr.	298,-

**KOLTER ELECTRONIC**  
Steinstrasse 22 50374 Erfstadt  
Tel. (0 22 35) 7 67 07 Fax. 7 20 48



**JANTSCH-Electronic**  
87600 Kaufbeuren (Industriegebiet)  
Porschestraße 26, Tel.: 0 83 41/1 42 67  
Electronic-Bauteile zu günstigen Preisen

(09 41) 40 05 68

**Jodlbauer Elektronik**  
Regensburg, Innstr. 23

... immer ein guter Kontakt!

## Neueröffnung!

Unser bekanntes Sortiment  
nun auch im Ladenverkauf:

**SIMONS**  
electronic

Öffnungszeiten:  
Mo.-Fr. 9.30-12.30  
14.30-18.00  
Sa. 9.30-13.00  
Mi. nur vormittags  
Froebelstr. 1 - 58540 Meinerzhagen  
Tel.: 02354/5702  
Versandzentrale:  
Daimlerstr. 20, 50170 Kerpen

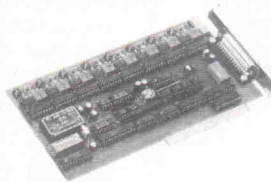
**ELRAD**  
Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

## Embedded Systems 96

Die Embedded Control Messe  
mit Fachkongreß für Entwickler  
und Konstrukteure, 14.-16.2.1996  
Stuttgart - Sindelfingen

Infos für Aussteller und Besucher  
Telefon: (089) 3830 7270

## Störsichere PC-Karten



- galvanische Trennung
- industrielle Ausführung
- EMV-gerecht
- direkter Anschluß an SPS
- Peripherieanschluß über SUB-D-Stecker

- A/D-Karten Spannung, Strom, Pt100-Meßfühler, Thermoelement
- D/A-Karten serielle Kommunikation 20mA-Stromschleife, RS485, RS422, IEEE488
- Digital I/O interruptfähig, SPS-gerecht
- Geberauswertung für Inkrementalgeber u. Absolutgeber m. Synchr.-Seriell-Interface
- Industriecomputer IBM-kompatibel
- Mitutoyo-Interface Anschluß von Schieblehre, Bügelmeßschraube usw.
- Zählerkarte Ereigniszählung, Zeit-, Frequenzmesser
- Meßdatenerfassung über RS232 Digital I/O, Analogwerte, Zähler, Frequenzmesser
- Sonderentwicklungen Hard- und Software

Schreiben Sie uns, faxen Sie uns, oder rufen Sie einfach an. Ihr ERMA-Team steht Ihnen jederzeit zur Verfügung.

ERMA-Electronic GmbH - 78194 Immendingen  
Max-Eyth-Str. 8 - Tel. (07462) 7381 - Fax 7554



**ERMA**  
Electronic GmbH

**balü**  
electronic

20095 Hamburg  
Burchardstraße 6 - Sprinkenhof -  
☎ 040/33 03 96

24103 Kiel  
Schülerbaum 23 - Kontorhaus -  
☎ 04 31/67 78 20

23558 Lübeck  
Hansestraße 14 - gegenüber dem ZOB  
☎ 04 51/8 13 15 55

**K KUNITZKI**  
ELEKTRONIK

Asterlager Str. 94a  
47228 Duisburg-Rheinhausen  
Telefon 020 65/6 33 33  
Telefax 028 42/4 26 84

Elektronische Bauelemente, Computerezubehör, Bausätze, Lautsprecher, Funkgeräte, Antennen, Fernsehsatzteile

Qualitäts-Bauteile für den  
anspruchsvollen Elektroniker  
**Electronic am Wall**  
44137 Dortmund, Hoher Wall 22  
Tel. (02 31) 1 68 63

## RADIO MENZEL

Elektronik-Bauteile u. Geräte  
30451 Hannover - Limmerstr. 3-5  
Tel. 05 11/44 26 07 - Fax 05 11/44 36 29

KATALOG KOSTENLOS

**REICHEL**  
ELEKTRONIK-VERLAG

POSTFACH 1040  
24358 WILHELMSHAVEN  
TEL.: 0 44 21 - 2 63 81  
FAX: 0 44 21 - 2 78 88  
ANRUFBESANTWORTER:  
0 44 21 - 2 76 77

**KRAUSS** elektronik  
Turmstr. 20, Tel. 071 31/681 91  
74072 Heilbronn

**263280** **CONRAD**  
ELEKTRONIK  
**Center**  
Elektronische Bauelemente • HiFi •  
Computer • Modellbau • Werkzeug  
Meßtechnik • Funk • Fachliteratur  
Leonhardtstr. 3  
90443 Nürnberg  
0911 / 263280

**Radio-TAUBMANN**  
Vordere Sternengasse 11 • 90402 Nürnberg  
Ruf (09 11) 22 41 87  
Elektronik-Bauteile, Modellbau,  
Transformatorbau, Fachbücher

**30-111** **CONRAD**  
ELEKTRONIK  
**Center**  
Elektronische Bauelemente • HiFi •  
Computer • Modellbau • Werkzeug  
Meßtechnik • Funk • Fachliteratur  
Klaus-Conrad-Str. 1  
92240 Hirschau  
09622/30-111



NEU

SCHAUF

# LED Kompaktgroßanzeige

Groß in der Leistung  
- klein im Preis

-487.63

- Zeichenhöhe 100 mm
- Schnittstellen: RS 232, RS 422, RS 485, TTY 20 mA Current Loop, BCD Multiplex 24 V DC
- Analogeingang: (0-20) mA, (4-20) mA, (0-1)V, (0-10) V
- Stromversorgung: 230 V AC od. 24 V DC
- Gehäuse pulverbeschichtet matt schwarz od. lichtgrau IP 54

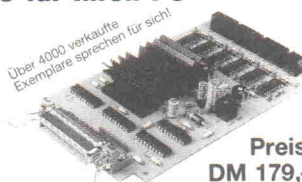
Ihr kompetenter Partner für Informations- und Anzeigesysteme  
Dieter Schauf GmbH · Leichtmetallstraße 22  
D-42781 Haan/Gruiten · Fax 02104/61735  
Telefon 02104/9693-0

NL Ost: An der Brauerei 5, D-04445 Liebertwolkwitz, Tel./Fax 0342 97/4 20 28

Wir stellen aus: INTERKAMA Düsseldorf, 30.10.-4.11.95, Halle 3, Stand C 14

## Schrittmotor-Steuerkarte für Ihren PC

Diese universelle Schrittmotor-Karte dient zur 3-Achsen-Steuerung von Schrittmotoren. Die Einstellmöglichkeit der Phasenströme und eine variable externe Stromversorgung der Endstufen garantieren eine einfache Adaption an viele Motortypen. Mit Hilfe der mitgelieferten Software ist der Anwender sehr schnell in der Lage, eigene Ideen umzusetzen (z. B. Positioniersysteme, Robot- oder Plottersteuerungen).



Preis:  
DM 179,-

**Technische Daten:** Steuerkarte wird mit Standarddruckerkabel an der Centronicschnittstelle Ihres PCs angeschlossen. Bis zu 3 Referenzschalter können beim Booten des Systems abgefragt werden. Stromchopperendstufen für Voll- und Halbschritt-Betrieb. Der Phasenstrom ist von 100 bis 800 mA einstellbar. Geeignet für 2- und 4-Phasen-Schrittmotoren mit entsprechender Beschaltung. Versorgungsspannung: 15-28 V, max. 2,5 A.

**Lieferumfang:** Schrittmotor-Steuerkarte, Treibersoftware u. dt. Anleitung. Auf Kundenwünsche kann eingegangen werden. Weitere Schrittmotor-Steuerkarten auf Anfrage.

Gesellschaft für Electronic und Microprozessorsysteme mbH

Zur Drehscheibe 4, 92637 Weiden i. d. Opf.  
Telefon 09 61/3 20 40, Fax 09 61/3 75 42

EMIS GMBH

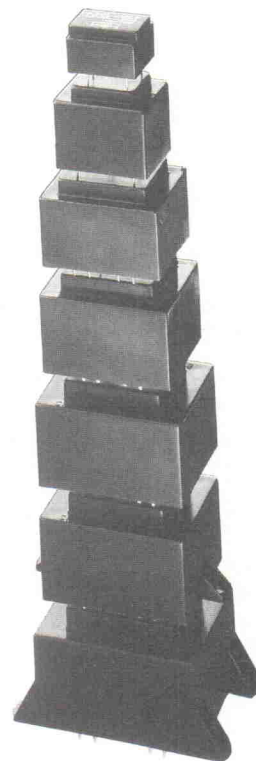
HELMUT GERTH  
TRANSFORMATORENBAU

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

## vergossene Elektronik- Netz- Transformatoren

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

Lieferung nur an  
Fachhandel und  
Industrie



Alles für die  
Entwicklung von  
Microprozessoren

CEIBO Entwicklungssysteme

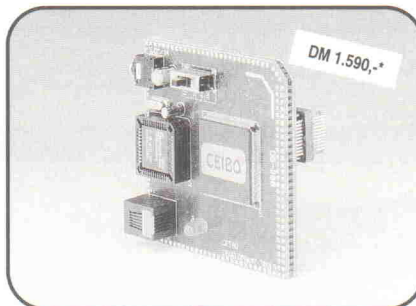
Software Simulator  
für 8051 + Derivate  
- kostenlos -

### MP-51 Programmer



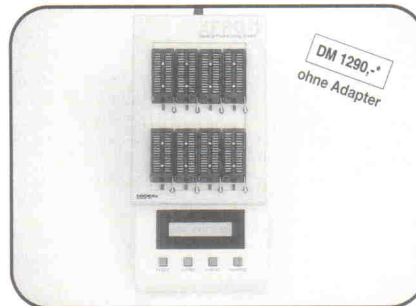
- \* EPROM, PLD und Microcontroller-Programmiergerät
- \* RS232 Schnittstelle
- \* Lädt/speichert Hex-, Binär-, Objekt- und JEDEC-Dateien auf und von der Platine
- \* Einfache Fenster und pull-down Menüs
- \* Unterstützt 24 bis 32-Pin EPROMs, Philips/Signetics, WSI-PSDxx und ATMEL PLDs, und alle Mitglieder der 8051-Microcontroller-Familie
- \* Programmiert Lock-Bits, Encryption Tables und Security-Bits

### DS-300 Emulator für PSD3xx Devices



- \* DS-300 emuliert PSD-3xx Devices
- \* liest von und schreibt auf Speicher
- \* 1024Kbits emulierter EPROM
- \* 16Kbits emulierter SRAM
- \* 19 programmierbare I/O Schnittstellen
- \* vollständige DPLD Emulation
- \* unterstützt 8 und 16 Bits Bus
- \* Konfigurationssoftware unter MS-Windows
- \* Programmiersoftware für PSD-3xx
- \* serielle Verbindung zu IBM kompatiblen PC bis 115K Baud

### XPRO Single - / Gang Programmer



- \* programmiert E(E)PROMs (bis zu 16 Mbit möglich)
- \* Stand alone
- \* serielle RS-232 Schnittstelle (115 K Baud)
- \* 1 Mbit RAM (bis 8 Mbit erweiterbar)
- \* 12 VDC Versorgungsspannung
- \* DOS und Windows Bedienersoftware
- \* kompakt und tragbar

Erweiterbar für:  
\* Unix Software  
\* Gang für 8 EPROMs  
\* Intel und Motorola Microcontroller  
\* Microchip PIC, WSI/Philips, PSD  
\* alle XILINX EPLDs und serielle PROMs  
\* Altera, Max und AMD MACH Bausteine

CEIBO Entwicklungssysteme GmbH, Rheinstr. 32, D-64283 Darmstadt, tel. 06151/27505, fax 06151/28540

\* zzgl. Mwst.





# Platinen und Software

**ELRAD-Platinen** sind aus Epoxid-Glasfaser-Gewebe, sie sind gebohrt und mit Lötstopplack versehen bzw. verzinkt. Alle in dieser Liste aufgeführten Leerplatinen und Programme stehen im Zusammenhang mit Projekten der Zeitschrift **ELRAD**. eMedia liefert nur die nicht handelsüblichen Bestandteile. Zum Aufbau und Betrieb erforderliche Angaben sind der veröffentlichten Projektbeschreibung zu entnehmen. Die Bestellnummer enthält die hierzu erforderlichen Angaben. Sie setzt sich zusammen aus Jahrgang, Heft- und einer laufenden Nummer. Beispiel 119-766: Monat 11, Jahr 1989. Besondere Merkmale einer Platine können der Buchstabenkombination in der Bestellnummer entnommen werden: ds – doppelseitig, durchkontaktiert; oß – ohne Bestückungsdruck; M – Multilayer, E – elektronisch geprüft. Eine Gewähr für das fehlerfreie Funktionieren kann nicht übernommen werden. Technische Auskunft erteilt die **ELRAD**-Redaktion montags bis freitags nur zwischen 11.00 und 12.00 Uhr unter der Telefonnummer 05 11/53 52-4 00.

## PC-Projekte

<b>IEEE488-PC</b> inkl. GAL	019-695/ds/E	73,00
<b>Uni Count</b> Timer/Zählkarte	111-904/ds	70,00
<b>EPROM-Simulator</b>	040-816/ds/E	68,00
— Anwendungssoftware	S040-816M	29,00
<b>Achtung, Aufnahme</b>		
— AT-A/D-Wandlernkarte inkl. 3 PALs + Recorder (Assembler-Routinen) und Hardware-Test-Software (Source) auf 5,25"-Diskette	100-855/ds/E	148,00
— Vollständige Aufnahme-Software D1 und D2 (mit On-Line-Filterung)	S100-855M	78,00
— Event-Board inkl. PAL	100-856/ds/E	89,00
<b>Uni-KV</b> Hochspannungsgeneratorkarte	082-931	70,00
<b>Mpeg PC</b> -Audiomeßsystem		
— Platine inkl. Testsoftware	102-935	64,00
<b>PC-SCOPE</b> PC-Speicheroszilloskop		
— Hauptgerät	061-884/ds	64,00
— Interface	061-885/ds	52,00
— Diskette/PC (Sourcecode) Betriebssoftware auf drei 5,25"-Disketten	S 061-884 M	35,00
<b>UniCard</b> PC-Multifunktionskarte	041-877	70,00
<b>Lüfterregelung</b>	89 101 36B	9,00
<b>Holte</b> PC-Spektrum-Analyser		
— RAM-Karte inkl. Analyse-Software	091-894/ds	64,00
— 16-Bit-ADC-Karte	101-897/ds	64,00
— 12-Bit-ADC-Karte	101-898/ds	64,00
<b>Centronics-Umschalter</b>	101-901/ds	64,00
<b>SendFax-Modem</b>		
— Platine	071-891/ds	64,00
— EPROM		25,00
<b>Messfolio</b> Portfolioerweiterungen		
— Speichererweiterung	082-929	49,00
— X/T Slot Platine	082-930	64,00
<b>Multi Port</b> PC-Multifunktionskarte		
— Multi Port Platine inkl. GAL	092-932	109,00
— Uniscif-Software, Diskette 3,5"	S092-932M	35,00
<b>DCF77 SMD</b> Mini-DCF-Empfänger	023-951	25,00
<b>IEEE-Busmonitor</b> inkl. Software	033-965	48,00
<b>Wandel-Board</b>		
— A/D-D/A-Karte inkl. GALs u. u. Software	033-968	98,00
<b>Wellenreiter</b>		
— Hauptplatine, 6 Filterplatinen, PC-Karte, DSP-EPROM, Controller-EPROM		
— Anwendersoftware	023-970	398,00
<b>InterBus-Schaufeuer</b>		
— PC-Karte, GAL, SuPI, Treibersoftware	043-971	395,00

<b>Fuzzynierend</b> Fuzzy-Entwicklungssystem		
— incl. PALs, NLX230, Handbuch, Entwickler-Software (3,5")	053-973	268,00
<b>8 x 12 Bit</b> A/D-Wandler im Steckergehäuse	103-999/ds	35,00
<b>PC-CAN</b>		
— Platine, Monitor-EPROM		
— 2 GALs, Treibersoftware	123-1006	228,00
<b>PC-LA, PC-Logikanalysator</b>		
— Platine, GAL-Satz		
— LCA, Montageblech		
— Windows-Software	034-1010	448,00
— Vorverstärkerplatine	034-1011	29,00
<b>Sparschwein</b>		
— Low-Cost-IEEE-488-Board		
— Platine + Diskette	074-1022	45,00
<b>Harddisk-Recording</b>		
— Platine	084-1025/ds	64,00
— GAL-Satz (3 Stück)	S084-1025	29,00
<b>20-Bit-A/D-Wandler</b>	025-1042/ds	64,00
<b>Quickie, 50-MHz-Transientenrecorder</b>		
— Platine inkl. MACH 220-15		
— Windows-Programm MessQuick	104-1027/ob	198,00
<b>Overdrive</b> 16-Bit-A/D für PCs		
— Platine + FPGA + progr. E <sup>2</sup> ROM + Disketten m. Pascal-Programmen + Visual Designer Demo	025-1036	289,00
<b>Lightline</b> DMX-512-PC-Interface-Karte		
— Platine + GAL	025-1038/ds	86,00
<b>Andy A/D-Wandler</b> am Printerport		
inkl. Software	035-1040	98,00
<b>PICs</b> Kartentricks Chipkartenleser		
— Platine + Diskette + PIC 16C84 + Karteneinschub	035-1041	98,00
<b>16 und 4</b>		
— 20-Bit-A/D-Studiowandler	025-1042/ds	64,00
<b>Crystal-Klar</b>		
— D/A-Wandler 18 Bit	055-1045	64,00
<b>Hameg-Interface</b> inkl. Software	065-1046/ds	78,00
<b>LON-Testdrive</b>		
— NMK mit Trägerplatine, 2 Knoten mit Trägerplatinen, Diskette mit Application Editor und Binding Tool	035-1047	748,00
<b>DIN-Gate-Platine</b>		
— Treiber für 5 Teilnehmer, DLEIT1, Slave DTEIL1, Testprogramm DTEST		
inkl. GAL	065-1054	178,00
<b>ROMulator</b>		
1 MByte EPROM/Flash/SRAM-Emulator	085-1052/ds	198,00
— Platine, 2 GALs, Treibersoftware, 16-Bit-Adapterplatine		
<b>Meßpunkt</b> Slave-Knoten für den DIN-Meßbus		
— Platine	095-1060/ds	37,00
— Programmierter Controller	095-1061	25,00
— Treibersoftware auf Anfrage		
<b>Port Knox</b> Multi-I/O-Board für die EPP-Schnittstelle	— Platine	095-1062 64,00

## Mikrocontroller-Projekte

<b>MOPS</b> Einplatinenrechner mit 68 HC 11		
— Platine	031-874/ds/E	64,00
— Platine Vers. 2.1. (Mops plus)	082-938	78,00
— Entwicklungsumgebung		
PC-Diskette inkl. Handbuch	S 031-874 M	100,00
<b>MOPsight</b> Mini-board f. 68 HC 11		
— Platine und Software	024-1007	149,00
<b>MOPS Talk</b>		
— Platine und Betriebssoftware EPROM	074-1024	85,00
<b>IE<sup>3</sup>IF-Modul</b> IEEE-488 Interface für EPCs	052-918/ds	46,00
<b>Von A bis Z 80</b>		
— Z-80-Controllerboard inkl. 2 GALs	052-919/ds	138,00
— Emulator-Platine	062-921	16,00
<b>Halbe Portion</b> EPC mit 68008 inkl. GAL	042-916/ds	89,50
<b>Z-Maschine</b> EPC mit Z280		
— Platine, Mach110, Monitor	023-952	248,00
<b>TASK 51</b> Multitasking f. 8051		
— Source auf 3,5"-Disk. (PC), Handbuch	S033-969	48,00

<b>51er-Kombi</b> inkl. GAL	053-972	82,00
<b>Tor zur Welt</b> Interface Board f. TMP96C141		
— Platine inkl. Trafo	113-1003/ds	185,00
<b>Bus-Depot</b> InterBus-S-Controller		
— Platine inkl. SuPI II und Handbuch	113-1002/ds	179,00
<b>Vport-152/k</b> Bitbus-Controller		
— Platine inkl. Monitor-EPROM, Handbuch und Terminalprogramm	083-986/ds	198,00
— Bitbus Master-EPROM	S083-987	198,00
— Bitbus Slave-EPROM	S083-988	98,00
— IF-Modul Platine RS-485	083-989/ds	35,00
— IF-Modul Platine RS-232/Stromschleife	083-990	25,00
— PIF-Modul Platine, seriell	083-991/ds	35,00
— PIF-Modul Platine, parallel	083-992/ds	35,00
<b>Rex Regulus</b>		
— Miniproz.-Controllerplatine		
Win Reg.-Simulationsprogramm		
Betriebsprogramm-EPROM	123-1004	229,00
<b>PIC-Programmer V.2.0</b>		
— Platine		
Betriebssoftware EPROM		
Betriebssoftware PC-Diskette	014-1005/ds/E	156,00
— PIC-Adapter (2-Platinensatz)	064-1017/ds	36,00
— PIC-Simulator	064-1018/ds/E	33,00
— PIC-Evaluationkarte	054-1014/ds/E	98,00
<b>Kot-Ce 68 332</b>		
— Platine, EPROM-Satz		
— PC-Terminalprogramm		
— Handbuch	034-1009	272,00
<b>CANtate</b> CAN-Bus-Knoten		
— Platine	044-1012	45,00
— Update-EPROM f. PC-CAN	S044-1013	98,00
<b>Background-Debugging-Mode</b>		
— Platine + GAL + Diskette	114-1028	38,00
<b>Fuzzy-Compakt</b> Fuzzy-Regler-Entwicklungssystem		
— Platine + progr. Controller + Software + Handbuch	025-1037	385,00
<b>Lightline-Empfänger</b>		
— Platine + EPROM	025-1044/ds	98,00
<b>Blitzbrenner</b>		
— Programmierplatine für AT89C51/52		
inkl. Software	085-1048	88,00
— Platinensatz PLCC-44-Adapter	085-1049	29,00
— Platine und Software für AT89C1051/2051	085-1050	88,00
— Flash-µC-Prototypen-Platine für AT89C51/52	085-1051	88,00

## Atari-Projekte

<b>Lüfterregelung</b>	89 101 36B	9,00
<b>Aufmacher II</b> A/D-D/A am ROM-Port	081-892	52,00
<b>Hercules-Interface</b> serieller CRT-Controller	081-893	64,00
— EPROM	S081-893	25,00
<b>Centronics-Umschalter</b>	101-901/ds	64,00
<b>SendFax-Modem</b>		
— Platine	071-891/ds	64,00
— EPROM		25,00
<b>Atari ST-Hameg-Interface</b>		
— Interface	101-899/ds	38,00
— Steuersoftware	S101-899A	30,00
<b>19-Zoll-Atari</b>		
— Platine 1-3 und Backplane + Diskette	062-920/M	392,00
— Speicher Platine	062-925/M	98,00
— TOS Platine	062-926/M	98,00
— Backplane Platine	062-927/M	98,00
— CPU Platine	062-928/M	98,00
— GAL-Satz (5 Stück) ohne MEM GAL	S062-920/1	52,00
— MEM-GAL	S062-920/2	15,00
— SCSI-Adapter inkl. 3 GALs, 1 EPROM und Software	033-966/ds	179,00
— SCSI-EPROM einzeln	S033-966	49,00
<b>ST-Messlab</b>		
— Platinensatz + Software + GAL	023-941	568,00
— Einzelplatinen auf Anfrage		

**So können Sie bestellen:** Um unnötige Kosten zu vermeiden, liefern wir **nur gegen Vorkasse**. (Bestellsumme zuzüglich DM 6,- für Porto und Verpackung). Folgende Zahlungsverfahren sind möglich: Einsendung eines Verrechnungsschecks oder einer einmaligen Abbuchungserlaubnis für Ihr Konto. Kreditkarten von Eurocard, Visa und American Express werden ebenfalls akzeptiert.

Ihre Bestellung richten Sie bitte an:



eMedia GmbH  
Bissendorfer Straße 8  
30625 Hannover

Telefonische Auskünfte nur von 9.00 – 12.30 Uhr

Tel.: 05 11/53 72 95  
Fax: 05 11/53 52 147



# Platinen und Software

## Software

<b>Flowlearn</b> Vers. 2.6. Regelungssimulationsprogramm	98,00
— Update 2.3 auf 2.6 gegen Einsendung der Originaldiskette	48,00
<b>Lab! Pascal</b> Softwarepaket für die Meßtechnik	
— Offline-Version	98,00
— Online-Version mit integr. Treiber, wahlweise Achtung Aufnahme, Wandelboard oder Stecker A/D Unicard oder Multi Port	198,00
<b>ELRAD-Internet-Paket</b>	S025-1039 20,00
<b>CD-ROM PLDstart</b>	S045-1043 99,00
<b>IC-Scout CD-ROM</b> Wer liefert Was in der Elektronik	
— bis zum 1. 10. 95 Subskriptionspreis	095-1056 128,00
<b>IC-Scout CD-ROM</b> Wer liefert Was in der Elektronik	
— Preis ab dem 1. 10. 95	095-1058 148,00
<b>IC-Scout Diskette</b> Wer liefert Was in der Elektronik	
— bis zum 1. 10. 95 Subskriptionspreis	095-1057 128,00
<b>IC-Scout Diskette</b> Wer liefert Was in der Elektronik	
— Preis ab dem 1. 10. 95	095-1059 148,00

## Audio-Projekte

<b>Röhren-Endstufe mit EL84</b>	
— Endstufe	032-912 46,00
— Netzteil	032-913 43,00
<b>SP/DIF-Konverter TTL/LWL-Umsetzer</b>	101-900 7,50
<b>Beigeordnet</b>	080-842 35,00
<b>µPA</b>	011-867/ds 14,00
<b>MOSFET-Monoblock</b>	070-838 25,50
<b>IR-Fernbedienung</b>	
— Sender/Empfänger inkl. Netzteil	022-908 49,00
— Motorsteuerung	022-909/ds 54,00
<b>Browne Ware 18 Bit Audio-D/A-Wandler</b>	042-915/ds 64,00
<b>Surround Board</b>	084-1026 75,00
<b>Surround Extension</b>	
— Platine + EPROM	094-1030 45,00

## Harddisk-Recording

— Platine	084-1025/ds 64,00
— GAL-Satz (3 Stück)	S084-1025 29,00
<b>16 und 4</b>	
— 20-Bit-A/D-Studiowandler	025-1042/ds 64,00

## Sonstige Projekte

<b>Mode-Step Bi/Unipolare Schrittmotortreiber</b>	
— Uni Step	062-922 45,00
— NT Step	062-924 45,00
<b>Drive Servotreiber</b>	102-936 45,00
<b>9-Bit-Funktionsgenerator</b>	
— Frontplatine, Hauptplatine, 1 GAL, 3 EPROMs	032-910 160,00
<b>LowOhm</b>	
— V-24-Treiber optoentkoppelt	011-868/ds 32,00
— V-24-Treiber optoentkoppelt	013-940 25,00
<b>Voll Dampf Hygrometer</b>	093-996 69,00
<b>Opto-Schnitte RS-232/LWL-Wandler</b>	
— Platine 10-m-Adapter	063-977 38,00
— Platine 50-m-Adapter	063-978 38,00
— Platine Repeater	063-979 42,00
<b>VMEconomy</b>	
— 12-Bit-A/D-Wandlerkarte für den VME-Bus	
— Platine und GAL	064-1019/ds 129,00
<b>Entwicklungshilfe</b>	
— 64 KWorte Speichererweiterung für DSP-Starter-Kit + GAL	064-1020/ds 79,00
<b>24 fixe Sterne</b>	
— Träger-Board für NavCore V	074-1023 68,00
<b>Volks-PLD</b>	
— Platine inkl. 3 ispPLDs	
— Entwicklungssoftware inklusive Dokumentation	104-1026 129,00
<b>DSO Trainer</b>	123-1029 126,00
<b>Patty, 50 MHz, Patterngenerator</b>	
— Platine + GAL + EPROM + Diskette	124-1031/oB 348,00
<b>Lightline-Empfänger</b>	
— Platine + EPROM	025-1044/ds 98,00

## Artikel-Recherche in

**c't** magazin für computer technik

**ELRAD**  
Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

**iX** MULTIUSER MULTITASKING MAGAZIN

**GATEWAY**  
MAGAZIN FÜR DATEN- UND TELEKOMMUNIKATION

Das 'offizielle' Gesamtregister der Heise-Fachzeitschriften c't (12/83 bis 12/94), ELRAD (11/77 bis 12/94), iX (11/88 bis 12/94) und Gateway (1/94 bis 12/94). Die Fundstellen aller erschienenen Artikel mit Stichwörtern und aktualisierten Querverweisen. Inklusive Recherche-Programm mit komfortabler, fehler-toleranter Suchfunktion. Das Heise-Zeitschriftenregister ist auf 3,5"-Diskette lieferbar für

Windows

OS/2

Apple Macintosh

Atari ST/TT/Falcon

Preis: 30 DM

**eMedia GmbH**

# BESTELLKARTE

Bissendorfer Straße 8  
30625 Hannover

Tel.: 0511/53 72 95  
Fax: 0511/53 52 147

Menge	Produkt/Bestellnummer	à DM	gesamt DM
1x	Porto und Verpackung (Inland)	6,-	6,-

Absender:

Name/Vorname

Beruf

Straße/Postfach

PLZ/Ort

Bestellung nur gegen Vorkasse

☐ Den Betrag buchen Sie bitte von meinem Konto ab.

Konto-Nr. BLZ

Bank

☐ Scheck liegt bei.

☐ Eurocard ☐ Visa ☐ American Express

Card-Nr. \_\_\_\_\_

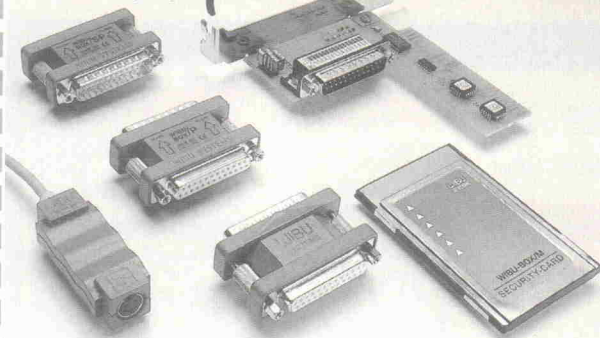
Gültigkeitszeitraum von \_\_\_\_ / \_\_\_\_ bis \_\_\_\_ / \_\_\_\_

X

Datum Unterschrift (unter 18 Jahren der Erziehungsberechtigte)



# Kopierschutz



- ✓ WIBU®-BOX ist einer der kleinsten Dongles mit ASIC.
- ✓ Begrenzungszähler, Remote Programming, Dateneinträge.
- ✓ Für LPT, COM, ADB, als (E)ISA- und PCMCIA-Karte.
- ✓ Sicher gegen Knackprogramme oder Simulation per Karte.
- ✓ DOS, Windows (3.11, 95, NT), Netzwerke, OS/2, MacOS.
- ✓ Schutz auch ohne Quellcodemodifikation.



COMDEX/Fall

See us at Sands S4077  
Las Vegas, 13.-17.11.1995Bestellen Sie  
Ihr Testpaket  
noch heute!

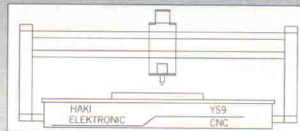
## WIBU-KEY

### High Quality in Copy Protection

**WIBU**  
SYSTEMS

WIBU-SYSTEMS Winzenried & Buchheit GmbH  
Rüppurrer Straße 54 D-76137 Karlsruhe  
Tel.: (0721) 93172-0 Fax: (0721) 93172-22

## Präzisions X/Y/Z CNC Maschine

Feingravur mit Tiefenregler  
bohren/fräsen/erstellen von  
Musterplatten.

Wir fertigen die Maschine nach  
Ihren Wünschen A4/A3/A0

### Haki-Elektronik

76316 Malsch  
0 72 04/81 15 Hotline bis 20 Uhr  
0 72 04/81 15 FAX

## externe PC - Meßgeräte

Anschluß über parallele / serielle Schnittstelle  
PicoScope: digit. Spannungsmessgeräte, Speicher-Oszilloskop,  
RF-Spektrogramm  
PicoLog: Datenlogger, Erfassen und Speichern v. Meßwerten,  
Darstellung als Kurven oder Tabellen

ADC-100+ 2-Kanal, 12 Bit Auflösung  
einstellbare Meßbereiche:  $\pm 0,2 - \pm 20V$   
max. Abtastrate: 100 kHz  
mit PicoScope und PicoLog-Software  
BNC-Buchsen, parall. Anschlußkabel  
DM 756,-

ADC-16 8-Kanal, 16 Bit Meßbereich  $\pm 2,5V$ ,  
Abtastrate: 200 Hz / 8 Bit  
oder 2 Hz / 16 Bit  
für serielle Schnittstelle, mit PicoLog  
DM 397,-

TC-08 8-Kanal Temperatur-Interface  
für handelsübliche Thermoelemente  
mit ser. Anschlußkabel, mit PicoLog  
DM 736,-

Preise zuzüglich 15% MwSt.  
weitere preiswerte Geräte und Umwelt-Meßgeräte auf Anfrage!

**PSE - Priggen Special Electronic**  
Postfach 1466, D-48544 Steinfurt  
Tel.: 02551/5770 Fax: 02551/82422

## ENTWURF + BESTÜCKUNG + PRÜFUNG

von Leiterplatten (SMD) und Baugruppen

⇒ **HYBRID-SCHALTKREISE** (Entwurf/Fertigung)

⇒ **ASIC-DESIGN** (analog + digital)

**GEMAC**  
Gesellschaft für  
Mikroelektronikanwendung Chemnitz mbH

Matthesstraße 53  
D-09113 Chemnitz  
Tel.: (0371) 3377104  
Fax: (0371) 3377272

## ★ CAD-Layout-Service ★

Entflechtung / Fotoplots / Musterplatten  
Qualität zum marktgerechten Preis

Klaus Müller · Technisches Büro

Mitglied im Fachverband Elektronik-Design e.V.

Tel. 08142/9483, Fax 08142/9344,

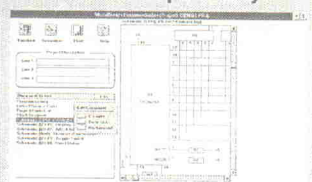
82194 Gröbenzell, Birkenstr. 15

## Entwicklungszeit - einige Minuten?

Ihre Ideen für 8bit Microcontroller  
werden Realität mit

## MICROBENCH

Product Development System



Info's und Demodiskette anfordern bei:

ELECTRONIC & MECHANIC  
POWER PARTS

Tel. 069-70790850 Fax 069-70790851

## GAL-Development System GDS 3.5

Das komplette PLD-Entwicklungspaket  
neu  
Programmiergerät mit GDS 3.5  
komplett nur 398,00 DM

Der einfache Einstieg in die PLD-Technologie.  
SAA-Oberfläche, komplett in deutsch, mit Editor, Assembler,  
Minimierer, Macros und Simulation. Erzeugt 100% Jeder-Code  
für GALs 16V8, 20V8, 18V10, 22V10, 26V12, 20RA10 und  
PALCE 16V8, 22V10. Integriertes Programmierinterface für  
ispGAL 22V10 und Switch-Matrix Bausteine GDS 14,18, 22.  
Programmiergerät zum Anschluß an den Druckkopf,  
2 Texttools, Verbindungskabel und Netzteil.  
Diskette 3,5 Zoll, viele Beispiele und deutsches Handbuch.

398.- DM

GDS 3.5 für ALL Dx, GALEP, DATA I/O, ELCOTEC, SPRINT usw.  
198.- DM

Info, Demo, Preisliste kostenlos anfordern.  
Sonderpreise für Studenten, Aus- und Fortbildungsstätten.

SH-ELEKTRONIK

Marthastr. 8 24114 Kiel  
Tel. 0431 665116 Fax 0431 674109

## SPE 650 frei programmierbar


Spannung  
Strom  
Temperatur  
Drehzahl  
Frequenz  
2 Grenzwerte

und 1000 andere Einbauminstrumente  
lieferbar. Fordern Sie Katalog 95 an.

**SCHWILLE**  
ELEKTRONIK

Benzstraße 1a, D-85551 Kirchheim  
Tel. 089/9031041 Fax 089/9036446

Einbauminstrumente

## Ihr Elektronik-Spezialist

NEU: jetzt umfangreiches Fernbedienungsprogramm in allen  
Preisklassen, sowohl programmierbar, als auch vorprogrammiert.  
Z.B. Top Tel 1 + 2, One for all etc.  
Und ganz aktuell: Das CD-Reparatur- und Reinigungs-Set, sowie  
die neue Metex-Dual-Display-Serie


Weiterhin bieten wir zu günstigen Preisen:

- Mischpulte
- Netzgeräte
- Lötartikel
- Alarmanlagen
- Anzeigeinstrumente (analog, LED, LCD)
- Meßgeräte (analog + digital)
- Print-Halo- und Ringkerntrafos
- Knöpfe, Griffe, LED's etc.
- Telefone mit Zubehör
- Gehäuse
- und vieles mehr

Fordern Sie unseren Katalog mit Preisliste an (Nur gewerbliche Anfragen)

**POP**  
Postfach 220156, 40608 Düsseldorf  
Tel. 02 11/200 02 33-34  
Fax 02 11/200 02 54

PoP electronic GmbH  
Postfach 220156, 40608 Düsseldorf  
Tel. 02 11/200 02 33-34  
Fax 02 11/200 02 54

**Xaruba**



# Kompetenz in Powersupplies

## Schulz-Electronic

GMBH

Postfach 110118 · 76487 BADEN-BADEN  
Telefon 072 23 / 96 36 - 0 · Vertrieb - 30 · FAX - 90

### SPEZIAL-IC's 12/94 (Auszug)

Katalog DM 5,-

61C 256AH-15 19,80	CS 8402 ACP 30,95	MAX 457 CPA 18,50	PCM 63P-K 87,80
62C 256W-70 12,50	CS 8412 CP 34,95	MAX 712 CPE 12,80	PCM 67P-K 77,55
DS 2013-65 59,90	DF 1700 P 37,50	MAX 713 CPE 12,80	SAE 0800 7,99
	ICS 1702 N 27,50	OP 27 GP 4,55	SFH 505 A 6,25
AD 744 JN 7,75	MAT-03-FH 19,20	OPA 27 GP 4,95	TD 7330 16,80
AD 745 JN 16,55	MAT-03-FH 19,85	OP 37 GP 5,15	YM 3437C 25,50
AD 844 AN 13,50	MAX 232 CPE 4,95	OPA 37 GP 4,95	YM 3623B 25,50
AD 845 JN 11,95	MAX 404 CPA 9,95	OPA 604 AP 4,65	YM 7128 49,80
AD 846 AN 23,95	MAX 452 CPA 11,35	OPA 2604 AP 6,65	16,9344M 4,55

Albert Mayer Electronic, D-87751 Heimertingen, Nelkenweg 1,  
Tel. 0 83 35/12 14, Mo.-Fr. von 9-19 Uhr



### IHR ZUVERLÄSSIGER ELEKTRONIK-PARTNER

Horst Boddin - Import-Export

Postfach 100231 · Telefon 051 21/51 20 17  
D-31102 Hildesheim · Telefax 051 21/51 20 19  
Steuerwalder Straße 93 51 66 86  
D-31137 Hildesheim

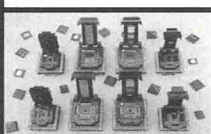
- MIYAMA Kippschalter, Taster
- Stecker (Antennen-, BNC-, UHF-, Cinch-, LS-, Sub-D-, Platinen- etc.)
- Buchsen, Kupplungen, Verbinder
- Batteriehalter
- Crimp- u. Elektronikerzangen
- Lichtschranken
- Lötartikel
- Kopfhörer/Ohrhörer
- Lade- u. Netzgeräte
- Meßgeräte (analog + digital)
- Einbaumeßinstrumente
- Gehäuse (Plastik + Metall)
- Kabel (Audio/Video/Netz-)
- TV/RF Antennen-Rotore
- Telefondosen, -Stecker, -Kabel

BITTE FORDERN SIE UNSEREN NEUEN KOSTENLOSEN KATALOG 1995 AN!  
- NUR HÄNDLERANFRAGEN -

## XELTEK



## ELS electronic



Universal-Programmiergeräte  
EPROM-Programmiergeräte  
EPROM-Simulatoren  
Für PC, LPT, COM, standalone  
Gehäuseform-Adapter  
UV-Löschgeräte / Simatic-S5

ELS electronic Erwin Steinke  
Kurfürstenstraße 47  
D-47179 Duisburg  
Telefon 0203-991714-0  
Telefax 0203-991714-1  
Service-BBS 0203-991714-2

### Ihre Programmier-Profis

# KLEIN ...

# ...ganz groß

Nutzen Sie den  
Kleinanzeigenteil  
in **ELRAD**.

Die Bestellkarte finden Sie  
in der Heftmitte.

### Wer braucht MÜTER?

Wer Elektronik repariert, der braucht einen **VDE-0701-Tester** für Endprüfungen. **MÜTER SP 701** mißt RIS, IABL., RSL, Spannungsfreiheit (TV, Audio, Computer); Besonderheit: 5A RSL-Meßstrom für Medizintechnik und Eigentest.



Wer am offenen Gerät arbeitet, der braucht einen **Regel-Trenntrafo** mit Schaltstrombremse für die Stromversorgung. **RTT 2 und 3** liefern bis 1100 Watt erdfrei von 0 bis 270 Volt und jede Menge Sicherheit.



Preiswert beim Elektronik-Großhandel, INFOS kostenlos vom Hersteller:  
**Ulrich Müter GmbH & Co. KG**  
Kriedellweg 38, 45739 Oer-Erkenschwick  
Tel. (02368) 2053, Fax 57017

Wer verbrauchte Bildschirm-Röhren reparieren und messen will, der braucht einen **Regenerier-Computer**. Auch moderne Schirme macht **MÜTER BMR 95** wieder strahlend hell.



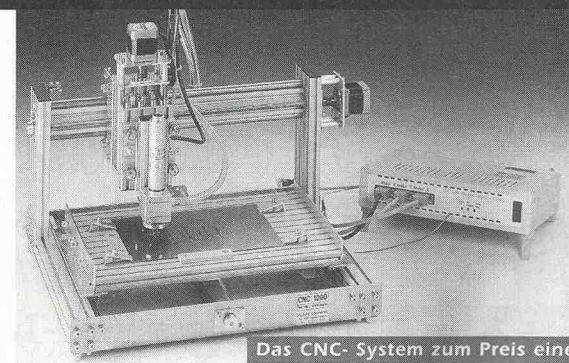
Wer mit Audio-Service Geld verdienen will, der braucht einen praxisgerechten **Audiomeßplatz** mit Allnormbuchen. **MÜTER AT 2** ersetzt 16 Einzelgeräte und mißt alles spielend schnell, was bisher zu umständlich war und zu lange dauerte.

Wer Schmierfarben hat, der braucht einen **Bildschirm-Farbreinheits-Entmagnetisierer**. Machen Sie Schirme bis 110 cm farbklar mit **MÜTER CBE**.

**MÜTER ION 2** hilft Allergikern bei Pollen, Staub, Rauch, Pilzbefall.

**MÜTER CSG 5** ist ein grundlegender Testbildsender mit allem was der Service braucht.

## Schwanekamp CNC Graviermaschine



Das CNC-System zum Preis eines PC's.

- Musterplatinen mit Abtastfrässpindel
- Bohren + Fräsen Gehäuse und Fronten
- Kugelgelagerte spielfreie Linearführungen und Antriebe
- Auflösung <0.004 mm
- X-Y-Z Wege 310/210/50 mm

## Paket Preis 3450,- DM

(Maschine, Interface u. Software/HP-GL/Bohren)

Ing.-Büro Schwanekamp · Klausenhofstr. 45 A  
46499 Hamminkeln · Tel. 02852/4926 · Fax 5224



**PASCAL- oder C-**

Entwicklungsumgebungen

8031/32, 8751/52, 80C535/C537, 80C320 ...

- Compiler (Pascal/C) • Macro-Assembler
- Echtzeitkern • div. Bibliotheken
- Simulator • Multi-File-Editor
- Linker • OOP (Pascal 5.x)
- On-Line-Hilfe • kompakter Code
- 1 Jahr Updates • Hotline

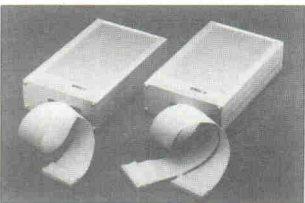
Entwicklungsumgebung ab 2012,50 DM  
In-Circuit-Debugger inkl. Interface 977,50 DM  
Bitte Prospekt und Demodiskette anfordern!

**In-Circuit-Emulator**

Neues Emulatorkonzept ermöglicht universellen und flexiblen Einsatz für vorhandene und zukünftige Prozessoren der 8051-Familie

- Eprom-Adapter für alle Prozessoren der 8051-Familie
- Hochsprachen-Debugging
- Real-Time-Trace (32 K x 16 Bit)
- Hardware-Breakpoints (64 K)
- unterstützt ROM-Versionen mit Hilfe von Piggy-Back-CPU's
- keine Einschränkungen von Speicherplatz, Registern, Ports, Interrupts usw.

Echtzeitemulator BICEPS51 c 2875,00 DM  
Piggy-Back-CPU für ROM-Vers. 287,50 DM  
Adapter DIL-28 auf PLCC-32 333,50 DM

**Eprom-Emulatoren**

- für 8- und 16-Bit-Systeme bis 512 KByte
- 70 ns RAM und Centronics-Schnittstelle
- eigener Microcontroller und Befehlssatz
- mehrere Dateiformate, eigenes Netzteil

EMU I 498,00 DM  
bis 128 KByte (1 MBit), für 8-Bit-Zielsysteme  
EMU II 698,00 DM  
bis 2 x 128 KByte, für 8-Bit-Zielsysteme  
(1 oder 2 Eproms) und 16-Bit-Zielsysteme

**Cross-Software**

Integrierte Entwicklungsumgebungen mit Cross-Assembler für die 8051-Familie

- Macro-Assembler • Terminal
- Editor • On-Line-Hilfe
- Simulator • Quelltextdebugging

Entwicklungsumgebung Eu8051 439,00 DM  
weitere Prozessoren auf Anfrage!

Bitte fordern Sie unseren Gesamtkatalog an!

**Soft- und Hardwareentwicklung**  
Jürgen Engelmann Ursula Schrader

Am Führengelbege 2, 29351 Eldingen  
Tel. 05148/286 Fax 05148/853

# ELRAD

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

## Seminarführer

**HILF! GmbH**  
Microcomputer-Consulting  
Beratung · Schulung · Entwicklung

**SCHULUNGSPLAN**

**Oktober 1995**

- 04.-06. Windows Netzwerk-Prgr. (Win95/NT)
- 04.-06. pNA\* (pSOS\* Netzwerk)
- 05.-06. Windows 95 Upgrade
- 05.-06. pSOS\* für Umsteiger
- 09.-13. C++ und OOP
- 09.-13. pSOS\*
- 09.-13. DSP56002/4/5
- 16.-18. Windows Multitasking (Win95/NT)
- 16.-19. CPU32(+)
- 16.-20. Windows Prgr. mit Visual C++/MFC
- 17.-20. UNIX für Programmierer II
- 23.-25. DSP56156/166
- 23.-27. MC68331/2/3 & TPU
- 24.-27. Einführung in ANSI C

**November 1995**

- 02.-03. Windows 95 Upgrade
- 02.-03. VMEbus
- 02.-03. Hardwarenahes C für Controller
- 06.-10. Windows 3.1-Programmierung in C
- 06.-10. pSOS\*
- 07.-10. UNIX für Programmierer III
- 13.-17. C++ und OOP
- 15.-17. Windows Multitasking (Win95/NT)
- 20.-23. MC68360 (QUICC™)
- 20.-24. OS/2 WARP™ -Programmierung in C
- 22.-24. pNA\* (pSOS\* Netzwerk)
- 27.-29. Windows Netzwerk-Prgr. (Win95/NT)
- 27.-1.12. DSP56002/4/5
- 30.-1.12. pSOS\* für Umsteiger

Kellenring 2-4, 82041 Oberhaching/München  
Ansprechpartnerin: Frau Amone Ulrich  
Telefon 089 / 61 37 90 - 0 Fax 089 / 6 25 21 45  
Jetzt auch online erreichbar: CDS-Mailbox Tel. 089/9 30 10 81

**Schulung praxisbezogen!**  
Fordern Sie bitte detaillierte Unterlagen an

**Kursort ist jeweils München**

**STEAM**  
ELEKTRONIK GMBH

**Alltags-EMV**

**Hohe Effizienz durch Praxisnähe**

**Workshop für Entwickler, Layouter und Konstrukteure**

**Inhalt:**

- CE-Kennzeichnung, Europäisches Normenwerk
- EMV in der Entwurfsphase, Störicherheits-Design
- EMV auf Leiterplatten, EMV-gerechtes Layout
- Abstrahlung, Einstrahlung, Schirmung, Filterung
- EMV-gerechte Systemverbindungen, ESD
- Entwicklungsbegleitende Prüftechnik, ESD
- EMV-Simulations-Software

**Ort:** Untereisesheim bei Heilbronn

**Termin:** 19./20.09.1995  
28./29.11.1995

**Preise:** DM 1400,- + MwSt. einschl. Unterlagen, Mittagessen und Getränke

Das Seminar wird in gestraffter Form auch als Eintages-Seminar durchgeführt.

**Preise:** DM 780,- + MwSt.

Inhouse- und Spezial-Seminare auf Anfrage.

Nutzen Sie unser EMV-Know-how für Ihre Entwicklungen und EMV-Prüfungen.

**S-TEAM ELEKTRONIK GMBH**  
Schleifweg 2, 74257 Untereisesheim  
Telefon 07132/4071, Fax 07132/4076, Frau Stegmaier

**Fernstudium**

Staatl. geprüft

### Computer-Techniker Fernseh-Techniker Elektronik-Techniker

Berufe mit Zukunft! Praxisgerechte, kostengünstige und gründliche Ausbildung für jedermann ohne Vorkenntnisse. Teststudium unverbindlich. Info-Mappe kostenlos.

FERNSCHULE WEBER

Abt. 12

D-26192 Großenkneten - PF 21 61

Tel. 04487/263 - Fax 04487/264

Hier  
könnte  
Ihre  
Seminar-  
Anzeige  
stehen

Der  
Seminarteil  
in

**ELRAD**

Jeden Monat.

Infos unter  
0511/ 5352-164  
oder -219



# µ-BASIC/51-Compiler - Assembler/51 MIDI/RS232 - 80C535 - 51-er Mikro-Controller-Entwicklungssysteme

- µ-BASIC/51-Compiler**
- Strukturiertes BASIC  
• 32-Bit Fließkomma-  
Arithmetik • Komfortable  
Stringfunktionen • Für alle  
51-er Mikrocontroller ge-  
eignet • Zeilennummernfrei  
Dynamische Speicher-Ver-  
waltung • Small & Large  
Memory-Modelle • Trigon.  
Funktionen • Symbolisch  
linkbarer Code • Interrupts  
• Deutsches Handbuch
  - Assembler/51-Paket**  
• Symbolischer  
Linker • Komfortabler  
Source-Level-Debugger  
• RS232/MIDI Kommu-  
nikationsbibliothek bis  
115kbaud • Shell mit  
Projektmanager • Viele  
Demos: 2-Schrittmotor-  
Steuerung, LCD-Display,  
Sprach-Synthesizer... •  
Deutsches Handbuch
  - 80C535-Controller**  
(emuliert z. B. 8031,  
8032, 8751...) • 8 A/D-  
Wandler bis zu 10 Bit •  
je 32kB RAM & EPROM  
• Serielle RS232- und  
MIDI-Schnittstelle • 7-25  
Volt, 30mA • 40 I/O Ports  
• Eigenes Betriebssystem  
als Sourcecode • Inkl.  
aller el. & mech. Bauteile,  
EPROM fertig gebrannt

## Preisbeispiele:

Komplettes Assembler-  
Entwicklungssystem,  
Software für PC  
oder ATARI, inkl.  
Hardware:

**= 228.-**

Dto., inkl. µ-BASIC  
Compiler, Sw. für  
PC oder ATARI:

**= 357.-**

## Kostenlose Info anfordern!

**Telefonzeiten:** Mittwochs: 9h-11h, 15h-18.30h  
Montags & Freitags: 9h-11h, 13h-15h  
0721 / 9 88 49-0 Fax / 88 68 07

**WICKENHÄUSER ELEKTROTECHNIK**  
Dipl.-Ing. Jürgen Wickenhäuser  
Rastatter Str. 144, D-76199 Karlsruhe

# Leiterplatten schnell + günstig + gut Multilayer zu TOP- Preisen

Feinleitertechnik 0,2 mm, Nickel / Gold- Veredelung, Optimal für SMD's  
z.B.: 4 Stck. 100x160 mm, doppelseitig durchkontaktiert, 2x Lötstopp  
incl. Plot- und Rüstkosten, DM 95,00 / Stck.

Anfragen bitte an ATK-Kahlert, Tel. 02133-90391, Fax. 02133-93246

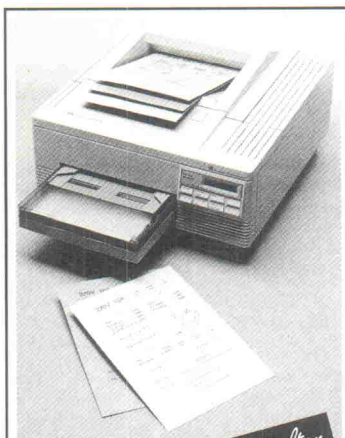
## Ihre Platinen in hoher Qualität ? Kein Problem !

Ihre Vorlage z.B. HPGL-, Gerber, Postscript...  
+ 1000 DPI-Plot und Reproform von uns  
+ CNC bohren und fräsen  
+ hohe Auflösung durch Sprühätzen  
+ Rollverzinn



**Layout Service Oldenburg**  
Kostenlose Preisliste anfordern

**Layout Service Oldenburg** Leiterplattenfertigung, Bestückung, Entwicklung  
Finkenweg 3, 26160 Bad Zwischenahn Tel: 04486-6324 Fax: 6103 DFÜ: 6145



## Schilder aus dem Laserdrucker

Schilder zur Kennzeichnung von An-  
schlüssen, Schaltschränken oder Bau-  
teilen können Sie jetzt selbst her-  
stellen. Gedruckt wird auf eine öl- und  
witterungssteife, hitzebeständige und  
selbstklebende LASERPRINT-FOLIE.  
Lieferbar in silber, weiß, transparent,  
rot, gelb, blau und grün sowie als  
zerstörbare Folie.

Informationen und Muster von

**KOCH+SCHRÖDER GMBH**

Weiserstraße 8 · 41468 Neuss  
Telefon 02131/34930  
Telefax 02131/34933

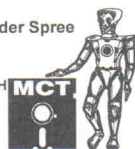
## Einplatinencomputer und Entwicklungswerkzeuge

Fordern Sie Produktinformationen an.

- ☐ 68HC11
- ☐ 68xxx
- ☐ Z80
- ☐ Universalprogrammierer
- ☐ Von EMUFs u. EPACs ©
- ☐ Cross-C-Compiler
- ☐ Entwicklungspakete

MCT - high Tech von der Spree

MCT Paul & Scherer GmbH  
Wattstr. 10, 13355 Berlin  
Tel.: 030 4631067  
Fax: 030 4638507  
Mailbox: 030 4641429



## MSR mit CAN

- PCECAN** 399,-  
Extended CAN-Karte für den PC
- PCCAN** 829,-  
Intelligente PC-Karte,  
inkl. Software in 80C-Code
- SHECKKARTE (HC11/CAN)** 309,-  
inkl. Kommunikations- und I/O-Routinen
- 12-Bit AD/DA mit CAN** 919,-  
Europakarte mit HC11
- SLIO-KNOTEN (Eirad 4/5 94)** 399,-
- CAN-Messbox für  
Industrieinsatz** 919,-  
8x12-Bit Analog-In, 2x12-Bit Analog-Out,  
2x Relais-Out, 4x dig-In
- CANMON** 349,-  
Monitor für CAN-Bus unter Windows

**CAN-Starter-Kits**

**Ing.-Büro SONTHEIM**  
Mittlere Eicher Str. 49 · 87435 Kempten  
Tel. 08 31/1 82 30 · Fax 08 31/2 29 21

**DECISION**  
DECISION COMPUTER INTERNATIONAL CO., LTD.

AD-DA Karte 12 Bit 16 Kanal 1x12Bit D/A, unip. 0-9V, bip. -9+9V, 500ms, 16x12Bit A/D, 60ks/sec, ca 500 Hz, mit Software	DM 139,-
AD-DA Karte 14 Bit 16 Kanal 1x14Bit D/A, unip. 0-9V, bip. -9+9V, 500ms, 16x14Bit A/D, 60ks/sec, ca 500 Hz, mit Software	DM 329,-
Relais I/O Karte 16 Relais 150V/1A out und 16 x Photo In	DM 249,-
8255 Parallel 48 x 12 I/O Karte 48 x I/O, max 2Mx2, 3 x 16Bit Counter, 16 LED	DM 82,-
IEEE 488 Karte NEC-7210 + Software	DM 348,-
RS 422/485 Dual Karte für AT	DM 159,-
4 x RS 232 für DOS	ab DM 135,-
Mit Treiber/Testssoftware, einstellbar als COM1/2 + 3/4 oder 3/4 auch als 1688 Karte bis IRQ 15 oder mit 16550 + 1655	DM 169,-
PC-Disk 128/384/512/1024/2880K für SRAM/EPROM/EEPROM selbstbest.	ab DM 119,-

**JÜRGEN MERZ**  
COMPUTER ELECTRONIC  
49536 Lienen  
Lengericher Str. 21  
Telefon 05483-1219  
Fax 05483-1570  
Polling 05483-9268

**BASISTA**  
CAD-Design • Leiterplatten • Prototyping

## Möchten Sie TAUSCHEN ?

Ihre CAD-Daten / EAGLE BRD-Datei gegen  
**Leiterplatten-Prototypen**  
im Outline-Design, einseitig, doppelseitig durchkontaktiert  
**innerhalb von 1-3 Tagen**  
**Erstkunden erhalten 20% Rabatt !**

Verzinnete Oberflächen, Multilayer, Leiter-  
platteneinflechtung, Hard-/Software-Design,  
Bestückung, Frontplatten auf Anfrage,  
Leiterplatten Pooling.

**Technik auf den Punkt gebracht**  
Kardinal-Hengsbach-Str. 4 · 46236 Bottrop  
Tel: 02041/263641 · Fax: 263542 · Modem: 263846

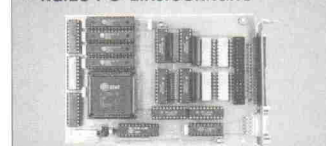
# PC - Messtechnik Entwicklung & Vertrieb

## A/D, D/A und TTL-I/O Karten (kleiner Auszug)

- AD12LC 16 Kanal, 12 Bit A/D, < 40µs, 8 TTL-I/O 269,-
- AD12Bt Karte 25/7µs, 4 s&n, 16 ch., 16 TTL-I/O 598,-/749,-
- HYPER I/O 12 Bit, 33 kHz, 16 AD, 1 DA, 2 Relais, 20 TTL 1298,-
- ADGVT12 16ch. 12Bit AD, galv. getr. ±3.3/5/10V, 10µs 789,-
- AD16BIT 8ch. 25µs, DA12Bit, 3Timer, 200TTL, 2Relais 1998,-
- AD16DUAL 2 Kanal, 16Bit DA-Karte, ±10V, 4µs 529,-
- AD-MESS A/D-Messungen, Drucken unter Windows 115,-
- 48 TTL I/O Karte mit 2 x PPI 8255, 2 LED 139,-
- Relais-1/2 Karte mit 8/16 Relais und 8 TTL I/O 248,-/339,-
- OPTO-3 Optokopplerkarte mit 16 IN, 16 OUT, IRQ 429,-
- TIMER-1 Karte mit 9 x 16 Bit Timer und 8 TTL I/O, IRQ 298,-
- UNITIMER univ. 32 Bit Counter mit 2 LCA's 598,-
- TTY-2 Karte, COM1, 4, aktiv & passiv, z.B. für SPS-S5 349,-
- 3" 24Bit U/D Drehegeber Karte mit TTL-Eingängen 549,-
- IEEE-488 Karte (mit NEC 7210), mit DEVICE-Treiber 298,-
- WATCHDOG1 für autom. PC-Reset, LED, Relais 99,-
- LOGIC50/32 Logic-Analyser, 50 MS/s, 32 Kanal, 8K 598,-
- LOGIC100/32-32K Logic-Analyser, 100 MS/s, 32 Kanal 1148,-

## Logikanalysator

- 100 und 50 MSamples/s
- 32 Kanäle
- 8K oder 32K / Kanal
- kurze PC-Einsteckkarte



**schon ab DM 498,-**

**Meßmodule für die Parallele-Schnittstelle**  
PAR480-Modul mit 48 TTL I/O und 16 Bit Counter 298,-  
PAR8R-Modul mit 8 DIL-Relais und Schraubklemmen 298,-  
PAR80-Modul mit 8 Optokoppler-Eingängen 5/12/24V 298,-  
PAR12AD-Modul mit 12 A/D, 12/16Bit, 35µs 498,-/598,-  
PAR2DA-Modul mit 2 D/A, 12 Bit, 0...10 Volt 498,-

**QUANCOM**  
ELECTRONIC  
Heinrich Esser Str. 27 D-50321 Brühl  
Tel.: 02232 / 9462-0 Fax.: 9462-99  
Info-System per Modem: 9462-98

## Schrittmotor-Interfaces

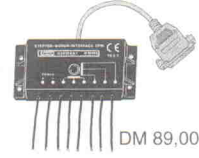
**Module für Computer**  
Diese Module können an Standard-AT-PC's ab Type '286 betrieben werden.

**M106 Schrittmotor-Interface für 4-Strang-Schrittmotore**  
Mit diesem Modul kann ein 4-Strang-Schrittmotor angesteuert werden. Für Schrittmotoren bis max. 18V=, max. 2 A. Zur Stromversorgung wird ein Doppelspannungsnetzteil (Split-Power-Supply) benötigt. Mit der mitgelieferten Software kann der angeschlossene Motor entweder per Hand über die Computertastatur angesteuert werden oder Sie können ein beliebiges Programm programmieren und ablaufen lassen. Die Drehzahl der Motoren (Taktfrequenz) ist natürlich einstellbar. Die Software ist so ausgelegt, daß entweder 1 Motor gesteuert werden kann oder auch bis zu 4 Motore programmiert und betrieben werden können. Wenn mehr als 1 Motor betrieben werden sollen, dann benötigen Sie zusätzlich eine 4-fach Interface-Weiche M108 und für jeden angeschlossenen Motor ein eigenes Schrittmotoren-Interface-Modul. Incl. Software (3,5").



DM 89,00

**M109 Schrittmotor-Interface für 6-Strang-Schrittmotore**  
Dieses Modul arbeitet genauso wie das Schrittmotoren-Interface-Modul M106, jedoch können hier "6-Strang-Schrittmotore" angeschlossen werden. Außerdem arbeitet dieses Modul mit einer einfachen Betriebsspannung (kein Split Netzteil). Software für 1-4 Motor liegt ebenfalls bei. Wenn mehr als 1 Schrittmotor angeschlossen werden soll, benötigen Sie eine 4-fach Interface-Weiche M108 und für jeden zusätzlichen Schrittmotor ein eigenes Interface M109. Es können max. 4 Schrittmotoren gleichzeitig angeschlossen werden. Incl. Software (3,5").



DM 89,00

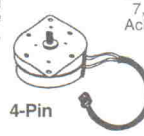
**M108 4-fach Interface-Weiche**  
Mit dieser Interface-Weiche können bis zu 4 Stück Motoren-Interfaces an einem Computer betrieben werden. Wenn nur 1 Motor betrieben werden soll, kann das Motoren-Interface direkt an den Computer angeschlossen werden. Bei mehr als 1 Motor benötigen Sie jedoch für jeden Motor ein einzelnes Motoren-Interface-Modul, sowie diese 4-fach Interface-Weiche.



DM 69,00

## Passende Schrittmotoren zu den obigen Modulen:

- Steppermotor "Berger RDM57"**  
Ca. 24 Schritte / Umdrehung.  
4 Anschlüsse, je Wicklung ca. 30 Ohm, Betriebsversorgung ca. 10V / 345mA. Maße ohne Achse Ø ca. 57 x 26 mm, Achse Ø ca. 5 x 7 mm.
- Steppermotor "AEG SO26/ 48-6 Pin"**  
Ca. 48 Schritte / Umdrehung. 6 Anschlüsse, je Wicklung ca. 15 Ohm. Betriebsversorgung ca. 7,5V / 500mA. Maße ohne Achse Ø ca. 66 x 37 mm.



4-Pin



6-Pin

Lieferung nur an den Fachhandel! Muster können nur per Nachnahme oder Vorauszahlung zu den obigen Endverbraucher-Preisen bestellt werden. Interessante Rabatte für den Fachhandel.  
**Adresse: Kemo Electronic, Inh. Klaus Kernchen, Leher Landstr. 20, D-27607 Langen, Telefon 0 47 43/15 27, Fax 0 47 43/60 02**



**CNC-gefräste und gravierte Frontplatten** bis 500x600 mm, in Alu oder Kunststoff, als Muster oder Kleinserie, Übernahme von Vorlagen auf Diskette (DXF- oder HPGL) möglich. **RLS Elektronik, Romersgartenweg 17, 36341 Lauterbach, Tel. 066 41/6 18 97, Fax /6 24 18** [G]

**LAYOUTERSTELLE AUF CAE-SYSTEM.** Komplettpreise inkl. Photoplots. Musterplatten, Bauteilbeschaffung, Bestückung, Serien möglich. Tel. 0 40/7 13 86 89, Fax 0 40/7 12 34 48. [G]

**Sie suchen Dienstleistungen in den Bereichen:** Entwurf und Entwicklung von Hardware sowohl ANALOG als auch DIGITAL, Erstellung von Steuerungssoftware auf gängigen Controllern (8 & 16bit). Die Ausstattung Ihrer bestehenden Geräte mit Feldbus-Schnittstellen, indiv. Industrie-Displays und Tastaturen. Dann sprechen Sie mit uns: Ing. Büro GL-Soft G. Langer, Tel. 090 92/55 89, (Mi. bis Sa.) Fax 090 92/56 51 [G]

CAD-Strl-Pläne, **CAD Leiterpl.-Layout**, Musterplatten, Filme, Ing.-Büro Sonntag 04221/24717 [G]

**Atzler & Soll Tintenrefills,** Toner, Papiere, Folien, Etiketten, Reiniger, u.a. über 50 versch. Spezialpapiere für InkJets (Musterpack ab 10,-). Fordern Sie unsere kostenlose Gesamtübersicht & Katalogdiskette & Demoverision von Powerlabel 2.0 heute noch an. UKO-Versand, Inh. Uwe Koch, Abtsgrund 7, 36088 Hünfeld, Tel. 066 52/51 49, Fax 066 52/51 59 [G]

**ELEC für Windows 2.0:** Schaltpläne, Layouts, Simulation 160,- DM, Demo 12,- DM bei CAE-Software Füssl, Amalienstr. 99, 80799 München [G]

\* **PIC-Programmer** (Elrad 1/94 und 6/94) \*  
\* **PIC-In-Circuit-Simulator** (Elrad 6/94) \*  
\* **PIC-Adapter** 17C42 und 16C64 (Elrad 6/94) \*  
\* **PIC-Eval.-/Prototypenkarte** (Elrad 5/94) \*  
\* **MSR-kundenspezifische Problemlösungen.** \*  
\* **Ingenieurbüro Yahya, Robert-Schuman-Str. 2A** \*  
\* **D-41812 Erkelenz, Tel. 02431/6444, Fax 4595** \* [G]

\*\*\*\*\* **FRONTPLATTEN** \*\*\*\*\*  
CNC gesteuert - nach Ihren Wünschen fertigen wir für Sie! Ob Muster, 0-Serien, Großserien, eloxiert, graviert oder bedruckt, Bolzen eingepreßt oder aufgeschweißt. Bei uns stimmt die Qualität, Leistung, Termintreue und natürlich der Preis. Auch für den Hobbyelektroniker interessant. Nutzen Sie unser Know-how und langjährige Erfahrung. **KAYSER GRAVIERTECHNIK GMBH, Tel. 07 11/77 69 68, Fax 07 11/77 77 60 23** [G]

µController-Bausätze, 80C32 Basiccompiler, Magnetkartenleser, µController Peripherie u.v.a. Unterlagen anfordern bei Ziegler-Elektronik, Altenbergstr. 29, 97720 Nüdlingen, Tel. 09 71/6 04 84, Fax 6 0081 [G]

→ **PROXXON (R) Elektrokleinwerkzeuge** für die Leiterplattenfertigung, bohren, fräsen, sägen und schleifen. Präzise bei geringen Kosten. Tel. 061 87/72 87, Fax 061 87/9 16 41 INFO kolo. [G]

**INSIDE 68HC11 In-Circuit-Emulator** INSIDE HC 11 emuliert die 68HC11 Familie in Single Chip und Expanded Mode. Keine Einschränkungen im Adressraum, alle Ports und Interrupts sind verfügbar. Echtzeit Trace mit 8182 X 32 Bit. Beliebige Anzahl von Breakpoints. Ab DM 348,-. Weitere Infos bei AMV GmbH, Tel. 07 71/6 39 71, Fax 07 71/6 42 96 [G]

\* **CHIPKARTENLESEGERÄT** \*  
\* Bausatz oder Fertiggerät (Elrad 2/95) \*  
\* Komplette Systemlösungen mit Chipkarten \*  
\* Ingenieurbüro YAHYA Robert-Schuman-Str.2a \*  
\* D-41812 Erkelenz, Tel.: 02431-6444 Fax: 4595 \* [G]

## LEISE

**Leiterplattenfertigung, Bestückung** bitte Angebot anfordern, Fax 0 66 45/71 64, Fa. LEISE, Schulstraße 21, 36269 Engelrod [G]

**MUSTERLEITERPLATTEN AB 170,- DM inkl.** Komplettpreise, Herstellung von Daten. Inkl. Nebenkost. Photoplots, 5-Tage-Service. Nachbest. möglich! Tel. 0 40/7 13 86 89, Fax 0 40/7 12 34 48 [G]

Entwicklung von Analog- u. µP-Elektronik, Software, Leiterplatten CAD und Prototypenbau übernimmt Ing.-Büro Schimmel, Murnauer Str. 256, 81379 München, Tel./Fax 0 89/7 84 99 99 [G]

**PHOTOPLOTS AB 5,- DM/qdm** inkl. DFÜ-8-Stunden. Filmstärke 0,18 mm. Genauigkeit 0,015 mm. Tel. 0 40/7 13 86 89, Fax 0 40/7 12 34 48 [G]

**Vollhartmetall, LP-Bohrer, US-Multilayerqualität m. Schaftdurchmesser 3,175 mm (1/8")** 0 0,2-0,5 mm 7,50 DM/7 St., ab 10 St. 6,50 DM/St. 0 0,6-3,1 mm 4,50 DM/7 St., ab 10 St. 3,80/St. Versand per Nachnahme, zzgl. Porto/Verpackung Fa. B.T.S. Heinrich Gredy Str. 4, 55239 Gau Odernheim, Tel./Fax 0 67 33/5 54 [G]

----- **Hard- und Softwareentwicklung** -----  
ob analog oder digital, PC oder Microcontroller Dipl.-Ing. (FH) S. Hoch, Bergstraße 11, 79426 Buggingen, Tel./Fax 0 76 31/48 58 [G]

**Install-Life Setup** für Windows Applikationen nur DM 20,- + Versand - ibb 04 31/67 43 45 [G]

**Leiterplattenbestückung.** Wir bestücken Ihre Leiterplatten, Groß- und Kleinserien. Bei uns stimmen Leistung, Qualität, Lieferzeit und Preis. Überzeugen Sie sich selbst. -RS-Elektronik, Scheffelstr. 4, 71332 Waiblingen, Tel. 0 71 51/5 94 63 oder 01 72/7 11 02 89, Fax 0 71 51/1 83 49 [G]

Achtung: Wir bieten Decoder für fast alle codierten Fernsehprogramme: Sky-Cards, EC, RTL 4/5, Spezialdecoder. Fordern Sie unser kostenloses Bildprospekt an! MEGA-SAT GMBH, Tel. 02 34/9 53 61 31-2-3, Fax 9 53 61 34 [G]

\*\*\*\* **EPROM-EMULATOREN** \*\*\*\* **DM 278,-** \*\*\*\*  
Für 8-64 K Eproms. Mit Kabeln und Software. Stob & Robitzki GbR, Carl-Peters-Str. 24, 24149 Kiel, Tel. 04 31/20 47 04, Fax 20 47 26 [G]

**MANGER - Präzision in Schall.** Jetzt Selbstbau mit dem Referenz-Schallwandler der Tonstudios: Info, Daten, Preise, sof. anfordern bei Manger-Vertrieb, Industriest. 17, 97638 Mellrichstadt, Tel. 0 97 76/98 16, Fax 71 85 [G]

**Selbständiger Programmierer** sucht Aufträge für: 8051 Mikrocontroller, CAN oder IEC-Bus, 68000 VME-Bussysteme, PC oder Z 80, in C oder Assembler. Tel. 02 09/39 62 36. [G]

**HPGL-CAD-CNC-Schrittmotorsystem SMS68** mit 68000er CPU ermöglicht CNC-Bohren, Fräsen, Gravieren unter direkter Kontrolle von CAD-Software wie AutoCAD, EAGLE u.a. Kompl. 3-Achsensteuerung im 19" Gehäuse ab DM 2336,-. Verschiedene Optionen, Endstufen bis 12 Amp., Motoren, Mechaniken, "WINDOWS-CorelDraw" → Konverter CAM68, "Pixel" → CAD-Vektorisierung a.a. EAGLE 2.6x ab DM 795,-. **SMS68-CPU-Austauschkarte für ISEL-Steuerungen** DM 1498,-. PME-electronic, Hommerich 20, 53859 Rheidt, Tel. 0 22 08/28 18. Info DM 2,-. [G]

**RS485-RS232-20mA ISA-Steckkarten** (2/4-fach) mit FIFO; Schnittstellenwandler galv. getr. Fax 0 98 42/9 78 97, Tel. 0 98 42/9 78 77 [G]

**64 x S5 an einer COM-Schnittstelle!** Aktiver 20mA-Multiplexer mit max. 64 Kanälen galv. getrennt! Fax 0 98 42/9 78 97, Tel. 0 98 42/9 78 77 [G]

**Trace 80 ICE (Lauterbach)** günstig zu kaufen gesucht. Fax 0 98 42/9 78 97, Tel. 0 98 42/9 78 77 [G]

**Spectrum/Netzwerkanalyser W+G SNA62** 50Hz-3,5GHz, Synthesizergerät, 50 und 75Ohm Plott und Druckmöglichkeit, eingebauter AM/FM Demodulator, Neuwertig!! Fa. Lothar Baier, Tel. 0 92 51/65 42, Fax 0 92 51/78 46 [G]

Trackinggenerator TEK TR503 100kHz-1800MHz, für TEK 492, 496, 495, 494, 27... usw. komplett mit Zubehör und TM503 Mainframe, neuwertiger Zustand!! Fa. Lothar Baier, Tel. 0 92 51/65 42, Fax 0 92 51/78 46 [G]

Verkaufe: org. Eagle 3.02 Layout Editor, Preis: 700 DM (VB). Tel. 0 89/8 12 68 70, Fax 8 92 96 91 [G]

CD-ROM für PC Liste kostenlos anfordern. Assembler/Diassembler für PIC-Controller von Mikrochip für PC incl. Manual engl. 99 DM. Hoffmann Elektronik, Spinnereiweg 9, 87700 Memmingen, Tel./Fax 0 83 31/8 29 44 [G]

**BURN-IN Fassungen & Programmierer Adapter** für PICs im SOIC und PLCC Gehäuse; **PICs: 16C84/4P** Chipkarten D2000; **SIMM-Adapter;** Lagerliste: moco hardware industries GmbH, Kluserweg 26, 52525 Waldfeucht, Tel. 0 24 52/9 89 05-0; Fax -3 [G]

Suche Hilfe am PC Raum Göttingen, Fax-Angebote 05 51/79 19 76 [G]

**Oszilloskope Tektronix**, 2215, 60MHz, DM 850,-, 475, 200MHz, DM 1200,-, 7834 Analogspeicher, DM 1500,-, 7603 m. 7D20 Digitalisp., DM 1800,- HP 8131A Pulsgenerator 500MHz, DM 12800,-, Kontron KSE4 Emulator m. 286-Probe, DM 1800,-. Tel./Fax 0 29 51/37 18 [G]

**FRITSCH SMD-Halbbautomat** mit Großraummagazin für über 500 verschiedene Bauteile NP ca. 38000,- DM für 9000,- DM + MwSt. Zvk. 0 62 53/8 59 59 [G]

**CD-ROM "RUESS electronic only" für PCs:** Über 150 der besten PD/Shareware/Demo-Programme (410 MB) inkl. der Software unserer Disketten-Sammlungen aus den Bereichen Elektronik-CAD, SPS, Mikrocontroller, Digitaltechnik, Regelungstechnik, Bauteile-Datenbücher, Schaltungssimulation, CAM, Meßwertverarbeitung, Programmierbare Logik, Audiotechnik...z.B. GEDDY-CAD & Turbo-Router, Protel, Ultiboard, PADS, CADdy, Platin, DASY-LAB, PMess, WinLab, ViewDAC, PSPICE, Electina, GALASM, easyABEL, XE-PLD, Elektronik-Manager, TI-DIG 74er TTL, Transistor-Datenblatt, Digital Logic Analyser, SimRegW, FuzzyGEN, SPS-Sim, S5, HL-SPS. Speaker, BoxPlot, Boxen, PIC C-Compiler, PICGRAPH, 8051er PASCAL/BASIC-Compiler, Crossassembler für 60 versch. Mikrocontroller, 8051er/68HC11/PIC/8048-Simulatoren und vieles mehr für nur 40 DM in bar/Scheck: M. Rueß electronic, Kirchstr. 19, 89291 Holzheim [G]

Verzinnte Kontaktierrohrnieten L=2mm. Typ IØA0 S:0.4-0.6; A:0.6-0.8; B:0.8-1; C:1.1-1.5; D:1.5-1.8 VE1000=35 DM, 3VE=75 DM, 9VE=155 DM. VHM-Bohrer 3x38 0.6-2mm, 0.65, 0.85, 1.05 10 mix 42 DM. OSSIP GROTH ELEKTRONIK, Möllers Park 3, 22880 Wedel, 0 41 03/8 74 85!!! keine Versand/NN-Kosten (Inland) [G]

Elektroniker, Programmierer, 68000, 6811 sucht neue Aufgaben, Tel. 0 40/8 32 66 90 [G]

Freiberufl. Entwicklungsingenieur übernimmt Entwicklungen analoger und digitaler Schaltungen, Layoutentwurf sowie Erstellung von Microcontroller-Software (PIC 16C5x/16C71/16C84, 8051, Z80). Langjährige Erfahrung im Entwurf von Motion Control/Positionierungssteuerungen. Dipl.-Ing. (FH) W. Dienersberger, Tel. 0 89/4 31 48 24, Fax 0 89/4 31 51 49. [G]

**SUCHE:** Waveanalyzer, selektives Voltmeter, Audioanalyzer, Intermodulationsmeßgerät, für den NF-Bereich, Tel. 0 23 25/7 61 56 [G]

**LOGIK Restposten:** gebr. - getestet - OK 4020/4040 HC00/04/164/166 Quarz 4M [SO] Je 50 Stk. nur 12,00 DM zzgl. MwSt. Becker & Partner GmbH, AC, Tel. 02 41/9 28 24-10 [G]

TouchScreen-Einbau und Service ist unser Metier. Nutzen auch Sie unsere 6-jährige Erfahrung in der Aufrüstung von Monitoren und Displays. 48h-Umbauservice ohne Aufpreis. TLC Elektronik, Forststr. 26, 85368 Moosburg, Telefon 0 87 61/6 63 99, Telefax 0 87 61/6 25 45 [G]

**PIC16C54A (XT/RC)** 10-99 Stck 6,50 DM ab 100 Stck 5,80 + NN und Porto Powierski, Im Olpendahl 41, 58507 Lüdenscheid, Tel./Fax 0 23 51/5 44 12 [G]

**Microcontroller von 8 bis 32-Bit**, z.B. MC68331 CFC16: 69 DM; Elektronik-Literatur vom STM, Intel, Siemens, Motorola, Philips bei SIEVERDING, Brägelers Str. 29, 49393 Lohne, Tel./Fax 0 44 42/7 29 55 [G]

**PC-Hard- und Softwareentwickler** für Entwicklungen im PC-Meßtechnikbereich (auch auf freiberuflicher Basis) von QUANCOM Electronic GmbH in Brühl bei Köln gesucht. Rufnummer: 0 22 32/94 62-0 [G]

50x**68HC11A0** á 10,-; 100x**27C256** á 3,-; 20x**68030RC** 20 á 60,-; 50x**DSP56001RC27** á 80,- 07231/765123 [G]

Verk. **neuen Aufnahme- u. Wiedergabetonkopf f. Semipol-Tonbandgerät Studer A810** (Stereo), je 500,- DM (Neupreis 970,- DM). Bei Bedarf auch Einbauservice. Tel. 0 89/67 65 87 (n. 18 Uhr). [G]

**EPROM-Emulatoren** gemeinsame Daten: Spannungsversorgung aus dem Zielsystem, Resetzeugung High- und Low-aktiv, mit Gehäuse. **EMU1:** serielle Schnittstelle, emuliert 2764 bis 27256-EPROMs, Resetausgang, Bausatz 119,- DM, Fertiggerät 149,- DM. **EMU512:** parallele Schnittstelle, emuliert 2716 bis 27512-EPROMs, Bausatz 129,-, Fertiggerät 149,- DM. **EMU2000:** parallele Schnittstelle, emuliert 2716-272001-EPROMs (8Bit), Bausatz 248,-, Fertiggerät 298,- DM. Unterlagen anfordern bei ESEM-electronic, Tel. 07392/8413, Fax 4099 [G]



**Microcontrollerboards für Versuch und Serie** für 32KB EPROM, 32KB RAM/EEPROM, alle Ports auf einreihigen Steckverbindern, Adress- und Datenbus im JEDEC-Layout, Komplettbausatz APB51: 53x65 mm<sup>2</sup>, 8051/31 µC Preis: 49,- DM APB535v5: 41x84 mm<sup>2</sup>, 80535 µC Preis: 79,- DM APB535v6: 41x105 mm<sup>2</sup>, 80535 µC mit serieller Schnittst. und Resetgenerator Preis: 89,- DM APB537: alle Ports auf Steckerleisten, ser. Schnittstelle, Resetgenerator, Adress- und Datenbus im JEDEC-Layout Bausatz 129,- DM. Unterlagen anfordern bei ESEM-electronic, Tel. 07392/8413, Fax 4099

**Platinenlayout Schaltpläne.** Wir suchen eine Firma, die aus Platinen, für die die Dokumentation nicht mehr zur Verfügung steht, Platinenlayout und Schaltpläne fertigen kann. Angebote unter Chiffre E95 1001

**Microcontrollerboard APB535v7,** 42x115 mm<sup>2</sup> EPROM max. 64KB, 32KB RAM, serielle Schnittstelle, Resetgenerator TL 7705, Adressdecodierung über GAL 16v8, Adress- und Datenbus im JEDEC-Layout, alle Ports auf einreihigen Steckverbindern, Komplettbausatz 99,- DM. Unterlagen anfordern bei ESEM-electronic, Tel. 07392/8413, Fax 4099

**EXP535 Entwicklungsboard für 80c535 µC kpl.** Entwicklungsboard (DIN A4) im Aktenordner, mit µC-Board APB535v5, EPROM-Emulator, LC-Display 1x16 (vorbereitet für Bus- und Portbetrieb), Summer, Taster, Schalter, Steckbrett, LED-Anzeige für Ports, Steckernetzteil, Beispielsoftware. Fertigergerät 495,- DM. Unterlagen anfordern bei ESEM-electronic, Tel. 07392/8413, Fax 4099. Händleranfragen erwünscht.

**ÖSTERREICH: ZEISELMAUER b. Tulln.** Entwickler für GSM-FREISPRECH-EINRICHTUNGEN gesucht (Honorar-Basis) Entwicklungsschwerpunkt: Erstellung einer geeigneten Software, z.B. um die Kommunikation zwischen dem Handy und der Freisprechvorrichtung zu ermöglichen. Technische Ausrüstung vorhanden. Erforderlich sind hohe analytische Fähigkeiten sowie gute Kenntnisse der Software- u. Digital-Technik. Tel. 02242/70079 Hr. Velan oder Hr. Müllner

**Prof. Hard & Software Entwicklung im Bereich Mikrocontroller 80C166 + 8051 + ST6 + (ASS & C) PC-Anwendungs-Prog.** in C/C++ + Techn. Dokument. Analog & Dig. **Schaltungsentwicklung mit Prototyping inc. Layout + System-Analyse & Beratung für Priv. & Indust.-Kunden** übernimmt frei berufl. **Dipl.-Math Gerd.-D. Ritter**, Saarbrücker Str. 8, 33612 Bielefeld, Tel./Fax 0521/896831 Zeit 9-18

## Die Inserenten

ACAL Auriema, Flein	17
Ahlers, Moosburg	29
ATK-Kahlert, Dormagen	103
Bartels, Erding	107
BASISTA, Bottrop	103
Beta Layout, Hohenstein	Kontaktkarte
Bitzer, Schorndorf	6
Bodden, Hildesheim	101
Brenner, Wittibrecht	84
Bross, Hohenfelde	94
Bungard, Windeck	45, 101
CadSoft, Pleiskirchen	11
Ceibo, Darmstadt	97
CHV-electronics, Friedrichshafen	95
CONITEC, Dieburg	6
ECK Elektronik, Hannover	8
Electronic Assembly, Gräfelting	31
Elektronik Laden, Detmold	8, 93
ELS electronic, Duisburg	101
eMedia, Hannover	98, 99
EMIS, Weiden	97
Engelmann & Schrader, Eldingen	102
ERMA-Electronic, Immendingen	96
FAST, München	2
Fernschule Weber, Großenkneten	102
Friedrich, Eichenzell	50
Future Electronics, Unterföhring	57
GEMAC, Chemnitz	100
Gerth, Berlin	97
Gfs mbH, Aachen	9
Goldammer, Wolfsburg	96
Große Wilde, Bottrop	6
gsh-Systemtechnik, München	6, 8
HAKI, Malsch	100
Hameg, Frankfurt	95

Heckmann Fachausstellungen, Hannover	6
Hilfi, Oberhaching	102
Himmeröder, Oer-Erkenschwick	8
Hofmann, Regensburg	8
Hoschar, Karlsruhe	21
HS-Computer, Wildeshausen	89
HSP, Münster	89
IBS Sontheim, Kempten	103
isel-automation, Eiterfeld	13
iSystem, Dachau	67
Jump, Deggendorf	43
Kemo, Langen	103
Koch & Schröder, Neuss	103
Kolter, Ertstadt	96
Lau, Ahrensburg	6
Layout Serv. Oldenburg, Bad Zwischenahn	103
Lehmann, Hausach	94
LPKF, Garbsen	39
MagnaMedia Verlag, Haar	35
Mayer, Heimertingen	101
MBMT Messtechnik, Bassum	7
MCT Paul & Scherer, Berlin	103
Melcher, Denzlingen	43
Merz, Lienen	103
Messcomp, Wasserburg	6
Messe Berlin, Berlin	39
MMC, Deggendorf	6
MOVTEC, Pforzheim	8
Müller, Gröbenzell	100
Müller & Weigert, Nürnberg	23
Müter, Oer-Erkenschwick	101
National Instruments, München	Kontaktkarte
OBL, Hüllhorst	8

POP, Erkrath	100
PREMA, Mainz	Kontaktkarte
Priggen, Steinfurt	100
Putzke, Laatzen	95
Quancor, Brühl	103
Reichert, Wilhelmshaven	76, 77
Schau, Haan/Gruiten	97
Schmitz, Idstein	Kontaktkarte
Schroff, Straubenhardt	19
Schulz, Baden-Baden	101
Schwaneckamp, Hamminkeln	101
Schwillke, Kirchheim	100
Scope Shop, Hamburg	94
SE Spezial-Electronic, Bückeburg	Beihefter
SH-Elektronik, Kiel	100
SPEA Software, Starnberg	15
S-TEAM, Unterseesheim	8, 102
taskit Rechnertechnik, Berlin	6
TJ Electronic & Mechanik, Frankfurt	100
Trapp, Dorsten	94
Ultimate Technology, NL-Naarden	79, 81, 83
VHF-Computer, Schönaich	65
WIBU-SYSTEMS, Karlsruhe	100
Wickenhäuser, Karlsruhe	103
Wilke, Aachen	108
Zuken-Redac, München	10

Diese Ausgabe enthält eine Beilage der Firma Keithley Instruments GmbH, Germaring, sowie eine Teilbeilage der Firma INTEREST VERLAG, Augsburg. Wir bitten unsere Leser um Beachtung.

## Impressum

### ELRAD

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen  
Helfstorfer Str. 7, 30625 Hannover; Postf. 61 04 07, 30604 Hannover  
Telefon: 05 11/53 52-400, Fax: 05 11/53 52-404  
ELRAD-Mailbox: Sammelnummer 05 11/53 52-401  
Mailbox-Netz: Die ELRAD-Redaktion ist im GERNET-Forum  
ELRAD.GER erreichbar.  
Internet: xx@elrad.ix.de. Setzen Sie statt "xx" das Kürzel des Adressaten ein. Allgemeine Fragen an die Redaktion richten Sie bitte an post@elrad.ix.de.  
Anonymous ftp: ftp.ix.de/pub/elrad. ftp.uni-paderborn.de://elrad  
World Wide Web: http://www.ix.de/elrad/

**Technische Anfragen montags bis freitags nur zwischen 11.00–12.00. Bitte benutzen Sie die angegebenen Durchwahlnummern.**

### Herausgeber: Christian Heise

Chefredakteur: Hartmut Rogge (hr, -399)  
Stellv. Chefredakteur: Dipl.-Phys. Peter Nonhoff-Arps (pen, -393)

### Redaktion:

Dipl.-Ing. (FH) Ernst Ahlers (ea, -394), Carsten Fabich (cf, -398), Martin Klein (kle, -392), Dipl.-Ing. Ulrike Kuhlmann (uk, -391), Peter Rörbe-Doerr (roe, -397)

**Ständige Mitarbeiter** (zu erreichen unter der Redaktionsadresse):  
Dipl.-Ing. Eckart Steffens, Matthias Carstens

**Redaktionssekretariat:** Stefanie Gaffron, M. A., Carmen Steinisch (gaf, cs, -400)

**Verlagsbüro München:** Jürgen Fey (Chefredakteur), Andreas Schimpf (ans, -72), Kühbachstraße 11, 81543 München, Telefon: 089/62 50 04-40, Fax: 089/62 50 04-66

**Korrespondent USA:** Dr. Sabine Dutz, 2855 Castle Drive, San Jose, CA 95125 U.S.A., Telefon/Fax: 001/408-264 33 00, EMail: sdutz@netcom.com

**Korrektur und Satz:** Wolfgang Otto (Ltg.), Peter-Michael Böhm, Martina Friedrich, Birgit Graf, Angela Hilberg-Matzen, Hella Kothöfer, Carsten Malchow, Astrid Seifert, Christiane Slanina, Edith Tösches, Dieter Wanner, Brigitta Zurhieden

**Grafische Gestaltung:** Dirk Wollschläger (Ltg.), Ben Dietrich Berlin, Ines Gehre, Sabine Humm, Dietmar Jokisch

**Technische Zeichnungen:** Marga Kellner

**Labor:** Hans-Jürgen Berndt

**Meßlabor:** Wolfram Tege

**Fotografie:** Fotodesign Lutz Reinecke, Hannover

**Verlag und Anzeigenverwaltung:**

Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG

Helfstorfer Str. 7, 30625 Hannover

Telefon: 05 11/53 52-0, Fax: 05 11/53 52-1 29

Postbank Hannover, Konto-Nr. 93 05-308 (BLZ 250 10030)

Kreissparkasse Hannover, Konto-Nr. 000-019968 (BLZ 250 502 99)

**Geschäftsführer:** Christian Heise

**Stellv. Geschäftsführer/Verlagsleiter Fachbücher/Zeitschriften:**

Steven P. Steinkraus

**Anzeigenleitung:** Irmgard Ditzgen (-164) (verantwortlich)

**Anzeigenverkauf:** Werner Wedekind (-121)

**Anzeigenposition:** Rita Asseburg (-219)

**Anzeigen-Inlandsvertretungen:**

**Nielsen III a + IV,** Verlagsbüro Ilse Weisenstein, Hottenbacher Mühle

5, 55758 Stipshausen, Tel.: 0 67 85/98 08-0, Fax: 0 67 85/98 08-1

**Anzeigen-Auslandsvertretungen:**

**Taiwan:** Heise Publishing Taiwan Rep. Office, 1F/7-1, Lane 149,

Lung-Chiang Road, Taipei, Taiwan, Tel.: 0 08 86-2-7 18 72 46 und

0 08 86-2-7 18 72 47, Fax: 0 08 86-2-7 18 72 48

**England:** International Media Management, Barbara Levey, 34 South

Molton Street, Mayfair, GB-London W1Y2BP, Tel.: ++44/71-

3 44 97 08, Fax: ++44/71-4 93 44 65

**U.S.A.:** Verlagsbüro Ohm-Schmidt, Svens Jegorovs, Obere Straße 39,

D-66957 Hilst, Tel.: ++49(0)63 71/1 60 83, Fax: ++49(0)63 71/1 60 73

**Anzeigenpreise:** Es gilt die Anzeigenpreisliste Nr. 17 vom 1. Januar 1995

**Vertriebsleitung:** Hans-J. Spitzer (-157)

**Herstellung/Leitung:** Wolfgang Ulber

**Sonderdruck-Service:** Sabine Bergmann (-359)

**Druck:** C.W. Niemeyer GmbH & Co. KG, Hameln

ELRAD erscheint monatlich.

Einzelpreis DM 7,50 (GS 60,-/sfr 7,50/hfl 10,-/FF 25,-)

Das Jahresabonnement kostet: Inland DM 79,20 (Bezugspreis DM

61,80 + Versandkosten DM 17,40), Ausland DM 86,40 (Bezugspreis

DM 58,20 + Versandkosten DM 28,20); Studentenabonnement/Inland

DM 69,- (Bezugspreis DM 51,60 + Versandkosten DM 17,40),

Studentenabonnement/Ausland DM 76,80 (Bezugspreis DM 48,60

+ Versandkosten DM 28,20).

Studentenabonnements nur gegen Vorlage der Studienbescheinigung.

Luftpost auf Anfrage. Konto für Abo-Zahlungen: Verlag Heinz Heise

GmbH & Co. KG, Postgasse Hannover, Kto.-Nr. 401 655-304 (BLZ

250 100 30). Kündigung jederzeit mit Wirkung zur jeweils über-

nächsten Ausgabe möglich.

**Kundenkonto in Österreich:**

Bank Austria AG, Wien, BLZ 12000, Kto.-Nr. 104-105-774/00

**Kundenkonto in der Schweiz:**

Schweizerischer Bankverein, Zürich, Kto.-Nr. PO-465 060.0

**Kundenkonto in den Niederlanden:**

ABN Amro Bank, Eindhoven, BLZ 1065135,

Kto.-Nr. 41.28.36.742

**Verband und Abonnementverwaltung:**

Abo-Service, Postfach 77 71 12, 30821 Garbsen,

Telefon: 0 51 37/8 78-754, Fax: SAZ 0 51 37/87 87 12

**Lieferung an Handel (auch für Österreich und die Schweiz):**

\*VPM – Verlagsunion Pabel Moewig KG

D-65047 Wiesbaden, Telefon: 0 6 1/2 66-60

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 Inbetrieb-

nahme 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.

Honorare Arbeiten gehen in das Verfügungsrecht des Verlages über. Nachdruck nur

mit Genehmigung des Verlages. Mit Übergabe der Manuskripte und Bilder an die

Redaktion erteilt der Verfasser dem Verlag das Exklusivrecht zur Veröffentlichung.

Sämtliche Veröffentlichungen in ELRAD erfolgen ohne Berücksichtigung eines eventuellen

Patentschutzes. Warennamen werden ohne Gewährleistung einer freien Ver-

wendung benutzt.

Printed in Germany

© Copyright 1995 by Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG

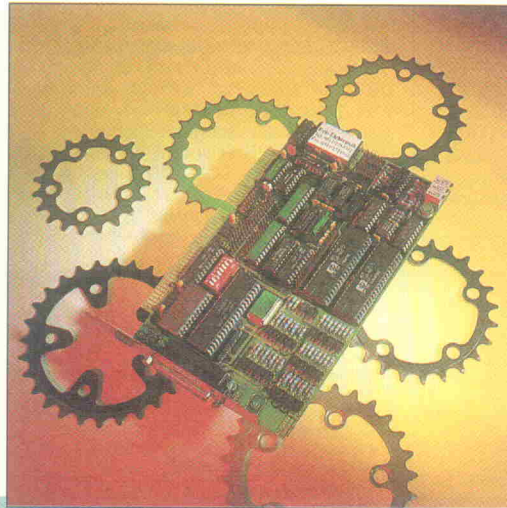
ISSN 0170-1827





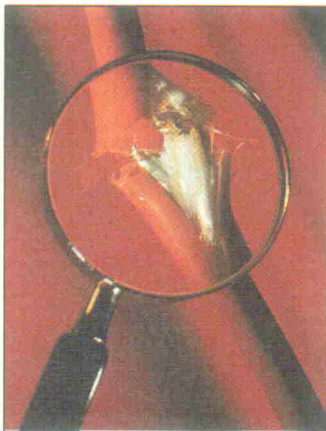
## Projekt: Motormaster

Im Labor steht ein Kreutztisch ohne Motivation? Dem Schneidplotter fehlt auch noch ein passender Treibsatz? Derlei Geräte kann man mit einem Satz Servomotoren und dem Motormaster in den richtigen Schwung versetzen. Die PC-Karte steuert im Grundausbau mit zwei Controllerchips vom Typ HCTL1100 nebst PIO zwei Servoachsen und Zubehör. Passende Software für den PC ermöglicht neben interaktivem Verfahren auch die Interpretation von CAD-Daten im HPGL-Format.



## Praxis: Netzwerk-Feuerwehr

Wenn sich im Netzwerk Fehler häufen, hat die schnelle Lokalisierung der Ursachen höchste Priorität. Leider führen übliche Fehlermeldungen kaum auf die Spur des 'Übeltäters', denn wer würde schon eine Anhäufung



fehlerhafter Datenpakete auf ein defektes T-Stück zurückführen. Je umfangreicher die Verkabelung und je heterogener das Netzwerk, desto problematischer wird dieses Unterfangen. Das Freilegen von Kabelschächten ist aufwendig, äußerlich nicht erkennbare Defekte sind ohne Hilfsmittel kaum zu lokalisieren. Welche Störungen sich auf welche Ursachen zurückführen lassen, und wie man mit Protokoll-Analysatoren und Kabeltestern schon nach wenigen Minuten das defekte Element im Netzwerk ausgemacht hat, zeigt der Praxis-Beitrag in der kommenden Ausgabe.

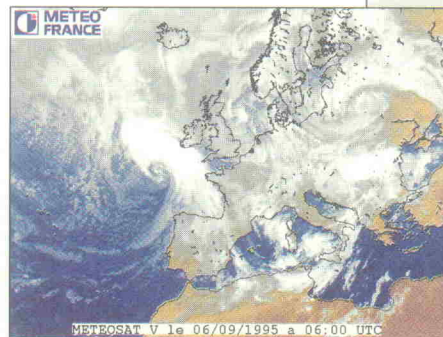
## Markt: Simulationssoftware

Trotz der großen Verbreitung von Berkeley-SPICE, dem modernen Urahn vieler Simulatoren – und auch von PSpice – gibt es eine ganze Reihe anderer Schaltungssimulatoren. Zu nennen sind hier nicht nur solche Programme, die direkt vom an der Universität Berkeley entwickelten Programm abstammen. Wesentliche Argumente

für 'neue' Simulatoren waren seiner Zeit in erster Linie die damals schlechte Konvergenz von SPICE und die nahezu völlig fehlenden Modellierungsmöglichkeiten. Der Marktbericht gibt nicht nur einen Überblick derzeit verfügbarer Simulationspakete, sondern geht auch auf die Eigenheiten der verschiedenen Programme ein.

## Projekt: Wetter-MOPS

Der Deutsche Wetterdienst (DWD) sendet auf mehreren Frequenzen im Fernschreibmodus kodierte und unkodierte Wettermeldungen aus allen Gegenden der Welt. Das Entschlüsseln dieser Daten ist eine passende Anwendung für den MOPS, das 68HC11-Controllerboard, welches regelmäßigen ELRAD-Lesern ein Begriff sein dürfte. Es spielt dabei den Übersetzer der Single-Side-Band-modulierten Tonsignale aus dem Kurzwellenempfänger, die dann als Klartext auf einem LC-Display mit zweimal 40 Zeichen abgelesen werden können.



## Test: Adaptive Kompaktregler

Temperatur und Druck gehören zu den am häufigsten gemessenen und geregelten Prozeßgrößen. Wenn der Platz oder das Budget für eine Kompaktsteuerung nebst Visualisierungspanel nicht ausreicht, greift man bei 'kleinen' Regelungsaufgaben auf Spe-

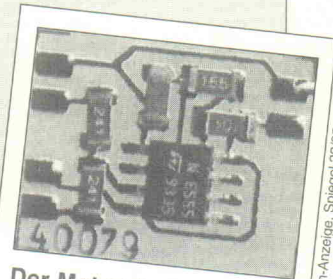
zialisten zurück: Digitale Kompaktregler. Eine Handvoll solcher Geräte, die dank Selbsteinstellung besonders einfachen Einsatz versprechen, mußten ihr Können an verschiedenen simulierten Regelstrecken unter Beweis stellen.



## Dies & Das

### Der Motor hat einen Namen: 555

Bereits Anfang 1978 widmete ELRAD dem legendären Timerbaustein 555 – 'Motor' vieler so wichtiger Applikationen wie Frequenzmessern, Alarmsirenen, Flurlichtautomaten, Scheibenwischer-



**Der Motor der Wirtschaft hat keine PS, sondern Megabit und bringt Sie schneller weiter.**

intervallschaltern oder Morseübungsoszillatoren – einen vierteiligen Grundlagenbeitrag. Seinerzeit noch als 'höchst nützliches, billiges IC' betitelt, kommt der 555 in einer Telekom-Anzeige (siehe Bild) nun endlich zu

höchsten Ehren. Ja, man befördert ihn gar zum 'Motor der Wirtschaft'. Kein Wunder, daß sich beim Einsatz derartiger Bausteine in Telekom-Anlagen auch Preise senken lassen. Letzten Geräts zufolge soll sogar ein 555 mit im Spiel gewesen sein, als besag-

tes Unternehmen zum Austausch von Daten 'mit dem Information Highway das Tempo erhöht' hat. Mit Geschwindigkeiten bis zu 155 Mbit/s lassen sich die Daten über den Highway schicken – und immer dabei der 555, der in seiner Ursprungsversion nach wie vor 'genaue Zeitperioden von einigen Mikrosekunden' zu erzeugen in der Lage ist. Sollte der Redaktion da etwa die Entwicklung eines Hochgeschwindigkeits-Enkels vom 555 entgangen sein? *pen*

Ausschnitt aus Telekom-Anzeige, Spiegel 32/95



# Bartels AutoEngineer

die Lösung, wenn Sie lieber mit Ihren Schaltungen  
als mit Ihrem CAD-System experimentieren wollen.

Seit über 10 Jahren ist der Bartels Autorouter Synonym für 100% automatische Entflechtung von Leiterkarten. Ganz nebenbei dürfte es sich wohl um den meistverkauften Autorouter handeln. Aber wir liefern eben nicht nur Autorouter.

Der Bartels Auto Engineer ist die wirtschaftliche Lösung von der Schaltungsentwicklung bis zur Leiterkarte.

## Vergleichen Sie selbst:

- ☒ ablauffähig vom PC/486 bis zur HP 9000/735 Workstation dabei binärkompatibel zwischen DOS und Unix
- ☒ vom Schaltplan über die Leiterkarte bis zum IC-Layout
- ☒ HighEnd Version für extrem große Layouts, Crossprobing etc.

- ☒ Inkrementaler On-Line-DRC zur sofortigen Fehleranzeige ohne Behinderung der Arbeit durch Test nur der Veränderungen
- ☒ Ein Projekt, eine Datei, kein Bibliotheksverhau durch objektorientierte Datenbank zusätzlich mit SQL-Tabellen und Fließpunktgenauigkeit aller Abmessungen
- ☒ Beliebige Pads, Flächen usw. Strukturen mit Kreisbögen dabei trotzdem voller DRC und Erkennung des Stromflusses auch innerhalb von Füllflächen inkl. Entfernung von Inseln
- ☒ Weitgehende Automatismen durch Autoplacement und den Bartels Autorouter mit dem originalen selektiven Rip-Up/Backtracking- Algorithmus und jetzt noch besser durch patentierte neuronale Technologien
- ☒ Integration eigener Funktionen und Post-Prozessoren durch die einzigartige Bartels User Language

Sie können sich nichts unter User Language vorstellen. Macht nichts, hier ist ein kleines Beispiel:

```
/* Beispiel Programm auf Funktionstaste F7 : GED_F7.ULC */
#include "std.ulh" /* So wie von C her bekannt */

#bnf { /* BNF Format Beschreibung eines Fremdformates: */
    format : scmdata | pcbdata ;
    scmdata : "SCM_DATA" sheet (handle_sheet) "." ;
    pcbdata : "PCB_DATA" board (handle_board) "." ;
}

struct xyz { /* Natürlich strukturiert */
    int abc[] /* mit dynamischen Feldern */;
    string cde /* und Strings wie in BASIC */;
    list[] /* und dynamischer Listenerzeugung */;
}

main()
{
    index L_CNET idx /* Zugriff auf die Netzliste */;
    /* Listing aller Netze hoher Priorität */
    forall (idx where idx.PRIOR>=1)
        printf("Netz : %s\n",idx.NAME)
    /* Abfrage der Produktionsdatenbank */
    sqlcmd("database.ddb"
    "SELECT manufacturer FROM stocklist W
    company_part_id LIKE "CX9876???B",datareturnfunc);
    /* Und Start einer Standard-Menüfunktion */
    bae_callmenu(BAEZOOMALT);
}
```

Das verstehen Sie alles nicht? Kein Problem, denn dafür gibt es ein **ausführliches Handbuch in deutscher Sprache**, ebenso wie deutsche Menütexte.

Im Handbuch wird auch auf Themen wie die Backannotation-Rücktrag z.B. von in/Gate-Swaps oder Leitungslängen den CAM-Prozessor (mit intelligenter Verwendung mehrerer Zeichenblenden für die Datenausgabe) oder das Sub-Grid (Anweisung an den Router, vom Raster rasterlos abzuweichen), detailliert eingegangen.

Immer noch nicht überzeugt? **Fragen Sie unsere Kunden.** Unsere Systeme sind in allen großen deutschen Elektronikunternehmen installiert, darunter besonders stark im Großraum Stuttgart. Egal ob für Auto, Richt- oder Mobilfunk, diese Kunden wollen eben keine Experimente eingehen und haben Ihre Entscheidung bisher nicht bereut.

Sie haben keinen Bedarf? Die **CE-Norm** gilt nicht für Sie, richtige **Füllflächen** brauchen Sie daher auch nicht und Ihr Gerät soll man schon vom weitem im Radio hören? Und rationell entwickeln ist nicht Ihre Angelegenheit, daher sind gute Automatismen überflüssiger Schnick-Schnack? Aber nicht doch; lassen Sie Ihrem Nachbarn sein Radio ...

Jetzt brauchen Sie die Demoversion? Nein? Wirklich nicht? Ach so, Sie sind Wettbewerber! Ja dann hier noch einmal die wichtigsten Argumente gegen unser Produkt:

- ☐ Seit zehn Jahren schon gibt es Bartels nicht! (obwohl wir den tollen Router selber einsetzen)!
- ☐ Mit der kostenlos mitgelieferten User Language kann sich doch der Kunde tatsächlich die Software selber konfigurieren, und das alles ohne kostenpflichtige Zusatzmodule!
- ☐ Das System ist unkompliziert zu bedienen, das Handbuch leicht zu lesen, da sinkt der Bedarf an teuren Schulungen!
- ☐ Das System funktioniert (viel zu automatisch!), da entfällt der Bedarf für wieder das nächste System!
- ☐ Natürlich gibt es auch nette Mitbewerber ...

Weitere Infos – gerne auch für Mitbewerber – unter:

Tel.: 08122/9729-0

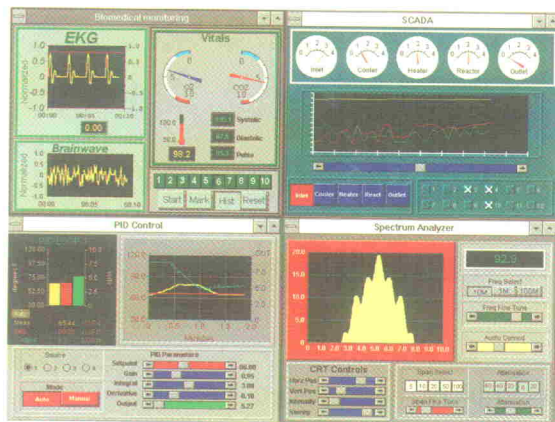
Fax.: 08122/9729-10

E-Mail: info@bartels.de

oder schriftlich bei Bartels, Ottostraße 3, 85435 Erding



# Real-Time Graphic Tools



## Unverschämt gut...

Unverschämt gut sehen Ihre Anwendungen aus, die Sie mit den neuen **Real-Time Graphic Tools** für DOS oder Windows™ realisieren.

Egal, ob Sie für Windows 3.1, Windows NT, Win32 oder Windows 95 programmieren, es stehen Ihnen sowohl die 16-Bit als auch 32-Bit DLLs zur Verfügung.

Die bekanntermaßen exzellente Darstellung und Funktionsvielfalt der **Real-Time Graphic Tools** ist in der Revision 2.0 zu weiterer Perfektion entwickelt worden. Lassen Sie sich begeistern von den Möglichkeiten dieses einmaligen Paketes für **mehr Brillanz und verkürzte Entwicklungszeiten**:

- Professionelle Oberfläche

- Schnelle, bewegte Graphik
- Einfache Handhabung

Benutzen Sie die **Real-Time Graphic Tools** im kommentierten Source-Code völlig frei in Ihren Programmen ohne Royalty Abgaben. Ausführliche Unterlagen mit zahlreichen Applikations-Beispielen, die sofort nachvollzogen werden können, liefern Ideen und helfen beim raschen Einstieg.

- Kostenlose DEMOs verfügbar
- 14 Tage Rückgabe-Recht
- 6 Monate kostenl. Telefon-Service

**Real-Time Graphic Tools für DOS** incl. Source-Codes für diese Compiler:

C/C++ (Borl./Turbo) ...	620,- / 713,-
C/C++ (MS/Visual) ...	620,- / 713,-
C/C++ (Watcom) ...	620,- / 713,-
Pascal (Borl./Turbo) ...	620,- / 713,-

**Real-Time Graphic Tools Rev.2 für Windows™** für diese Compiler-Typen:

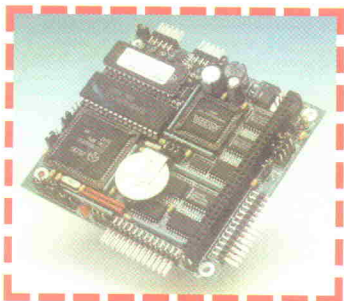
für C/C++	995,- / 1144,25
Visual Basic 3.0	995,- / 1144,25
Versionen mit Source-Codes:	
für C/C++	1995,- / 2294,25
Visual Basic 3.0	1995,- / 2294,25

Industrie-Automatisierung  
Elektronik-Entwicklung  
Datentechnik



Wilke Technology GmbH, Krefelder Str. 147, 52070 Aachen, Tel: 0241/91890-0, Fax: 0241/91890-44

# Dynamic C™



## Industrie-Computer

So einfach und schnell haben Sie noch kein Entwicklungs-Projekt in "C" durchgeführt!

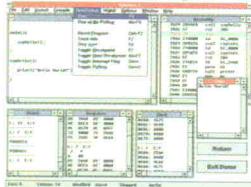
Anders als sonst üblich stammen bei Dynamic C™ Compiler und Controller-Hardware vom gleichen Hersteller. Das garantiert optimale Zusammenarbeit der Komponenten. Dynamic C™ bietet dem Entwickler eine herrlich übersichtliche Oberfläche am PC die kürzeste Entwicklungszeit garantiert. Der immer wiederkehrende Zyklus: Programmieren-Compilieren-Laden-Starten-Debuggen geht im Handumdrehen.

Die Dynamic C™ Entwicklungs-Umgebung enthält:

- Editor
- C Cross-Compiler
- Downloader
- Source-Level-Debugger

- Multi-Tasking Kernel
- umfangreiche Software-Library mit Beispielen im Source-Code

Dynamic C™ Controller von Z-World™ sind auf die Bedürfnisse der "realen" Welt zugeschnitten



und zeichnen sich durch Zuverlässigkeit und Kompaktheit aus:

- digitale Ein-/Ausgänge
- analoge Ein-/Ausgänge
- Treiber, serielle Kanäle
- gepufferte Uhr / RAM
- System-Werte in EEPROM
- Stromversorgungs-Überwachung
- Watchdog-Timer

### Software:

Dynamic C™ Standard für DOS und WINDOWS	385,- / 442,75
Dynamic C™ Deluxe für DOS und WINDOWS	782,- / 899,30

### Industrie-Computer:

MicroGenius™	179,- / 205,85
LittleStar™	394,- / 453,10
RuggedGiant™	476,- / 547,40
Mit Gehäuse, LCD und Keyboard:	
RuggedGiant™	641,- / 737,15
LittleStar™	559,- / 642,85

Industrie-Automatisierung  
Elektronik-Entwicklung  
Datentechnik



Wilke Technology GmbH, Krefelder Str. 147, 52070 Aachen, Tel: 0241/91890-0, Fax: 0241/91890-44

# BASIC-Computer ab 28,- / 32,20



Abb: BASIC-Knopf®

## BASIC-Briefmarke® + BASIC-Knopf®

Komplette 1-Platinen Steuer-Computer im Klein-Format, mit:

- CPU
- RAM + ROM
- EEPROM (Programm + Var.)
- 8x I/O: analog / digital / seriell
- PC-Schnittstelle

BASIC-Knopf® und BASIC-Briefmarke® enthalten alle Funktionen um Steuer- und Regel-Aufgaben auf engstem Raum und mit minimalem Stromverbrauch zu realisieren wie in zahlreichen Veröffentlichungen berichtet, u.a:



BASIC-Knopf® und BASIC-Briefmarke® werden in einem BASIC-Dialekt programmiert. Die Entwicklungs-Oberfläche ermöglicht schnellste Compilation und Programmtests: Editor, Compiler, Debug und Downloader. Die dauerhaft gespeicherten (EEPROM) Programme können immer wieder geändert werden.

BASIC-Knopf® und BASIC-Briefmarke® Computer:

BASIC-Knopf®	1.99	49,- / 56,25
BASIC-Knopf®	100+	38,- / 43,70
BASIC-Knopf®	1000+	28,- / 32,20

BASIC-Knopf® Programmier-Test-Adapter ..... 99,- / 113,85

Briefmarke "A":	1.99	49,- / 56,25
Briefmarke "A":	100+	38,- / 43,70
Briefmarke "A":	1000+	28,- / 32,20
Briefmarke "B":	1.99	69,- / 79,35
Briefmarke "B":	100+	58,- / 66,70
Briefmarke "B":	1000+	48,- / 55,20
"Super-B":	1.4	169,- / 194,35
"Super-B":	5+	139,- / 159,85
"Super-B":	100+	109,- / 125,35
"CA, CC, CN":	1.99	240,- / 276,-
"CA, CC, CN":	100+	188,- / 216,20
"CA, CC, CN":	1000+	149,- / 171,35

### BASIC-Briefmarken® Basätze:

- Intell. Treppenlicht: 34,- / 39,10
- Codeschloß: 39,- / 44,85
- LCD-Anzeige, alpha: 88,- / 98,90
- DC Leistungsteller: 34,- / 39,10
- 4-fach Digital-Poti: 34,- / 39,10
- Drehzahlmesser: 49,- / 56,25
- IR-Fernbedienung: 86,- / 98,90

Entwicklungs-Pakete incl. PC-Software und BASIC-Briefmarken® 1-Platinen Computer:

Grundpaket II	490,- / 563,50
---------------	----------------

Vollversion: umfangreiches System, alle Soft- und Hardware-Komponenten für kürzeste Entwicklungszeiten ... 1590,- / 1828,50

Industrie-Automatisierung  
Elektronik-Entwicklung  
Datentechnik



Wilke Technology GmbH, Pf. 1727, 52018 Aachen, Tel: 0241/91890-0, Fax: 0241/91890-44

# Speicher-Scope



995,- / 1144,25

20 Mhz

1550,- / 1782,50

50 Mhz

Wegen großer Nachfrage hat es Lieferzeiten gegeben - jetzt sind sie wieder verfügbar: DataBlue 4000® und 6000. Moderne Oszilloscope-Technik so günstig und leistungsfähig! Einfache Handhabung, Fernsteuerung, Graphik-Drucke.

### DataBlue 4000®:

- Großer LCD-Bildschirm fernsteuerbar über RS-232
- Graphik-Drucke über RS-232
- 20 Mhz Sampling Frequenz
- 0,2 µs... 2s, 5mV... 20 V/Teil
- 2048 Worte Meßtiefe
- 15 Speicher für Kurven
- Ch-1, Ch-2, add, sub, 2-Kan, Normal, Compressed, Roll
- batteriegepufferte Echtzeit-Uhr, Cursor-Messungen

DataBlue 4000® komplett mit Bereitschaftstasche, 100 Mhz-Tastköpfe, Kabeln, Batterien, Netzteil, PC-Software und deutschem Handbuch:

... 995,- / 1144,25

### DataBlue 6000®:

Noch mehr Bandbreite und interessante Zusatzfunktionen, unschlagbares Preis/Leistungs-Verhältnis! Bei gleichen Abmessungen arbeitet das DataBlue 6000® Oszilloscope bis 50 Mhz Sampling-Frequenz, bietet zusätzliche XY-Darstellung und vereint 3 Instrumente in einem:

### Oszilloscope:

- 50 Mhz Sampling-Frequenz
- 100 ns... 2s/Teil
- XY-Darstellung

### Logic-Analyser:

- 16-Kanal / 50 Mhz
- Impedanz: 1 MOhm / 10 pF
- Pegel: TTL, CMOS, -2.5... 7.5 V
- Ext: Trig-In, Trig-Out, Clk-In
- Verknüpfungen: AND / OR

### Multimeter:

- Autorange
- große Digital + Bar-Anzeige

- +/- 4000 Counts Wertebereich
- V, V<sub>AC</sub>, A, A<sub>AC</sub>, R, Hz, C

DataBlue 6000® komplett mit Bereitschaftstasche, 100 Mhz-Tastköpfe, Kabeln, Batterien, Netzteil, PC-Software, deutschem Handbuch und 12 Monaten Garantie:

... 1550,- / 1782,50

LA-Probe ..... 260,- / 299,-

Graphik-Drucker ..... 580,- / 667,-

Industrie-Automatisierung  
Elektronik-Entwicklung  
Datentechnik



Wilke Technology GmbH, Pf. 1727, 52018 Aachen, Tel: 0241/91890-0, Fax: 0241/91890-44