

# ELRAD

H 5345

DM 7,50

öS 60,- · sfr 7,50

hfl 10,- · FF 25,-

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen



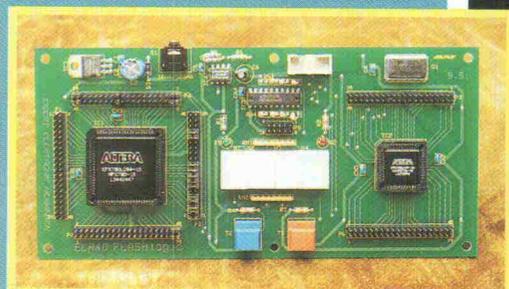
2/96

Besuchen Sie uns

Embedded  
Systems '96

Messe & Kongress  
14. - 16. 2. 1996, Stuttgart- Sindelfingen

Gastkarte auf  
Seite 34



CPLD-Projekt: Entwickler-Board  
für Altera FLASHlogic

EVA-Bord, Monitor und  
GNU-C-Compiler

Entwicklerprojekt  
Hitachi H8/338

Inklusive In-Circuit-Emulator

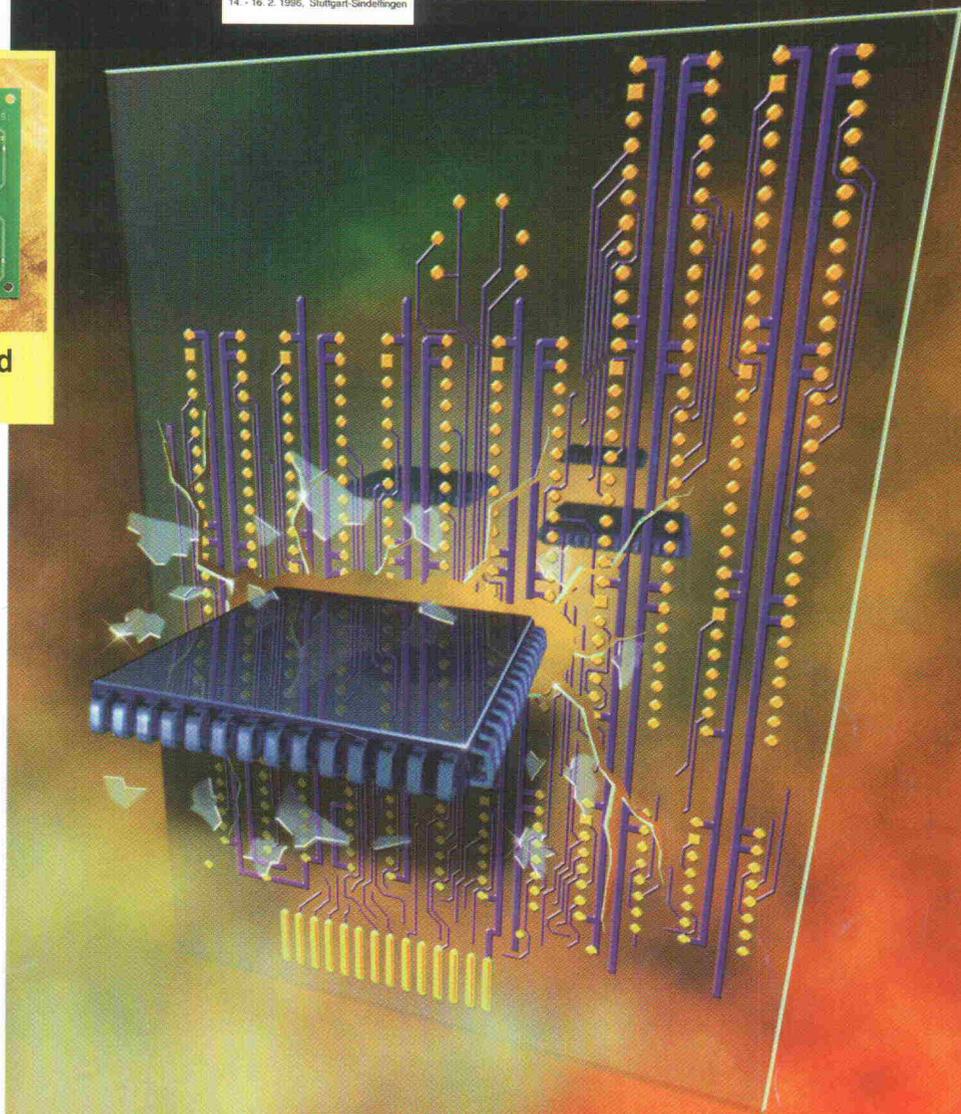
NEC-V40-Projekt

Controller-Applikation

DCF77-Generator

Kommunikation 'unplugged'

Der Infrarot-  
Standard IrDA



Mikrocontroller total:

Projekt  
Profi-SPS mit 68HC11

123 Entwicklungswerkzeuge im Überblick

# NOW, THE BATTLE IS OVER

ULTIBOARD



## ULTIBOARD

**BUNDLED WITH**  **SPECCTRA**  
SHAPE BASED AUTOROUTER

ULTIboards Interaktive Qualitäten waren immer der Hauptgrund, warum professionelle Designer ULTIboard einsetzen. Ab Januar 96 kommt jede ULTIboard Designer System mit dem SPECCTRA SP4 Autorouter: *the best of both worlds*. Alle ULTIboard Designer Anwender mit gültigem Update-Abonnement bekommen ein kostenfreies MAINTENANCE UPGRADE mit diesem berühmten Shape Based (konturbasiert, gridless) Autorouter SPECCTRA SP4 (4 Signal Layer + Power & Ground). Hiermit wird wieder klar, daß ULTIimate Technology der EDA-Lieferant ist, der sich wirklich um seine Kunden kümmert!

**DAS ULTIMATE  
SONDERANGEBOT**  
bis 31.12.1995

**ULTIboard Entry Designer\* 1.975 DM (inkl. MwSt: 2.271,25)**  
(Specctra SP4 Upgrade kommt 1/96 kostenlos)

\*ULTIcap + ULTIboard in 1.400 Pin Designkapazität, ebenfalls gratis upgrade zu ULTIboard Windows 95 mit EMC-Expert. Listenpreis bei Release DM 4.990

**ULTIMATE**  
TECHNOLOGY

Europazentrale:  
ULTIimate Technology BV, Energiestraat 36  
1411 AT Naarden, Niederlande  
tel. 0031-35-6944444, fax 0031-35-6943345

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

Easy Control, tel. 0721-45485, fax 0721 - 45487  
Heyer & Neumann, tel. 0241-553001, fax 558671  
AKC GmbH, tel. 06108-90050, fax 900533

# Wir müssen draußen bleiben

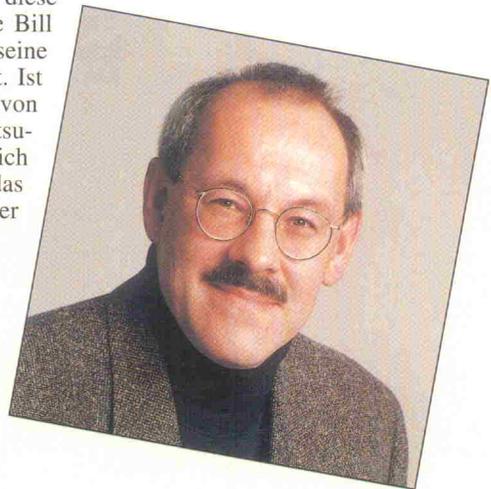
Die Telekom hat ihren Meister gefunden. Was ist die lächerliche Telefon-Home-User-Nahbereichs-Taktverdopplung verglichen mit satten 56 und ein paar zerquetschten Prozenten, die die Deutsche Messe AG anlässlich der diesjährigen CeBIT pro Eintrittskarte realisiert? Ich will nicht ungerecht sein und auch die hart kalkulierten, rabattierten Preise nennen: Im Siebener-Pack kostet der Spaß statt fünfzig Mark den Tag nur siebzehn-vierzehn. Und – wie es sich für ein exklusives Ereignis gehört, gibt es die Billets auch 'an den bekannten Vorverkaufsstellen' – da ist man, Vorkasse wird belohnt, mit 45 Mark dabei. Bleibt also immerhin noch ein Fünfer für das Messe-Würstchen – wenn's denn reicht. Aber gut, wer den Preis durchsetzen kann ... – wo leben wir denn? Und wer das bißchen Moos nicht übrig hat, um sich Eintritt als Kunde zu verschaffen, ist eh fehl am Platze.

Zum Beispiel 'die Studenten'. Jede Menge Ahnung von der Materie, aber keine Knete. So geht's nicht, und schon gar nicht rein. Zumindest nicht jeden Tag diesen brotlosen Streß. Und das ist auch schon die Lösung: Die Leitmesse-Macher haben Weitsicht bewiesen und eine Art CeBIT-Apartheid-Modell ersonnen. 20 Mark auf den Tisch, dafür dürfen 'die Studenten' das Messeviertel betreten – aber nur Sonntag und Mittwoch. An allen anderen Tagen muß an der Kasse Kaufkraft bewiesen werden. Recht so. Denn der Verunsicherung von Ausstellern und Standpersonal harrt eines dringlichen Abbaus. Jeden Tag diese Typen. Die aussehen wie Bill Gates mit 22 – als er seine erste Million gemacht hat. Ist das nun der Monopolist von morgen oder nur ein ratsuchendes Kerlchen, das sich nach Feierabend um das Netzwerk des Chefs seiner Freundin kümmert?

Wenn diese gute, weil schlichte Idee nur nicht kurz vor der Realisierung den Bach runtergeht. Womöglich stellt jemand ernsthaft juristische Überlegungen an – à la 'alle Tage sind gleich'. Sei's drum, der gute Wille zählt.

Hartmut Rogge

Hartmut Rogge





### Markt

## Zeitmeister

Sei es eine Telefonnebenstellenanlage oder eine Spritzgußmaschine, kaum ein Gerät kommt heute noch ohne Mikrocontroller-Steuerung und zugehörige Firmware aus. An letztere stellt der Benutzer immer höhere Ansprüche in bezug auf Reaktionsgeschwindigkeit und Funktionsumfang. Herkömmliche Techniken wie sequentielle Abarbeitung haben sich überlebt. Multitasking auf Echtzeitbetriebssystemen ist angesagt. Welche 'Grundlagen' es für Embedded-Applikationen derzeit gibt, lesen Sie ab

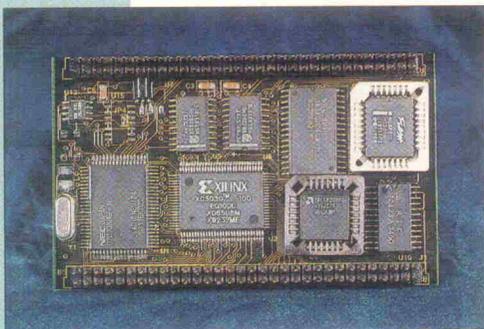
Seite 55

### Projekt

## Im Gleichklang

Eine Hardware, die sich selbständig an die Gegebenheiten einer Schaltung anpaßt – der Wunsch eines jeden Anwenders. Mit dem adaptiven Einplatinencomputer miniMAX geht dieser Traum in Erfüllung: Der Prozessor V40HL von NEC bildet die notwendige CPU, und für seine Anpassungsfähigkeit sorgt ein Xilinx-LCA der 3000er Serie. Das harmonische Zusammenspiel von miniMAX und äußerer Welt ist somit garantiert.

Seite 66



### Projekt

## Steuermann

Zur Realisierung industrieller Kleinststeuerungen gibt es zwei Optionen: Man setzt eine fertige Kompakt-SPS ein oder paßt ein Mikrocontroller-Board an. Warum nicht die Vorteile beider Versionen kombinieren? Der Steuermann bearbeitet seine 48 digitalen Ein- und Ausgänge S5-kompatibel – bei Bedarf läßt er sich auch im 68HC11-Assembler programmieren. So oder so kann man ihn dank seines 24-V-Interfaces in den Schaltschrank einbauen und gängige Sensoren sowie Aktoren direkt anschließen.

Seite 78

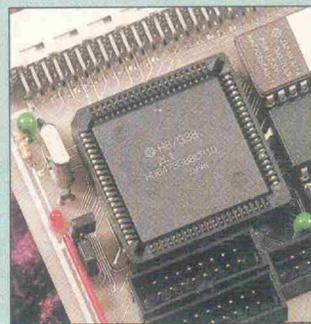


### Projekt

## Oktagon

Wer im Mikrocontrollermarkt 8 Bit sagt, der muß auf Grund der Marktbedeutung in diesem Segment auch Hitachi und H8 sagen. ELRAD bereitet mit dem preiswert zu realisierenden Oktagon-Projekt die wohlverdiente Popularisierung dieses zu Unrecht weniger bekannten Chips vor.

Seite 46

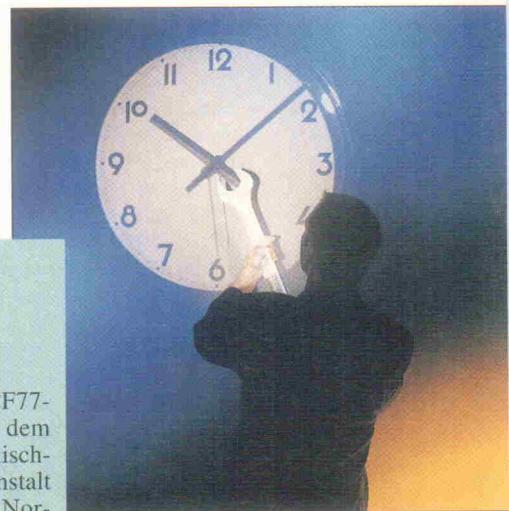


### Projekt

## Timewarp

Die Uhrzeit von DCF77-Funkuhren, die auf dem Zeitnormal der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt beruhen, zweifelt im Normalfall niemand an. Aber funktionieren Hard- und Software dieser Uhren wirklich sicher? Was passiert beim Wechsel von Sommer auf Winterzeit oder gar nach dem Jahrtausendwechsel? Wer nicht so lange warten will, sollte sich das Projekt Timewarp ansehen.

Seite 88



### Entwicklung

## IrDA

Infrarotdatenübertragung scheint auf den ersten Blick nichts Neues zu bieten. Fernbedienungen findet man schließlich schon bei 200-Mark-CD-Playern. Auch manche Computermäuse, Tastaturen und Rechnernetze tauschen Daten schon seit längerem per Licht aus. Diese Anwendungen haben eines gemeinsam: keine Norm. Das will die IrDA (Infrared Data Association) mit dem gleichnamigen Standard ändern. Grundlagen, Applikationen, Bausteine und Anbieter dazu finden Sie ab

Seite 60





Besuchen Sie uns  
Embedded  
Systeme '96  
Gastkarte auf  
Seite 34



CPLD-Projekt: Entwickler-Board für Altera FLASHlogic

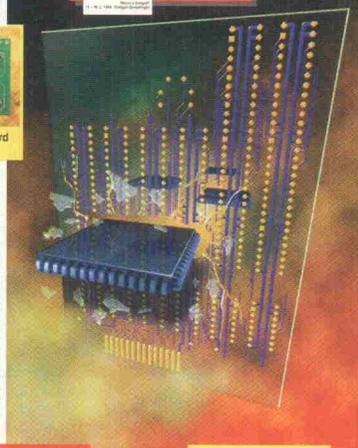
EVA-Bord, Monitor und GNU-C-Compiler

Entwicklerprojekt  
Hitachi H8/338

Infrarot-In-Circuit-Emulator  
NEC-V40-Projekt

Controller-Applikation  
DCF77-Generator

Kommunikation 'unplugged'  
Der Infrarot-Standard IrDA



Mikrocontroller total:

Projekt  
Profi-SPS mit 68HC11

123 Entwicklungswerkzeuge im Überblick

SEITE 94

SEITE 46

SEITE 66

SEITE 88

SEITE 60

SEITE 36

78 SEITE

## Mikrocontroller total

Eine hehre Titelzeile: 'Mikrocontroller total', die sicher nicht allein der – wenn auch recht umfassenden – Übersicht des Toolmarktes (Seite 36) gerecht wird. Deshalb an dieser Stelle eine Liste unseres Angebotes für Sie zum Thema. Es beginnt auf Seite 26 mit einer Pre-View auf ein  $\mu$ C-Einsteiger-Kit von TI, gefolgt von einer Design Corner auf Seite 28. Sie beschäftigt sich mit Toshiba's TLCS-870. An Projekten hat die Redaktion in dieser Ausgabe je ein 8- und 16-Bit-Entwicklerboard (H8/338 auf Seite 46 und V40 auf Seite 66) zu bieten sowie eine umfangreiche Anwendung eines 68HC11 in einer SPS (Seite 78). Führt man sich noch den Marktbericht über Echtzeitbetriebssysteme zu Gemüte, befindet man sich zumindest mikrocontrollermäßig in der Totalen.

Seite 36

### Projekt

## Test the FLASH

Programmierbare Logik-ICs entwickeln sich immer mehr zu einem Standard in Schaltungen jeglicher Art. Das ELRAD-Evaluation-Board für FLASHlogic-Bausteine soll deshalb neue Türen zur PLD-Welt öffnen:



Für 'Neulinge' ist ein schneller Einstieg garantiert, 'Kennern' der Szene bietet das Kit eine Erweiterung ihres Horizonts, und nebenbei stellt das Board noch ein Programmiergerät für die In-System programmierbaren Altera-CPLDs dar.

Seite 94

# Inhalt 2/96

## aktuell

Firmenschriften & Kataloge	10
Steckverbinder	12
Schalter & Taster	13
Forschung und Entwicklung	14
Bauelemente	16
Medien	19
Controller	22

## Test

PreView: Profiliert	
TMS370-Starter-Kit von TI mit Optimierungshilfe	26

## Markt

$\mu$ C-Tools	
Entwicklungswerkzeuge für Mikrocontroller und Embedded Control	36
Zeitmeister	
Echtzeitbetriebssysteme für Mikrocontroller	55

## Projekt

Oktagon	
Evaluierungsboard für H8/339	46
Im Gleichklang (1)	
Adaptiver Einplatinencomputer mit V40 und XC3000	66
Steuermann (1)	
68HC11-basierte industrietaugliche SPS	78
Timewarp	
DCF77-Testgenerator	88
Test the Flash (1)	
Evaluation-Board für FLASHlogic-CPLDs von Altera	94

## Entwicklung

Design Corner: C-Like	
für Toshiba TLCS-870-Controller	28
Auf Fehlersuche	
Qualitätssicherung beim Datentransfer mit Software-CRC	30
IrDA	
Datenübertragung via Infrarotlicht	60
Design Corner: Ersatzteile	
Mikrocontroller-Design mit PSD-Peripherie-schaltkreisen von WSI	92
Heavens Gate	
Neue FPGA-Architekturen und -Werkzeuge	102

## Grundlagen

Signal Processing (3)	
Einführung in die digitale Signalverarbeitung	83
Digital Audio Broadcasting (2)	
Kanalkodierung näher betrachtet – das OFDM-Verfahren	104

## Rubriken

Editorial	3
Briefe	7
Radio und TV: Programmtips	18
Die Inserenten	121
Impressum	121
Dies & Das	122
Vorschau	122

## MoDOS

100% DOS kompatibel



- Programmierung in jeder Sprache (C, Pascal, ...)
- ca. 20 Std. Akkubetrieb!
- beleuchtetes LCD mit 64x128 Pix. / 8x21 Z.
- 5 x 9 oder 3 x 7 Tasten
- serielle Schnittstelle

gut für **spezielle Lösungen**:

- noch Platz im Gehäuse
- Hardware erweiterbar mit vielen existierenden oder neuen Modulen
- wir sind Hersteller

MoDOS, Handheld-PC ..... 1300,-

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

## CE-Zulassungen

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

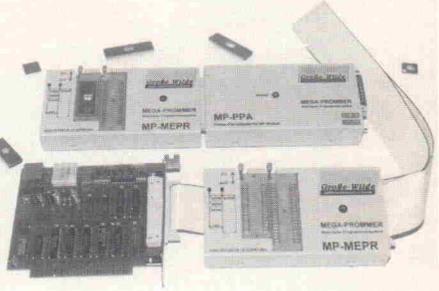
- EMV - Prüfungen nach allen gängigen IEC-, EN-, VDE-, CISPR-, Post- Vorschriften. Prüfungen nach FCC ebenfalls möglich.
- EMV - Modifikationen, Entwicklungen und Beratung. Entwicklungsbegleitend oder wenn ein vorgestelltes Produkt die Anforderungen nicht erfüllt.
- Sicherheitsprüfungen nach vielen internationalen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

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

**Obering. Berg & Lukowiak GmbH**  
Löhner Str. 157  
32609 Hüllhorst  
Tel. 05744 / 1337  
Fax 05744/2890 oder 4372

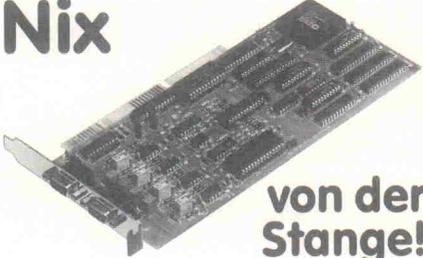
## MEGA-PROMMER

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 Spezial-Bausteine,  
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 Botrop  
Telefon 02041-263306, Fax 02041-263307

## Nix



**von der Stange!**

**DSP-Hardware und Software.**  
Funktions- und kostenoptimiert.  
Speziell für Ihre Anwendung. Sie finden uns auf der **Embedded Systems '96**  
Sprechen Sie mit uns!

**BAYER** ••• Ingenieurbüro für Digitale Signalverarbeitung  
Dietrichstraße 22 • 41468 Neuss  
☎ 02131-169450 • Fax: 02131-169451

## SHARC

SOFT- AND HARDWARE ENGINEERING  
Tel. 0911/973410  
Fax. 0911/9734110  
Bussardstr. 19  
90766 Fürth

### Feldbus ARCNET

- ▶ Seminar: Feldbus ARCNET
- ▶ ARCNET - Produkte: Feldbuskarte F-ARC, Feldbusmonitor SHARCMon und vieles mehr...
- ▶ Weitere Seminare
  - ▶ ISO 9000 - der Weg zum Zertifikat
  - ▶ Software Qualitätssicherung - Theorie und Praxis
  - ▶ WINDOWS 95 und WINDOWS NT Seminare

## MOVTEC

Stütz & Wacht GmbH

### Flachbettanlage mit Windows CNC-Steuerung



- ◆ Windows Echtzeitsystem
- ◆ hochdynamischer Antrieb mit Mikroschrittmotoren, Ausführung bis 70V/6A!
- ◆ servoähnlicher Motorlauf
- ◆ dynamischer Mikroschritt, d.h. Schrittweitenumschaltung während desfahrens
- ◆ optional: Geschlossener Regelkreis mit Encodern

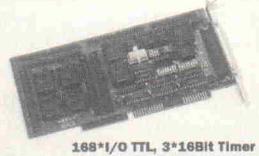
**MOVTEC Stütz & Wacht GmbH**  
Goldschmiedeschulstraße 6 • 75173 Pforzheim  
Tel. 0 72 31/29 96 69 • Fax 29 97 68

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

### Meßtechnik über wasco®-PC-Einsteckkarten

Aus der wasco®-Serie sind derzeit Multifunktionskarten, A/D- und D/A-Meßkarten, digitale I/O-Karten für Rechner mit ISA-Bus, sowie ext. Module für Meß- und Regelungstechnik über die RS232-Schnittstelle lieferbar.

**WITIO-168EXTENDED DM 264,50**



168\*1/O TTL, 3\*16Bit Timer

WITIO-48STANDARD	48*1/O TTL, 3*16Bit Timer	DM 149,50
WITIO-48EXTENDED	48*1/O TTL, 8*IRQ, 3*16Bit Timer, Quarz	DM 264,50
WITIO-240STANDARD	240*1/O TTL, 3*16Bit Timer	DM 322,00
OPTIO-16STANDARD	16*IN und 16*OUT über Optokoppler	DM 425,50
OPTIOIN-32STANDARD	32*IN über Optokoppler	DM 425,50
OPTIOIN-16EXTENDED	16*IN über Optokoppler, 8*IRQ, 24*1/O TTL ..	DM 437,00
RELAIS-32EXTENDED	32*OUT über Relais, 24*1/O TTL, 3*16Bit Timer ..	DM 644,00
ADIODA-12EXTENDED	32*12Bit A/D, PGA, 1*12Bit D/A, DC/DC, 24*1/O ..	DM 1127,00
ADIODA-12LAP	8*12Bit A/D, PGA, 1*12Bit D/A, DC/DC, 24*1/O ..	DM 598,00
ADIODA-12LOW COST	8*12Bit A/D, PGA	DM 379,50
IODA-12STANDARD	8*12Bit D/A, unipolar, 2,5V, 5V, 7,5V, 9V	DM 713,00

**Meßwerterfassung über PC-LabCards\***

PCL-745B	2*optoisolierte RS422/485 Schnittstelle mit FIFO	DM 437,00
PCL-818H	16*12Bit A/D (8uS), 1+12Bit D/A, 16*1/O TTL, PGA	DM 1598,50
PCL-814	16*14Bit A/D (8uS), 16*IN TTL, 16*OUT TTL, PGA	DM 1983,75

\*Katalog kostenlos!

# 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**

## Umprogrammieren

Neulich in der Mailbox

... ich möchte meinen Waschvollautomaten umprogrammieren.

Da es mir einfach nicht gelingen will, wende ich mich nun voll der Hoffnung an Sie. Es handelt sich bei diesem Waschautomaten um einen mit einer 68030-150-MHz-CPU ausgestatteten. Er ist mit 64 MByte RAM und leider nur einem 8 KByte Boot-ROM ausgestattet. Seine Waschprogramme sind auf einer 480-MByte-Festplatte, die aus Kostengründen keinen eigenen Antrieb hat, sondern direkt hinten auf der Welle der Wäschetrommel montiert ist, gespeichert.

Dieses hat nun den Nachteil, daß sie nur während des Schleudergangs ausreichend schnell angetrieben wird, um von ihr lesen oder schreiben zu können. Ich habe es nun bereits geschafft, ein 3 1/2-Zoll-Diskettenlaufwerk an die Steuerlogik anzuschließen.

Und nun zu meinem Problem und damit meiner Bitte um Lösungsvorschläge:

Immer wenn ich den Waschautomaten mit meiner Diskette beladen, mein Waschprogramm eingestellt und die Starttaste gedrückt habe, fängt die Maschine erst einmal an zu schleudern, um das gewählte Waschprogramm von der Festplatte auf der Trommelwelle in den Hauptspeicher zu laden. Das aber zerstört jedesmal mein Diskettenlaufwerk in der Wäschetrommel, so daß ich die Waschprogramme nicht runtergeladen und natürlich auch keine neuen raufgeladen bekomme.

Was ist zu tun, ich habe das Gefühl, daß meine Wäsche trotz Mega-Murmeln nur klinisch rein aber nicht wirklich porentief sauber wird. – Und dann die Stimmen-Datei, eine brutale Männerstimme, die immer sagt: 'komm Baby, volles Programm' und 'nun gib's mir mal richtig' und so'n Zeug. Ich will diese Sprach-Files gegen welche mit einer weiblichen Stimme tauschen!

Jürgen Sievers

Hier erste Hilfe zur Montage der Festplatte:

Hier handelt es sich um einen schweren Designfehler. Der Hersteller ist bereits informiert und möchte in der nächsten Version die Platte durch ein Wasserrad mit dem einlaufenden Wasser antreiben. Dies hat den Vorteil, daß die Waschprogramm-Daten bereits vor deren Ablauf zur Verfügung stehen. Entsprechende Umbausätze für die Vorgängermodelle sollen in Kürze kostengünstig erhältlich sein.

Ralf Zehender

... ein Tip zum Problem mit dem Diskettenlaufwerk:

Am besten erst einmal im Schleudergang alle Daten in den Hauptspeicher laden, und dann (Vorsicht, daß kein Wasser dran kommt) das Diskettenlaufwerk angeschlossen, um das Progi runterzukopieren. – Oder man schließt das Laufwerk einfach so an, daß es nicht mitgeschleudert wird. Und unbedingt Controller-Tabs verwenden! – die sichern auch bei härtesten Wasserbedingungen die Datenübertragung zum Controller.

... und schließlich zum Sprachproblem:

Einfach neu digitalisieren und nach oben genannter Methode draufspielen. Aber bitte vorher die alten Sprachfiles runterladen, und mir per NM zuschicken. Ich bin nämlich dieses widerliche 'Sie haben die Wagentüre offen gelassen' bei meinem Auto leid.

Rudolf Woerndle

## Prüfzeit

Zu dem Beitrag: Stunde Null, CE-Zeichen und EMV-Dienstleistungen in *ELRAD* 1/96, S. 36 ff., erreichte die Redaktion folgendes Fax:

Mit Interesse haben wir Ihren Artikel 'Stunde Null' zur

Kenntnis genommen. In der Marktübersicht verwenden Sie jedoch unsere Angaben falsch beziehungsweise mißverständlich. Unter der Rubrik 'Geschätzter Zeitaufwand für eine Schaltnetzteil-EMV-Prüfung' geben Sie für unser Haus

20...26 Stunden an. Selbstverständlich waren die Angaben zur Störfestigkeitsprüfung EN50082-1 (ca. 5...7 Std. max.) und EN50082-2 (ca. 7...11 Std. max.) alternativ zu sehen und nicht zu addieren. Der maximale Aufwand mußte also mit 15 Stunden beziffert werden, beziehungsweise mit 19 Stunden im Falle der Prüfung für Industrieumgebung, wenn der Kunde dies wünscht.

Christiane Schreiber

Geschäftsführerin EMC  
Testhaus Dr. Schreiber GmbH

## PIC-Tools gefragt

Zu dem Projekt: Kleinstterminal mit PIC-Controller in *ELRAD* 11/95, S. 32 ff. veröffentlichte die Redaktion in der letzten Ausgabe auf der Seite 7 einen Brief von Kurt von Escher. Hier nun eine weitere Reaktion zu demselben Thema.

Ich stimme der Auffassung, die Herr von Escher vertritt, 100%-ig zu. (...) Als Entwickler in der gewerblichen Wirtschaft ist mir die Haltung, eine ausgereifte Lösung, deren Realisierung viel Zeit und Mühe gekostet hat, nicht ohne weiteres vollständig publizieren zu wollen, verständlich. Darum geht es hier aber nicht. Es geht darum, zu jeder Baugruppe mit Mikrocontroller eine Software vorzustellen, die das Funktioniieren der Baugruppe sicherstellt, also in erster Linie die Grundfunktionen enthält. Am Beispiel PIC-Terminal wäre das die Abfrage der Tastatur, das Senden eines Zeichens je nach Taste über die RS232 und die einfache, ungefilterte Darstellung eines empfangenen Zeichens auf dem Display ohne Kommandos. Sicher machen die vielen Möglichkeiten der Kommandos erst den Reiz des fertigen Gerätes aus. Eben deshalb bin ich der Meinung, daß mit einer solchen Verfahrensweise die kommerziellen Interessen des Autors ausreichend gewahrt bleiben, andererseits den Entwicklern ausreichend Impulse für die eigene Arbeit gegeben werden können.

Thomas Schleusener  
Frankfurt (Oder)

Wir geben Herrn Schleusener recht. Zu unserer Ehrenrettung möchten wir jedoch anführen, daß wir eine nicht unerhebliche Anzahl (genau 17) von Dateien – Entwicklungstools und Sourcecode – zu den angesprochenen Themen in unserer Mailbox

vorhalten. Wählen Sie bitte 05 11/53 52-401. Red.

## Zeit abgelaufen

Zu der CD-ROM PLD!Start, die die Redaktion zusammen mit dem Elektronikladen herausgegeben hat, erreichte uns folgende Zuschrift:

Die PLD!start-CD ist bestimmt eine feine Sache – und ich hoffe, daß es 1996 eine neue Version geben wird. Allerdings ist von den Programmierern von GDS ein mieser Haken eingebaut worden, der für eine Evaluation-Software mehr als un schön und absolut unverst ändlich ist.

Das Programm GDS läßt sich seit dem 1. 10. 95 nicht mehr starten. Unmittelbar nach dem Aufruf erscheint statt der GDS-Oberfläche wieder der Prompt. Schaut man in das Verzeichnis, stellt man fest, daß GDS seine eigene EXE-Datei gelöscht hat (und wer weiß, was noch). Mir ist absolut unklar, warum ein Hersteller eine EVA-Version, die den Kunden zum Kauf des Vollproduktes anregen soll, nur zeitbegrenzt zur Verfügung stellt und dies noch nicht einmal durch eine Bildschirrmeldung anzeigt. Aber ganz so schlau waren die Herren Programmierer dann doch nicht. Das Problem läßt sich sehr einfach umgehen, indem man seinen Rechner 'lügen' läßt. Wenn Sie also mit dieser GDS-Version arbeiten wollen, stellen Sie Ihr Rechnerdatum einfach auf irgendeinen Tag vor dem 1. 10. 1995 ein. Dann läuft alles, aber vergessen Sie zum Schluß nicht, das echte Datum wieder einzustellen, besonders dann, wenn Sie mit Fibu-Programmen oder ähnlichem arbeiten.

Michael Wöstenfeld  
Detmold

*In diesem Zusammenhang weist die Redaktion darauf hin, daß sie nichts von einer solchen Benutzungseinschränkung gewußt hat. Wir möchten uns an dieser Stelle ausdrücklich dafür entschuldigen, daß sich trotz vorausgegangener Tests eine derartig eingeschränkte Software auf die CD schmuggeln konnte und werden dafür Sorge tragen, daß sich dies bei dem in Vorbereitung befindlichen Update der PLD!start-CD nicht wiederholen wird.* Red.

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

## ALL-07

HI-LO SYSTEMS gehört zu den weltweit führenden Herstellern von 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!

## Der Universal-Programmierer von HI-LO



Berlin (0 30) 4 63 10 67  
Leipzig (03 41) 2 13 00 46  
Hamburg (0 40) 3 8 6 1 0 1 00  
Frankfurt (0 61 96) 4 5 9 5 0  
Stuttgart (0 71 54) 8 1 6 0 8 1 0  
München (0 89) 6 0 1 8 0 2 0  
Schweiz (0 64) 7 1 6 9 4 4  
Österreich (0 22 36) 4 3 1 7 9  
Niederlande (0 34 08) 8 38 39

## ELEKTRONIK LADEN

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



## Entfesse die Kraft eines PromICE

- Anschluß über ROM Sockel; DIP; PLCC; SMT
- Emuliert ROMs bis zu 16MBit in voller Größe
- Schnellste Downloads möglich: Parallel; Seriell; Ethernet
- Mit Industrie Standard Debugger anwendbar
- Target Prozessor unabhängig
- Unterstützt 3 V Targets
- Beinhaltet Host Software Sources
- Abgeschirmte Kabel für sicheren Betrieb

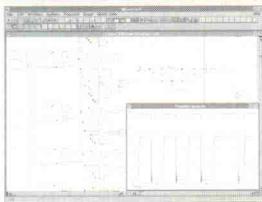


## FORTH-SYSTEME GMBH

Postfach 1103 Tel. (0 76 67) 5 51  
D-79200 Breisach Fax (0 76 67) 5 55

## 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 so 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

## MECHATRONIK macht's

### Testen Sie unser Prüflabor!

Mechatronik bietet mobile und stationäre EMV-Tests

- ✓EMV-Meßmobil
- ✓EMV Kurzanalyse
- ✓EMV-gerechte Entwicklung von Geräten
- ✓Modular aufgebautes EMV-Lernsystem
- ✓Absorberhalle
- ✓Normenberatung
- ✓Schulung

Mechatronik GmbH  
Schniewindstr. 2 • 48619 Heek  
Tel. 02568 / 3073  
Fax 02568 / 3469

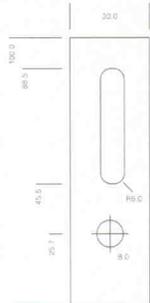
## FRONTPLATTEN-SERVICE



- Alu/Kunststoff
- CNC-gefräst
- Eloxiert
- Graviert
- Bedruckt
- Montagebolzen

- Eil-Service
- Kleinserien
- Prototypen
- Cad-Design

& PARTNER  
Elektronik GmbH  
Nikolausstraße 9, 51149 Köln  
Tel: 02203 - 91 19 40  
Fax: 02203 - 91 19 44 9



## PC-Meß-/Regeltechnik

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

PC-Einsteckkarte-Oszilloskopprogramm-2 Tastköpfe. 2x32 kByte intern. Speicherosz. (2µs-0,2s/ DIV, 5mV-20V/DIV oder AUTO, CH1/II/ADD/COMP/CHOP/XY-Funktionen, max. Eingang 600V<sub>ac</sub> bei Tastk. 1:10). Spektralanalyzator (linear/in dB, 6Hz-5MHz, Mittelung über 1-200 Messungen mögl!), Effektivwertmeßgerät (TrueRMS/peak-peak/ Mittel-/ max-/ min.wert/ dBm/ 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, Testsigner ELRAD 195 nur DM 1745,00

### Zweikanal-Meßmodul für Parallelport Handyscopes

ideal für Notebooks. Keine externe Stromversorgung notwendig. Abtastfrequenz bis 100 kHz (Zellbasis: 0,5ms-2s / DIV, v: 5mV-20V / DIV oder AUTO); Komplettsatz bestehend aus Oszilloskopmodul + 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-AD-DA 1Eing./2Ausg. 4 un-/bipolare Meßber. per DIP-Sch. DM 175,-

wie vor, jed. 8 Eing.+2 Ausg., Ber. per Softw. einstellb. (Eing. auch 0-10V) DM 215,-

wie vor, jedoch zus. 24 Bit dig./O+4 Wechsler-Relais DM 395,-

isol. 32-Kanal 12-Bit-AD-Karte 10ms, ±5/6/10/20/25/50mV/±5V DM 715,-

16-Kanal 12-Bit-AD/DA-Karte, 16AD(15µs/2DA, Eing. ber. ±0,3125...5V DM 1012,-

per Softw. wählbar, DA 0-5/10 V. Auch IRQ/DMA-Messgn. möglic. Inkl. C/Fas/Bas. wie vor, jedoch AD: 25µs, Eing. ber. ±0,3125...10V DM 1012,-

24-Bit dig. I/O-Karte in 8-er Gruppen auf Eing./Ausg. progbar DM 125,-

48-Bit dig. I/O-Karte in 8-er Gruppen auf Eing./Ausg. progbar, mit IRQ DM 305,-

IEEE-488-Karte mit NEC µPD7210, NI PC11A-kompatibel, inkl. Treiber DM 518,-

FIFO-4-fach RS-232 + 3 Parallelschnittstellen (2 bidirektional) + 1 GAME, 16Bit DM 95,-

RS-232-Isolatormodul DM250,- \*\*\*\*\*Über 100 weitere Artikel im Programm.....



Tel.: (07181) 97 88 0 10 neu: Fax-  
Anr.beantw.: (07181) 97 88 0 11 Infoabruf  
Fax: (07181) 97 88 0 20 Anleitung auf  
Fax-infoabruf: (07181) 97 88 0 21 (07181) 97 88 0 21  
Postfach 1133 - 73614 Schorndorf abhören.

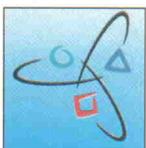
# Display-Anzeigen

Unser Anzeigenplatz für den „schnellen Blick-Kontakt“

Wir beraten Sie gern:  
0511/53 52-164, -219

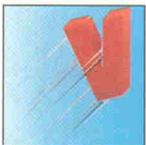
## ELRAD

# OPTIMIERTE WANDLUNG !



## XRAY-MasterWorks™

Die komplette Entwicklungsumgebung für Embedded Systeme. Offen für vielfältige Erweiterungen.



## VRTX/OS®

Das deterministische und preemptive Echtzeit-Betriebssystem für sicherheitskritische Anwendungen. Die flexible Familie: VRTXsa, VRTX32, VRTXmc



## XRAY®-Debugger

Multi-Windows-Oberfläche. Analyse von optimiertem Code in unterschiedlichen Entwicklungs-Umgebungen: Simulator-, Emulator-, Monitor-, BDM- und RTOS-Varianten.



## Spectra®

Client/Server-Architektur zur Integration eigener Tools. Die Backplane für Ihre künftigen Echtzeit-Projekte.

## Cross-Compiler...

ANSI-C und C++ (ARM-compliant). Optimierter Code, ROMable und echtzeitfähig. Assembler, Linker und Librarian inklusive.

Optimierungs-Technologie (Pat.pend.) zur effizienten, objektorientierten Programmierung.

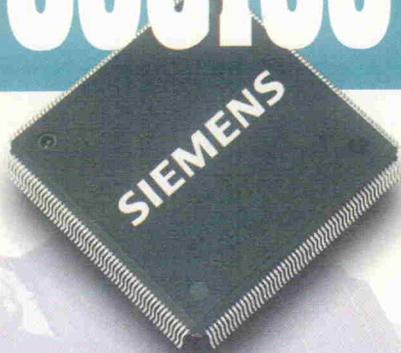
**... Sicherheit ,  
Kompetenz und  
Erfahrung.**



*Setting the Standard*

Microtec Research GmbH  
Haidgraben 1c · 85521 Ottobrunn  
Telefon 0 89/6 09 00 81 · Fax 0 89/6 09 96 59

# BSO/TASKING 80C166



## Nutzen Sie die Leistung der C166 Tools

Optimized C compiler supports  
165/166/167 family,  
includes assembler, linker,  
locator and all libraries

CrossView® Windows debugger  
with Target ROM environment

Available for DOS and Unix

Small high performance RTOS

Evaluation boards for  
all family members

On-line user manuals with  
context sensitive help

EDE gives you access to all tools  
through a common interface

Local hot line support

**BOSTON  
SYSTEMS  
OFFICE  
TASKING**

**Das beste Werkzeug für  
schnellste Controller**

**Holen Sie Ihre Demo  
Fragen Sie nach Ihrem  
Marketing Paket**

TASKING Software Deutschland  
Tel. 07152 979910, Fax 07152 97991-20

All trademarked names are the property of the respective owners

## Firmenschriften und Kataloge

### Winkelsensoren

In einem neuen Katalog von Megatron finden sich gut 100 Typen Präzisions-Einwendel-Potentiometer und analoge Winkelsensoren, Mehrwendel- und Motorpotentiometer sowie passende Einstellknöpfe und Anzeigergeräte. Anwendungsbeispiele bieten sich in der Meß-, Steuer-, Regel- und Automatisierungstechnik, im Maschinenbau sowie in der Werkzeugfertigung. Auf Anfrage ist der Katalog kostenlos erhältlich bei:

Megatron Bauelemente  
GB der Megatron Elektronik AG & Co.  
Herrmann-Oberth-Str. 7  
86540 Putzbrunn  
☎ 0 89/4 60 94-0  
☎ 0 89/4 60 94-1 01

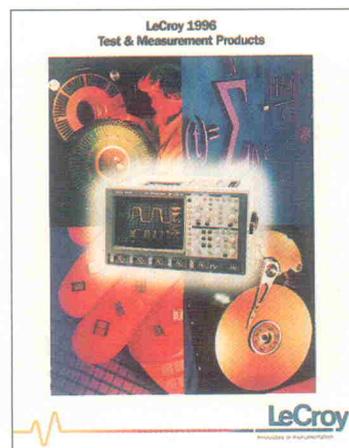
aktuell



### Scope-Vielfalt

Der Test&Measurement-Katalog 1996 von LeCroy enthält auf 196 Seiten Produktinformationen über Meß- und Prüftechnik, wie zum Beispiel LeCroys DSO-Serie mit 1 GHz-Bandbreite oder das Single-Shot-Oszilloskop 9362 mit einer Abtastrate von 10 GS/s. Anwenderberichte erläutern die Aufnahme von sporadischen Fehlern in elektrischen Signalen, DSO-Anwendungen in der High-Speed-Elektronik und die Vorteile tiefer DSO-Speicher.

LeCroy GmbH  
Mannheimer Str. 175  
69123 Heidelberg  
☎ 0 62 21/83 10 01  
☎ 0 62 21/83 46 55



### PIC-Accessoires

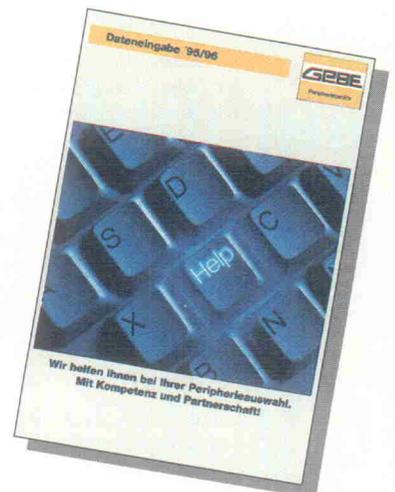
Microchip hat den Leitfaden über Drittanbieter, den Third Party Guide, in der dritten Ausgabe herausgebracht. Diese Informationsquelle über Entwicklungswerkzeuge für Mikrocontroller aus den PIC16/17-Familien ist Jahr für Jahr angewachsen auf inzwischen 256 Seiten. In einer umfassenden Liste sind 79 Hersteller aufgeführt, die Programmierer, Emulatoren, Assembler, Simulatoren, Linker, Compiler und weiteres Zubehör anbieten. Für die weitergehende Produktunterstützung enthält das Handbuch eine Liste von Entwicklungsberatern, die technische Hilfe für Microchip-Produkte anbieten. Der Third Party Guide ist bei allen autorisierten Microchip-Distributoren und Vertriebsrepräsentanten erhältlich.

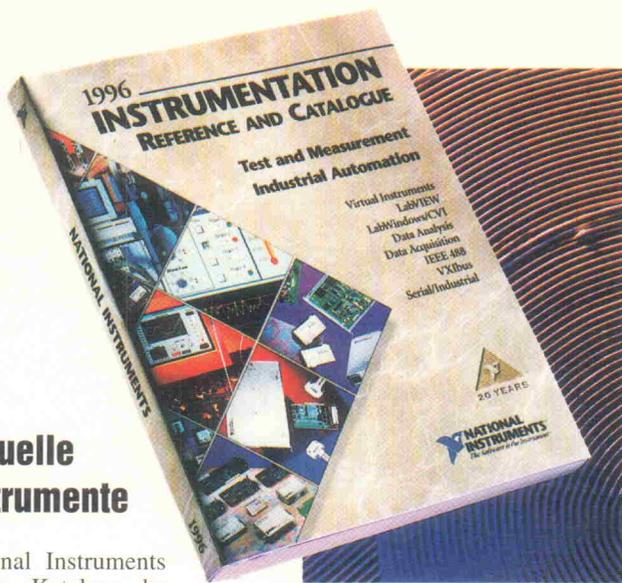
Arizona Microchip GmbH  
Gustav-Heinemann-Ring 125  
81739 München  
☎ 0 89/62 71 44-0  
☎ 0 89/62 71 44-44

### Klick-klack

In ihrem Katalog '95/96 präsentiert die GeBE Peripheriegeräte GmbH etwa 600 Produkte rund um die Dateneingabe. Im ersten Teil findet der Interessent industrietaugliche Dateneingabetechnik, der zweite Teil ist der PC-Peripherie vorbehalten. Eine wasserdichte Langhubtastatur mit integrierter Finger-Mouse für den Industriebereich oder eine ergonomische Butterfly-PC-Tastatur sind nur zwei Highlights aus dem Produktspektrum. Der Katalog ist auf Anforderung kostenlos erhältlich.

GeBE Peripheriegeräte GmbH  
Mahnbrück 4  
08233 Treuen (Vogtland)  
☎ 03 74 68/6 50-0  
☎ 03 74 68/6 50-50





## Virtuelle Instrumente

National Instruments neuer Katalog beschreibt auf 624 Seiten über 500 Hard- und Softwareprodukte. In sechs farbkodierten Abschnitten bietet die 'Virtual Instrumentation Company' Software, Datenerfassung, GPIB, VXI/MXI, industrielle Kommunikation und Kundens Schulung. Der Katalog präsentiert neue Versionen der Softwarepakete LabVIEW und LabWindows, aber auch neue Hardware-Produkte, wie zum Beispiel GPIB-, DAQ- und VXI-Interfaces für PCI-Rechner oder PCMCIA-Interfaces zur Datenerfassung und industriellen Steuerung. Den kostenlosen Katalog erhält man bei:

National Instruments Germany GmbH  
 Konrad-Celtis-Str. 79  
 81369 München  
 ☎ 0 89/74 13 13-0  
 ☎ 0 89/7 14 60 35  
 ✉ info@natinst.com  
 ⚡ http://www.natinst.com

## Wer liefert wie?

Die Beurteilung eines potentiellen Lieferanten ist für den Kunden oft schwierig. Der Fachverband Bauelemente der Elektronik im ZVEI hat daher den Leitfaden Lieferantenbewertung erarbeitet. In die Bewertung einbezogen werden Faktoren wie Kundenorientierung, Qualitätssicherung, Liefertreue, Rückweiserate, Umgang mit Reklamationen, Servicequalität oder die benötigte Zeit bis zur Auslieferung erster Muster. Ab April soll diese Arbeitshilfe auch als Windows-Programm verfügbar sein. Interessenten können den Leitfaden in englischer oder deutscher Sprache gegen Versandkosten von 6 DM in Briefmarken abrufen:

ZVEI  
 Broschüre Lieferantenbewertungssystem  
 63062 Offenbach-Waldhof

## PC-Meßtechnik

Die Messcomp Datentechnik GmbH entwickelt PC-Einsteckkarten sowie externe Datenerfassungs- und Steuermodule. Das Produktspektrum der wasco-Serie umfaßt Multifunktionskarten, A/D- und D/A-Wandlerkarten und digitale I/O-Karten mit und ohne galvanischer Trennung. Die externen Datenerfassungs- und Steuermodule aus der XMOD-Reihe mit RS-232-Schnittstelle eignen sich für den universellen Einsatz in der Steuerungstechnik. Der Katalog ist mit Angabe der Artikelnummer A-9997 kostenlos erhältlich.



Messcomp Datentechnik GmbH  
 Neudecker Str. 11  
 83512 Wasserburg a. Inn  
 ☎ 0 80 71/91 87-0  
 ☎ 0 80 71/91 87-40

# EAGLE 3.0

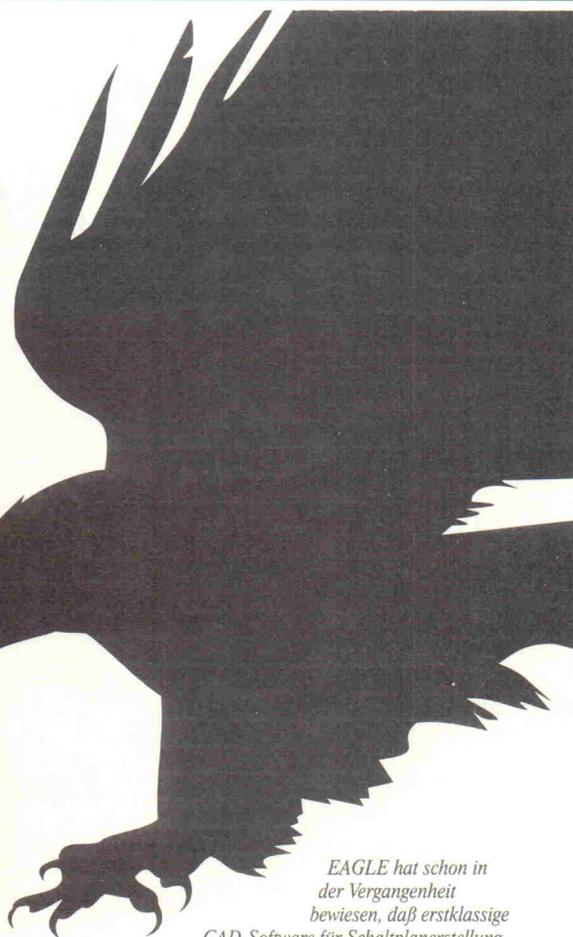
Schaltplan - Layout - Autorouter

Jetzt mit  
 32-Bit-Power.

Zu  
 Low-cost-Preisen  
 wie bisher.

Neu:  
 - Polygone füllen  
 - Copper Pouring  
 und mehr!

Demopak mit Original-Handbuch	25,30
Layout-Editor mit Bibliotheken, Ausgabetreibern und Konverterprogrammen	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 (1 4400 / 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.

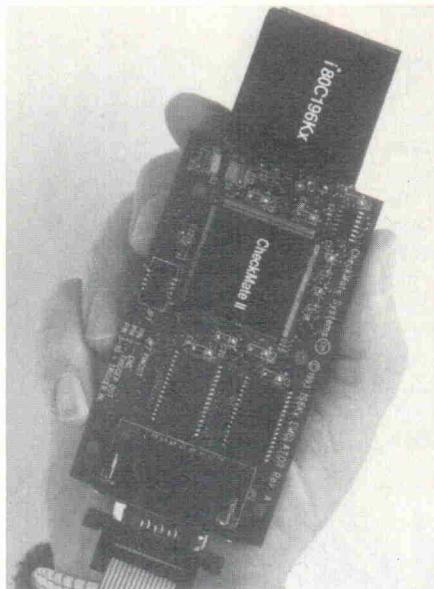
Hinter diesem Erfolg steckt aber auch die Tatsache, daß EAGLE ständig an den aktuellen Stand der Technik angepaßt wird. – Unsere neueste Version nutzt die volle Leistung des PC vom 386er aufwärts. Sie kommt mit moderner Bedieneroberfläche und zahlreichen neuen Features.

Lassen Sie sich von unserer voll funktionsfähigen Demo überzeugen.



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

# Mehr ICE für's Geld!



**Die wohl schnellsten und kleinsten 16-Bit In-Circuit Emulatoren der Welt !!!**

Unterstützen exklusiv  
AMD 80C186/188EM  
bis 40 MHz Taktfrequenz

**Unterstützen ferner:**

AMD & INTEL 80C186/188  
EA,EB,EC,XL bis 25 MHz

INTEL 80C196 / 198 KB,KC,KD

NEC V25 / V25+ bis 10 MHz

INTEL 80C386EX (Ende '95)

Komplettpreise immer inklusive:  
Software (Locator+ Debugger+  
Converter), 10Mbit/sec. Schnitt-  
stelle mit 3m langem Kabel und  
technischem Support.

Außerdem haben wir ICE's für:  
PIC,8051 alle Derivate, 8086/88  
MOT 68HC11/16, 683xx,68000,  
INTEL 80196 KR,NT,NP,NU  
NEC V20,V30,V40,V50  
ZILOG Z80,Z180,ZS180,Z182  
AMD 29k sowie IDT3000/4000

**RUFEN SIE UNS AN!**

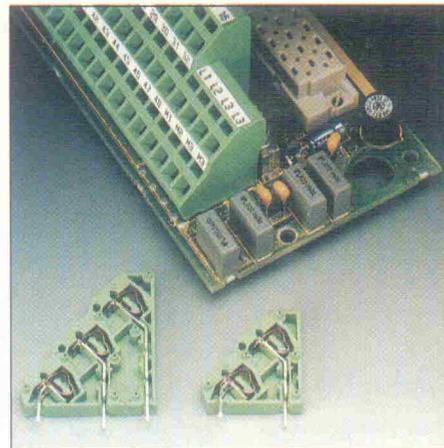
AK ELEKTRONIK  
Vertriebs GmbH  
Eichenstraße 11  
86567 Hilgershausen  
Telefon 08250 7430  
Telefax 08250 7430



## Steckverbinder

### Eingeklemmt

Der Hersteller Phoenix Contact, Blomberg, stellt neue Federkraftklemmen der Bauform ZFKDS 1,5 vor. Dabei handelt es sich um Einzelklemmen im Raster 5,08 mm, die zu beliebigen Polzahlen gereiht werden können. Neben den ein- gibt es auch zwei- und dreistöckige Varianten. Dadurch lassen sich kompakte Anschlußblöcke für industrielle Leiterplatten mit einer eindeutigen Abgrenzung von Leitereinführung und Werkzeugschacht erstellen. Bei einem Nennstrom von 16 A und einer Nennspannung von 250 V können starre Leitungen mit einem Querschnitt von 2,5 mm<sup>2</sup> angeschlossen werden.



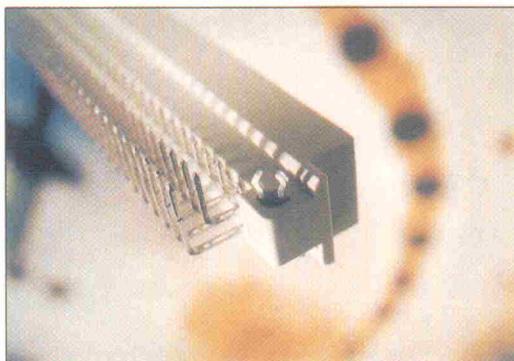
Phoenix Contact GmbH & Co.  
Flachmarktstr. 2-28  
32825 Blomberg  
☎ 0 52 35/55-0  
☎ 0 52 35/55-12 00

aktuell

### Eingeschnappt

Gewöhnlich werden Tochterkarten-Steckverbinder nach DIN 41612 auf den Leiterplatten per Niet- oder Schraubverbindung befestigt. Um den hiermit verbundenen Material- und Fertigungsaufwand zu reduzie-

ren, entwickelte Molex eine Rastbefestigung per Clip. Diese Mechanik schnappt im Befestigungsloch ein und hält den Steckverbinder bis zum Abschluß des Tauchlötprozesses in seiner Position. Bei durchkontaktierten Befestigungslochern wird auch der Befestigungsclip verlötet und sorgt somit für eine stabile und einwandfreie Befestigung. Zusätzlich behandelt Molex die Lötanschlüsse dieser Steckverbinder-Bauweisen mit einer chemischen Lösung, die das Aufsteigen von Fluxmitteln im Kontaktbereich gemäß DIN 41640 Teil 84 verhindert.

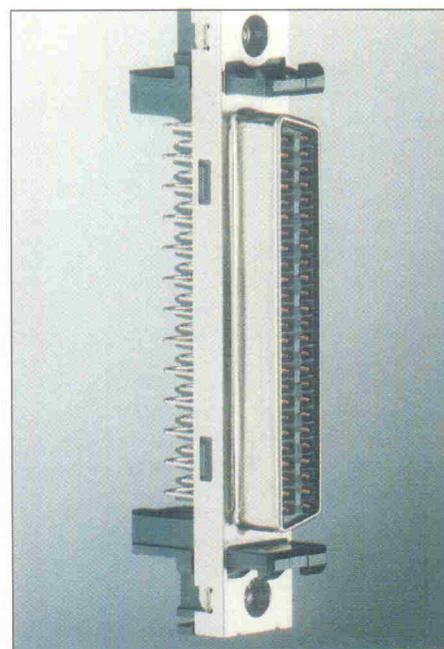


Molex Services GmbH  
Dingolfinger Str. 4  
81673 München  
☎ 0 89/41 30 92-0  
☎ 0 89/40 15 27

### Eingebettet

Anstatt in ein schweres Druckgußgehäuse ist die neue Generation der SCSI-II-Steckverbinder von Fujitsu in eine Fassung aus Kunststoff-Spritzguß eingebettet. Die daraus resultierende Gewichtsreduzierung von 35 % ist vor allem bei portablen Geräten und Systemen interessant. Die Serie umfaßt Leiterplattenmontage-Verbinder sowie rechtwinklige Fassungen und Steckverbinder für Kabelgarnituren. Die neuen SCSI-II-Steckverbinder entsprechen den SCSI/ ANSI-50- und -68-Pin-Spezifikationen mit versetzt angeordneten Kontakten in einer Konfiguration von 1,27 mm x 1,905 mm. Ebenso sind Versionen mit 20, 28 und 40 Kontakten sowohl mit als auch ohne Leiterplattenverriegelung lieferbar.

Fujitsu Mikroelektronik GmbH  
Components Division  
Am Siebenstein 6-10  
63303 Dreieich-Buchsschlag  
☎ 0 61 03/6 90-0  
☎ 0 61 03/6 90-122



## Schalter & Taster

### Unterwasserleuchte

Neu im Programm der Tabula Tronic GmbH aus München ist jetzt eine Serie beleuchtbarer, robuster Miniaturtaster des Herstellers IWT Switches. Die wasserdichten Frontplattentaster entsprechen der Norm IP67 und passen in Bohrungen mit einem Durchmesser von 13 mm. Es sind verschiedene Ausführungen mit quadratischen und runden Köpfen in den Farben rot, grün, gelb und blau sowie in schwarz und weiß lieferbar. Die beleuchtete Version ist entweder mit einer roten oder grünen LED ausgestattet. Die Taster eignen sich für den erweiterten Temperaturbereich (-40 °C...+125 °C), besitzen eine hohe Schockfestigkeit und bestehen aus einem nichtfunkenden Material. Die Goldkontakte sind für Nennströme von 100 mA...400 mA und Nennspannungen im Bereich 32 V...125 V ausgelegt.

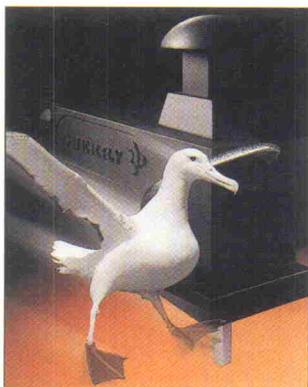
Tabula Tronic GmbH  
Putziger Str. 2  
81929 München  
☎ 0 89/99 39 23-0  
☎ 0 89/99 39 23-23



### Der Albatroseffekt

Was in der Natur den Albatros so einzigartig macht – sein langer Auslauf beim Landen –, ist gleichzeitig kennzeichnendes Merkmal der neue Kleinschalter DR von Cherry. Durch diese Eigenschaft – ein langer Nachlaufweg – bietet diese Serie vielfältige Möglichkeiten bei der Auslegung des Anfahrmechanismus. Dabei gestattet der pilzförmige Betätiger auch extremes seitliches Anfahren. Mit Ausmaßen von nur 13,7 x 11,8 x 5,4 mm eignet sich die Kleinschalterserie besonders dort, wo Platzmangel herrscht.

Cherry  
Mikroschalter  
GmbH  
Industriestr. 19  
91275 Auerbach  
☎ 0 96 43/18-0  
☎ 0 96 43/262



# 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-Luftverteillerrahmen,
- 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 !!**

A.14/01/05.95

Rund um die  Leiterplatte

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

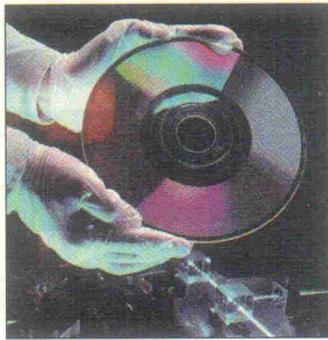
## Forschung und Entwicklung

### Eingebrannt

Einen Preis für ihre Verdienste an der Forschung erhielten drei Wissenschaftler von IBM. Sie zeichnen für die Entdeckung eines magnetischen Materials verantwortlich, das Grundlage für mehrmals beschreibbare magneto-optische Platten ist.

Wenn man magneto-optische Materialien erwärmt und gleichzeitig einem Magnetfeld aussetzt, ändern sie je nach Richtung des Feldes ihre Eigenschaften. Um Daten zu speichern, wird das Material mit einem Laserstrahl lokal erhitzt – das Magnetfeld schreibt die Informationen fest. Nach dem Abkühlen ist alles gespeichert und kann erst nach erneutem Erwärmen gelöscht werden. Lesen kann man die so 'aufbereiteten' Platten mit einem schwachen Laserstrahl, der eine ähnliche Intensität wie die zum Lesen einer CD-ROM verwendeten besitzt.

Die amorphen Strukturen der 'Seltenen Erden', zu deren che-



mischer Gruppe die magneto-optischen Materialien gehören, besitzen sehr kleine und exakt abgrenzbare Strukturen. Damit lassen sich extrem hohe Speicherdichten erzielen. Mittels eines blauen Lasers und einer Legierung aus Terbium, Eisen und Kobalt brachten IBM-Wissenschaftler auf nur 2,5 Quadratzentimetern 1 Million Bits unter – eine bis heute unerreichte Datendichte auf einem optischen Speicher.

IBM Deutschland  
Informationssysteme GmbH  
70548 Stuttgart  
☎ 07 11/7 85 45 69  
☎ 07 11/7 85 14 16

## Schwerelose Mimose

Im November '95 startete die 2. studentische 'Parabelflug-Kampagne' der Europäischen Weltraumbehörde ESA und der technischen Universität Delft. Das Zentrum für Angewandte Raumfahrttechnologie und Mikrogravitation (ZARM) der Universität Bremen unterstützt dieses Programm, das 24 Studententeams aus ganz Europa wissenschaftliche Experimente in annähernder Schwerelosigkeit ermöglicht. Mit dabei war ein Team vom Institut für Landwirtschaftliche Botanik der Universität Bonn, das mit Hilfe der Mikrogravitation das Verhalten der 'Mimosa lanata' untersuchen wollte.

Normalerweise reagiert dieses Pflänzchen auf Licht, Berührung oder Temperaturänderung. Man erhofft sich hier neue Erkenntnisse über ihre Sinnes- als auch Bewegungsfunktion. Wahrscheinlich gewannen die Forscher im ständigen Wechsel der Gravitation – in zwei Stunden 25 mal zwischen 0 und 2 g – auch völlig neue Erkenntnisse über das Verhalten ihrer Mägen – nicht umsonst heißt die Boeing KC-134A auch 'VomitComet'.

DARA GmbH  
Königswinterer Str. 522-524  
53227 Bonn-Oberkassel  
☎ 02 28 /44 70  
☎ 02 28 /44 77 09



## Spitzenleistung



© Felix St. Clair-Kenard / The Image Bank

### OSE Delta

Für verteilte und fehlertolerante Multiprozessorsysteme

### OSE Classic

Für schnelle, effiziente und kompakte Embeddedsysteme

### OSE Basic

Für schnelle und leistungsfähige Embeddedsysteme mit statischen Prozessen

### OSE Auric

Für extrem schnelle Embeddedsysteme mit wenig Speicherbedarf



Besuchen Sie  
uns an der  
Embedded  
Systems '96,  
Stand Nr D4.

## Das ultraschnelle Echtzeit-Betriebssystem

- Modernes signalbasierendes Konzept
- Schnelle Ausführungszeiten
- Unterstützung für fehlertolerante und verteilte Systeme
- Einfache Handhabung
- Leistungsfähige System-Level-Debugger, integriert mit verschiedenen Hochsprachendebuggern
- Systemsimulatoren
- Unterstützung vieler Host-Systeme und Entwicklungsumgebungen
- Europäisches Produkt von einem der grössten Spezialisten für Echtzeit-Software

Fordern Sie noch heute Ihre gratis OSE-Demodisk an!

## ENE A DATA

ENE A DATA Software GmbH, Arnulfstrasse 27, D-80335 München  
Tel +49 (0)89 59047 251, Fax +49 (0)89 59047 200  
<http://www.enea.se/ose> info.ose@enea.se

## Drehscheibe

CORDIS, der Informationsdienst der Europäischen Union für Forschung und Entwicklung, soll für Unternehmen die zentrale Anlaufstelle sein, wenn es um aktuelle Nachrichten zu allen EU-Forschungsbereichen geht – von der anfänglichen Finanzierung bis zur Nutzung der Ergebnisse. Der Dienst stellt über 130 000 Dokumente in zehn Datenbanken bereit. Wer sich beispielsweise für Ergebnisse des ESPRIT-Programms interessiert, findet einen interessanten ersten Anlaufpunkt in den '101 Key Results' (<http://www.cordis.lu/esprit/src/results/results.htm>). In den Forschungsbereichen findet man dann eher Hardcore-Themen wie 'High Performance



Computing & Networking' oder 'Open Microprocessor Systems Initiative'. Der Einstieg erfolgt kostenfrei über die WWW-Hauptseite <http://www.cordis.lu/> und per Telnet <telnet://echo.lu>. Eine quartalsweise erscheinende CD-ROM erhält man im Abonnement bei:

Bundesanzeiger Verlags-GmbH  
Postfach 10 05 34  
50667 Köln  
☎ 02 21/20 29-0  
☎ 02 21/20 29-2 88

## Verkehrte Welt

In der Regel begrenzt man den Strom in Haushaltsnetzen dadurch, daß man die Leitung per Schmelzsicherung aufrennt. Was aber macht man dort, wo es leistungsmäßig so richtig zur Sache geht? Zum Beispiel in Kraftwerken. Die Wissenschaftler des Daimler Benz Forschungslabors hatten eine gute Idee. Supraleitende Werkstoffe transportieren elektrischen Strom praktisch widerstands- und somit verlustfrei. Zwei Voraussetzungen müssen allerdings erfüllt sein: zum einen muß es kalt genug sein, so etwa -196°C, und

zum anderen darf der Strom einen definierten Grenzwert nicht überschreiten. Geschieht das doch, tritt genau das Gegenteil der Supraleitung ein – der Widerstand erhöht sich erheblich, und zwar in einem Zeitraum von einer tausendstel Sekunde. Daimlers 'Sicherung' im Labormodell begrenzt so Kurzschlußströme von 100 A am 220-V-Netz innerhalb dieser Ansprechzeit.

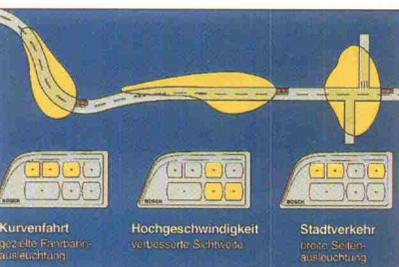
Daimler-Benz AG (ÖWK)  
Epplestr. 225  
70546 Stuttgart-Möhringen  
☎ 07 11/1 79 30 39  
☎ 07 11/1 79 43 65

## Variabel

Wer jemals Käfer gefahren ist, weiß den Wert eines guten Autoscheinwerfers moderner Kleinwagen zu schätzen. Die Bosch-Entwicklungsabteilung begnügt sich jedoch nicht mit dem heutigen Stand der Technik. Eine 'variable' Lichtverteilung, die sich an die verschiedenen Fahrbahnbedingungen anpaßt, soll die Sichtverhältnisse im vierrädrigen Gefährt verbessern. Für schnelle Autobahnfahrten bietet sich bei-

spielsweise eine Lichtverteilung mit größerer Reichweite an, im Straßenverkehr bringt eine besonders breite Ausleuchtung der Fahrbahn mehr Sicherheit. Selbst bei Kurvenfahrten sollen sich die Scheinwerfer anpassen, Zukunftsmusik ist dagegen sicher noch ein Abgleich auf unterschiedliche Witterungsbedingungen. Möglich wird dies alles durch Scheinwerfer, die mit einer größeren Anzahl kleinerer Einzelreflektoren ausgerüstet sind. Durch eine geschickte Kombination der unterschiedlich dimensionierten Reflektoren läßt sich für jede Situation eine optimale Lichtverteilung erzielen.

Robert Bosch GmbH  
Postfach 10 60 50  
70049 Stuttgart  
☎ 07 11/8 11 62 86  
☎ 07 11/8 11 76 12



# Embedded Systems'96

14.-16. Februar  
in Stuttgart-Sindelfingen

für den  
**Entwickler**

von elektronischen Steuerungen und Regelungen mit integriertem Mikro-Processor/-Controller

für den  
**Konstrukteur**

der für seine Steuer-Aufgaben maßgeschneiderte Embedded-Control-Lösungen sucht

kostenlose

Gastkarten

bei den

Ausstellern

## das große Messe- und Kongreß-Ereignis

### das wird gezeigt

Mikro-Prozessoren/-Controller, Single-Board-Computer, Entwicklungs-Kits und -Systeme, komplette Mikrocomputer-Steuerungen und -Regelungen, Emulatoren, Simulatoren, Logikanalysatoren, Programmiergeräte, Echtzeit-Betriebssysteme, Assembler, Compiler, Debugger, Fuzzy Tools, programmierbare Logik, ASICs, AD-/DA-Wandler, DSPs, Interface-Bausteine, Meßgeräte, EDA-Werkzeuge, Ein-/Ausgabe-Bausteine, OOP-Tools, LCDs, Hochsprachen, Funktions-Bibliotheken und andere Komponenten für Embedded Systems.

### Top-Aussteller

Stand 10.95 Advanced Micro Devices  
Ahlers EDV Systeme • Applied Microsystems  
AppliWare • ARM • ARS Integrated Systems  
Ashlin Mikrosysteme • ATEN • Becom  
Software • CAD-UL • Ceibo • Centralp  
Cosmic Software • Diessner Datentechnik  
dli • Dr. Krohn & Stiller • Dr. Lascar • Dr. Rudolf  
Keil • dSPACE • Elcotec • Electronic tools  
ELRAD • ENEA Data Software • ETAS • Farnell  
Force Computers • FS Forth Systeme • Fujitsu  
Hewlett-Packard • HighTec • HILFI • Hitachi  
Europe • Hitex • HSP • IAR Systems • IBDS  
IDT • iSystem • Kontron Elektronik • Kleinhenz  
Elektronik • Lauterbach • MAZeT • Microchip  
Technology • MicroSys • Microtec Research  
Motorola • National Semiconductor • nbn  
Systemkomponenten • Nohau • Orsys Orth  
System • Owen Electronic • Parsytec Computer  
Pentica • PEP • Philips • pls • Reichmann micro-  
computer • Rein Components • Roth Hardware  
+ Software • Rutronik • Scantec • Schweers Intec  
Scientific Computers • SEI Jermyn • SGS • Sharp  
Electronics • Siemens HL • Siemens AUT • Softec  
Sparc Technology • Steinhoff • Sun Microsystems  
Synatron • SYSGO RTS • SysLogic Datentechnik  
Tasking Software • Tektronix • Texas Instruments  
Thomson Software Products Alsys • Toshiba  
Ultratronik • VSystems • Wind River Systems • Zilog

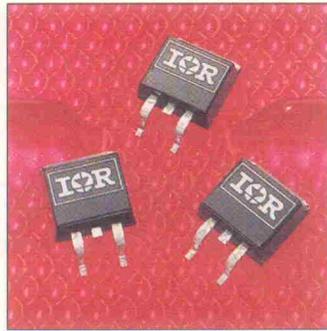
### Infos:

Ludwig Drebing GmbH: 089/38 30 72 70, Fax 33 27 61

## Bauelemente

### 20 A per SMD

Für Systeme der Antriebsregelung und für unterbrechungsfreie Stromversorgungen bis zu 7,5 kW hat International Rectifier eine neue Reihe von Eingangs-Gleichrichterdiolen vorgestellt. Die Bausteine der 20ETS-Reihe sind für 20 A und 800, 1200 oder 1600 V ausgelegt. Sie weisen eine Durchlaßspannung von 1 V bei 10 A auf und sind im TO-220AC-Gehäuse für die Steckmontage oder im SMD-TO220-Gehäuse



für die Oberflächenmontage erhältlich.

International Rectifier GmbH  
Saalburgstr. 7  
61350 Bad Homburg  
☎ 0 61 72/96 59-12  
☎ 0 61 72/96 59-33

aktuell

### Kleinstsicherung

Raychem hat die nach eigenen Angaben kleinste SMD-Sicherung der Welt entwickelt. Das PTC-Sicherungselement auf Polymerbasis mißt nur  $4,5 \times 3,2 \times 0,5$  mm. Die Sicherung besteht aus zwei Metall Elektroden mit einer Zwischenschicht aus leitfähigem Kunststoff. Den Kontakt zum Board stellen zwei Pads her. Eine winzige mit Lötzinn gefüllte Durchführung ermöglicht den Stromfluß von der Platine zur oberen Elektrode. Die ersten zwei selbstrückstellenden Sicherungen der PolySwitch-MiniSMD-Familie weisen einen Haltestrom von 0,75 A bei maximal 13,2 V beziehungsweise 0,5 A bei 15 V auf. Erwärmung durch Überstrom oder Kurzschluß erhöht den Widerstand



des Elements. Maximal beträgt die Auslösezeit 0,7 s bei 8 A (typ. 0,05 s). Nach Behebung des Fehlers kehrt die Sicherung in den niederohmigen Zustand zurück.

Raychem GmbH  
Haidgraben 6  
85521 Ottobrunn  
☎ 0 89/60 89-0  
☎ 0 89/60 89-492

## Barcode Digitizer für alle

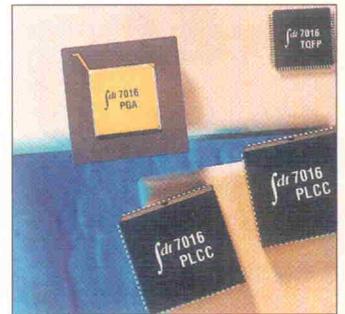
Hewlett-Packard bietet Digitalisier-ICs, die das Unternehmen in eigenen Barcodelesern einbaut, nunmehr auch anderen Herstellern auf dem Markt an. HP liefert neben dem HBCC-0500 auch passende Sensoren und weiteres Zubehör, so daß in

typischen Anwendungen ein Stromverbrauch vom 3,5 mA bei 5 V erreicht wird.

Hewlett-Packard GmbH  
Literaturservice  
Postfach 53  
35647 Waldsolms  
☎ 0 60 85/98 22-0  
☎ 0 60 85/98 22 22

## Janus

Das nach eigenen Angaben mit  $16K \times 9$  größte marktgängige Dual-Port-RAM produziert IDT unter der Bezeichnung IDT7016. Die Architektur des Bausteins soll laut Hersteller in Mehrprozessorsystemen den parallelen Zugriff auf SRAM-Arrays gestatten und so dank der Zugriffszeit von 15 ns eine breitbandige, gemeinsam nutzbare Speicherlösung bereitstellen. Gleichzeitig senkte IDT die Zugriffszeit der eingeführten  $8K \times 9$ -Chips IDT7015 auf 15 ns, die nächstkleinere Variante IDT7014 ( $4K \times 9$ ) steht



nun mit 12 ns bereit. Nähere Auskünfte erteilt:

IDT GmbH  
Gottfried-von-Cramm-Str. 1  
85375 Neufahrn  
☎ 0 81 65/50 24  
☎ 0 81 65/6 28 96

## Intelligente LED

Als Ersatz für alle Schaltungen, die das Absinken der Batteriespannung nicht nur überwachen, sondern auch anzeigen, bietet die First Components GmbH eine integrierte Lösung aus dem Hause Lumex an. In einer 5-mm-LED ist ein CMOS-Chip integriert, der beim Absinken der Versorgungsspannung die LED zum Leuchten bringt. Diese speziellen Leuchten sind

in gelb und einem knackigen Rot (superrot, 3 mCd) erhältlich. Ihre Eingangsspannung kann bis herunter zu 2 V betragen, mit einer Überwachungsempfindlichkeit von  $2,3 V + 0,1 V$  und einem Standby-Strom von  $5 \mu A$ .

First Components GmbH  
Mühlweg 1  
82054 Sauerlach  
☎ 0 81 04/70 44  
☎ 0 81 04/99 92

## 20 MHz Speicheroszilloskop im Stiftgehäuse

### Text

Pen-Type Oszilloskop im stand-alone Betrieb oder am PC.

Signalaufzeichnung und Voltmeteranzeige werden am PC-Bildschirm dargestellt, ausgedruckt und abgespeichert. Obwohl nur daumendick, ist das ProbeScope so leistungsfähig wie ein größeres, teureres Oszilloskop. Es kann auch als Digitalvoltmeter betrieben werden. Die Signalanzeige und alle Einstellungen sind auf einem  $16 \times 32$ -Pixel hintergrundbeleuchteten LC-Display dargestellt. Der Preis versteht sich inklusiv für MS-DOS und MS-WINDOWS mit umfangreichen Hilfetexten, Triggerleitungen, seriellem Kabel, Spannungsversorgungskabel.

**Abtastraten:** 50ns, 100ns, 0,5µs, 1µs, 5µs, 10µs, 50µs, 0,1ms, 0,5ms, 1ms. **Eingangsempfindlichkeit:** 1V, 10V, 100V. **Impedanz:** 1MΩ. **Spannungsversorgung:** 9-13VDC min. 15mA. **Trigger:** ±Intern, ±Extern, Auto. **Für PC-Betrieb:** min. 128KB Hauptspeicher, RS232 Schnittstelle, VGA.



Stellen Sie sich vor: ein Oszilloskop das Sie einfach immer bei sich tragen können oder über die serielle Schnittstelle an einem Notebook oder Desktop PC betreiben.

**WTT**  
WITTIG TEST TECHNOLOGY

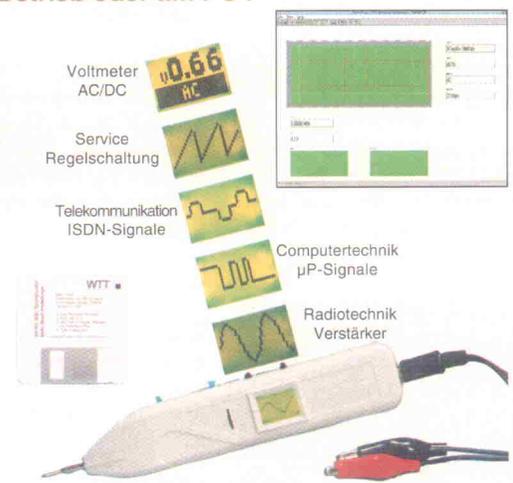
Voltmeter AC/DC

Service Regelschaltung

Telekommunikation ISDN-Signale

Computertechnik µP-Signale

Radiotechnik Verstärker



**3 Jahre Garantie !!!**

WITTIG TESTELEKTRONIK Triberger Str.8 D-71034 Böblingen

Tel: 07031-277916

Fax: 289222

## Hochgespannt

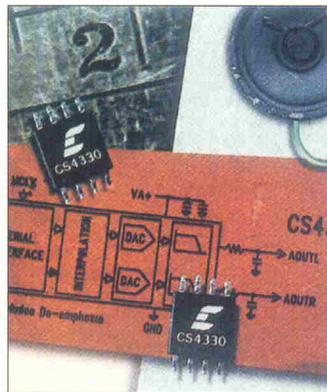
Die bewährten RS-232-Leitungstreiber MAX1488/1489 züchtete Maxim jetzt auf  $\pm 15$  kV ESD-Festigkeit hoch. Elektrostatische Entladungen dieser Höhe stecken die Bausteine MAX1488E/1489E ohne 'Latchup' weg. Die Signalausgänge sind intern ansteigszeit- und strombegrenzt. Der Strombedarf des Leitungstreibers MAX1488E liegt über dem Versorgungsspannungsbereich von  $\pm 4,5 \dots 13,2$  V unter  $180 \mu\text{A}$ . Beim Empfänger

MAX1489E erreicht dieser Wert typisch  $350 \mu\text{A}$ . Für beide Bausteine garantiert Maxim eine Datenrate bis zu  $120 \text{ kBit/s}$ . Die ICs stehen in den Gehäuseformen DIP-14 und SO-14 für zwei Temperaturbereiche (commercial:  $0 \dots +70^\circ\text{C}$ , extended-industrial:  $-40 \dots +85^\circ\text{C}$ ) zur Verfügung.

SE Spezial-Electronic KG  
Kreuzbreite 14  
31675 Bückeburg  
☎ 0 18 05-31 31 20  
☎ 0 18 05-31 31 23

## D/A-Flunder

Einen neuen Stereo-D/A-Wandler stellt Crystal Semiconductor (Vertrieb Atlantik) vor; er wird im achtpoligen SOIC-Gehäuse geliefert. Darin sind das Interpolationsfilter, der eigentliche Wandler und ein analoges Tiefpaßfilter integriert. Die benötigte Leiterplattenfläche gegenüber einer DIP-Version ist drastisch reduziert, und man erreicht eine Kombination folgender Faktoren: durch hochwertige Audioverarbeitung ( $18$  Bit Auflösung,  $94$  dB Dynamik), niedrige Leistungsaufnahme ( $60$  mW) und geringe Kosten ist dieser Baustein gut geeignet für tragbare Geräte, Multimedia, Set-Top-Boxen, MPEG-Decoder und ähnliche Anwendungen. Der Wandler arbeitet nach dem Delta-Sigma-Verfahren mit  $128$ -facher Überabtastung zur Reduzierung des Rauschpegels und im Tiefpaßfilter mit ge-

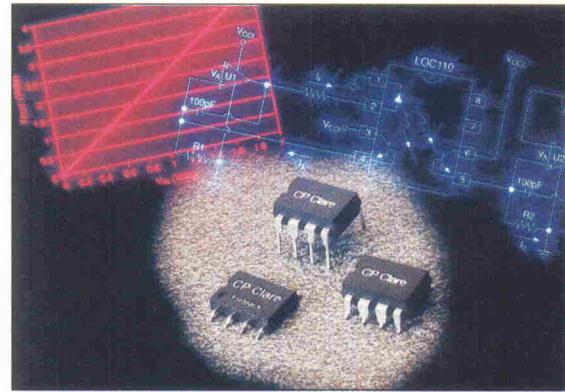


schalteten Kapazitäten. Letzteres soll – nach Angaben des Herstellers – den Baustein besonders unempfindlich gegen Takt-Jitter machen. Die Spannungsversorgung des Bausteins darf zwischen  $2,7$  V und  $5,5$  Volt liegen.

Atlantik Elektronik  
Fraunhoferstr. 11a  
82141 Planegg  
☎ 0 89/8 57 00 00  
☎ 0 89/8 57 37 02

## Leuchtdiode mit Gegenkopplung

Unter der Bezeichnung LOC110 stellt die Clare Corporation einen neuen linearen Optokoppler vor; der Pfiff des Bausteins besteht darin, daß außer dem Empfangstransistor – der das Ausgangssignal nach draußen liefert – noch ein zweiter Phototransistor integriert wurde, der sozusagen als Sensor die Leuchtdichte messen und nachregeln kann. So können nichtlineare Fehler im Zeit- und Temperaturverhalten kompensiert werden, wenn der Sensor als Gegenkopplungsglied in einer entsprechenden Außenbeschaltung eingebaut wird. Der Hersteller gibt als digitale und



analoge Signalbandbreite  $200 \text{ kHz}$  an.

Vertrieb und Informationen über

Future Electronics  
Postfach 1152  
85765 Unterföhring  
☎ 0 89/95 72 71 39  
☎ 0 89/95 72 71 40

## Kreuzweise

Die Vertriebsgesellschaft Metronik liefert jetzt Kreuzschienenverteiler des Herstellers I-Cube. Die ICs ermöglichen ein schnelles Schalten beispielsweise für Applikationen im Bereich Telekommunikation, Bildverarbeitung oder Parallel-Processing. Der PS48 bietet 48 nutzbare I/O-Ports mit Pin-to-Pin-Laufzeiten zwischen  $7$  ns und  $20$  ns im 100poligen PQFP- sowie TQFP-Gehäuse. Die Varianten PS96 und PS160 erhöhen die Portzahl auf 96 respektive 160 Pins. Jeder Port fungiert wahlweise als Ein-

gang, Ausgang oder bidirektionaler I/O. Dabei sind Signalverbindungen 'Eins-zu-Eins' und 'Eins-zu-Mehrere' möglich. Das Umschalten der Datenpfade erfolgt innerhalb von  $30$  ns – auch busweit. Die I-Cube-Bausteine erlauben eine In-System-Programmierung, hierfür bietet Metronik das PS-Family-Starterkit für DM 208,- (netto) an.

Metronik GmbH  
Leonhardsweg 2  
82008 Unterhaching  
☎ 0 89/6 11 08-0  
☎ 0 89/6 11 08-10



## COMPUTEX TAIPEI

16. Internationale Computermesse Taipei

FINDIGKEIT  
TWTC  
GESCHICKLICHKEIT  
INNOVATION AUS TAIWAN



Veranstalter:  
China External Trade Development Council  
5 Hsinyi Rd., Sec. 5, Taipei, Taiwan, R.O.C.  
Tel: 886-2-725-1111, Fax: 886-2-725-1314

Veranstaltungsort:  
Taipei World Trade Center Exhibition Hall (TWTC)



Sponsor:  
Taipei World Trade Center

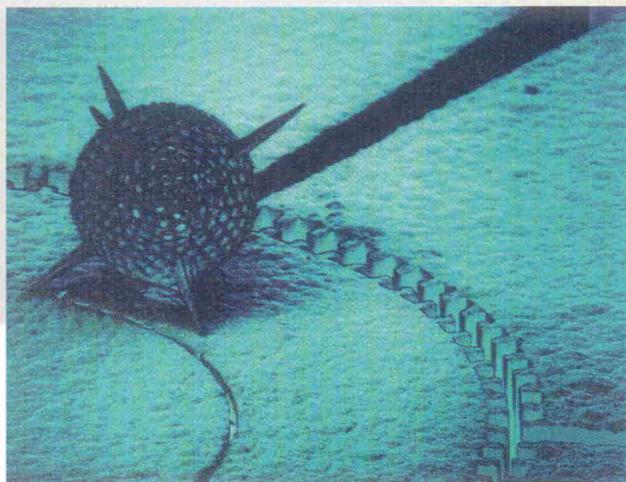
Mehr Information erhalten Sie vom Veranstalter oder dessen Regionalbüro:  
Taiwan Trade Center, Düsseldorf. Tel: 49-211-78180, Fax: 49-211-781839

## 6.-10. Juni 1996

Die COMPUTEX zeigt Umfang und Leistungsfähigkeit der Informationstechnologie Taiwans, der Schlüssel auch zu Ihrem Erfolg. Gastfreundlich präsentiert Taiwan seine immensen und innovativen Entwicklungs-, Fertigungs- und Produktmöglichkeiten. Vom Spitzen-PC über Kommunikationstechnik bis hin zu Multimedia – Sie finden ein breites Spektrum von marktfähigen Neuigkeiten. Und natürlich Information, Seminare, Vorträge zu den Trends und Entwicklungen einer Industrie mit Weltgeltung. Verschaffen Sie sich durch den Besuch der COMPUTEX den Vorsprung, den Sie für Ihren Markt und geschäftlichen Erfolg wünschen und benötigen. Überzeugen Sie sich, informieren Sie sich und lernen Sie Taiwan kennen, seine einflussreichen Menschen, seine Möglichkeiten und nicht zuletzt das Lebens- und Kulturumfeld für eine erfolgreiche Zusammenarbeit.

# Programmtips

Auswahl Naturwissenschaft und Technik für Februar 96



Quelle: Forschungszentrum Karlsruhe

Noch vor wenigen Jahren eine große Sensation: Mikrosystemtechniker entwickelten einen winzigen Motor, dessen Durchmesser kleiner als ein Haar war (im Bild eine Kieselalge auf einer Mikropumpe). Aber keiner wußte so recht etwas mit der neuen Entwicklung anzufangen: 'Wir haben die Lösung, jetzt fehlt uns nur noch das Problem'. Mittlerweile werden marktfähige Produkte in riesigen Stückzahlen hergestellt. Nur ein Beispiel: Sensoren für Airbagsysteme (HITEC-Schwerpunkt, 3sat, 1. 2., 13.00 Uhr).

## Donnerstag, 1. 2.

**IV 3sat** **13.00 Uhr**  
HITEC-Schwerpunkt: Mikrosystemtechnik

## Freitag, 2. 2.

**IV ZDF** **21.15 Uhr**  
Die ZDF-Reportage: Runter kommen sie immer – Fliegen in Rußland. Der Traum vom Fliegen – in Rußland ein Alptraum. Nirgends stürzen so viele Flugzeuge ab wie zwischen Moskau und Magadan.

## Samstag, 3. 2.

**IV 3sat** **14.00 Uhr**  
Neues ... Computer für Kids (3): Hardware und Betriebssysteme

## Sonntag, 4. 2.

**IV ARD** **10.25 Uhr**  
Kopfball

## Montag, 5. 2.

**IV 3sat** **17.45 Uhr**  
3sat-Wissenschaft

## Dienstag, 6. 2.

**IV N3** **13.45 Uhr**  
Meilensteine der Naturwissenschaft und Technik: Das Flugzeug der Gebrüder Wright

**IV ARD** **21.35 Uhr**  
Globus – Aus Forschung und Technik. Von Formel 1 bis zum Skizirkus – Sportler als Gladiatoren der Neuzeit. Hoher Cholesterinspiegel – Fluch unserer satten Lebensweise. Klangwunder aus Stendal – eine völlig neue Generation von Stereoboxen erstaunt die Fachwelt. Im Test: ein Verhütungscomputer, der fast so sicher wie die Pille sein soll.

**IV N3** **22.15 Uhr**  
Prisma: Tödliche Täuschung. 1932 wurde in Alabama ein makabres Experiment begonnen: 400 farbigen Amerikanern wurde die freie Behandlung ihrer Syphiliserkrankung versprochen. Sie erhielten jedoch nur unwirksame Placebos, wurden aber nie über den Zweck des Experiments informiert.

## Mittwoch, 7. 2.

**IV 3sat** **15.30 Uhr**  
Modern Times – Das Wissenschaftsmagazin des ORF

**IV ZDF** **21.00 Uhr**  
Abenteuer Forschung

## Samstag, 10. 2.

**IV 3sat** **14.00 Uhr**  
Neues ... Computer für Kids

## Montag, 12. 2.

**IV 3sat** **21.30 Uhr**  
HITEC

## Dienstag, 13. 2.

**IV N3** **13.00 Uhr**  
Prisma: Tödliche Täuschung (Wiederholung vom 6. 2.)

**IV N3** **13.45 Uhr**  
Meilensteine der Naturwissenschaft und Technik: Die Rakete – Herman Oberath und Wernher von Braun

**IV N3** **22.15 Uhr**  
Prisma: Krieg der Buchstaben – Chiffriertechniken

## Mittwoch, 14. 2.

**IV 3sat** **22.30 Uhr**  
Kathedralen des Industriezeitalters – Schützenswerte Industrieanlagen

## Sonntag, 18. 2.

**IV ARD** **10.25 Uhr**  
Kopfball

**IV ARD** **17.00 Uhr**  
ARD-Ratgeber: Technik (NDR)

## Montag, 19. 2.

**IV 3sat** **12.00 Uhr**  
Globus – Forschung und Technik

**IV 3sat** **17.45 Uhr**  
3sat-Wissenschaft

**IV 3sat** **21.30 Uhr**  
Neues ... die Computershow

## Dienstag, 20. 2.

**IV N3** **13.00 Uhr**  
Prisma: Oasen auf dem Trockenen

**IV N3** **13.45 Uhr**  
Meilensteine der Naturwissenschaft und Technik: Sergej Koroljow und der erste Satellit im All

**IV N3** **17.30 Uhr**  
Giftgrün: High-Tech, High-Öko

## Mittwoch, 21. 2.

**IV 3sat** **15.30 Uhr**  
Modern Times – Das Wissenschaftsmagazin des ORF

## Sonntag, 25. 2.

**IV ARD** **10.25 Uhr**  
Kopfball

**IV ZDF** **19.30 Uhr**  
Die Knoff-hoff-Show

## Montag, 26. 2.

**IV 3sat** **21.30 Uhr**  
HITEC: Wasserstoff, Energieträger der Zukunft?

## Dienstag, 27. 2.

**IV N3** **13.45 Uhr**  
Meilensteine der Naturwissenschaft und Technik: Die Röntgenstrahlen

**IV N3** **22.15 Uhr**  
Prisma-Magazin

## Mittwoch, 28. 2.

**IV 3sat** **21.00 Uhr**  
Nachflug gegen die Zeit: Unterwegs mit einer fliegenden Intensivstation

## Donnerstag, 29. 2.

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

**IV 3sat** **13.00 Uhr**  
HITEC (Wdh.)

## wöchentliche Radiosendungen

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

**R Radio Hamburg** montags, 17.00 Uhr  
'Chipsfrisch'

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

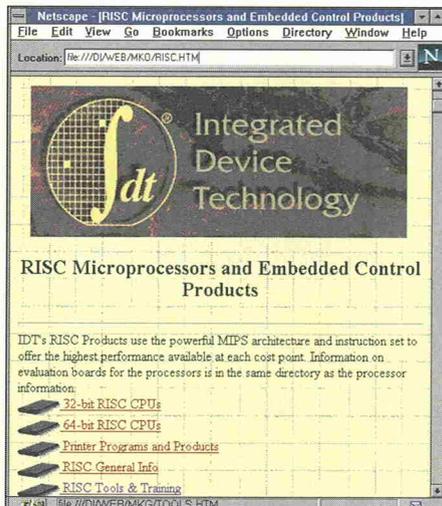
**R Bayern 2** zweimal monatlich montags, 16.30 bis 17.00 Uhr  
'Fatal Digital'. Computer-Magazin im Programm 'Zündfunk'

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

## Medien

### Mikrocontroller und mehr

Als ein Produkt firmeninterner Dokumentations- und Kommunikationsmittel offeriert die kalifornische Halbleiterschmiede Integrated Device Technology Kunden- und Entwicklersupport über mehrere aktuelle Informationsmedien. Unter anderem bietet IDT komplette Datenblattinformationen zur hauseigenen Produktpalette von RISC-CPU's mit 32- und 64-Bit-Speicherbausteinen, FCT-Logik und den jüngsten Chips für ATM-Netzhardware an. Zur Wahl stehen dabei neben einem FTP- und einem WWW-Server auch regelmäßig aktualisierte CD-ROMs.



Sowohl auf der CD-ROM als auch auf dem Web-Server finden sich allgemeine technische Informationen zu den verschiedensten Applikationsbereichen. Eine Selbstdarstellung des Unternehmens fehlt hier ebenso wenig wie Geschäftsstatistiken, Kontaktadressen und ein recht umfangreiches Literaturverzeichnis.

Inhaltlich stellt die CD alles in allem eine Untermenge des Internet-Angebotes von IDT dar. Alle Informationen liegen im PDF-Format vor. Eine aktuelle Version des Adobe Acrobat Reader wird mitgeliefert, und zwar wahlweise für PC/Windows, Sun, Macintosh oder gar eine SiliconGraphics Workstation. Gesonderte HTML-Dateien auf der CD gestatten zudem die komfortable Navigation über einen Web-Browser. Wer Produktinfos nicht per Internet aus den USA abholen möchte, kann die jeweils aktuelle Ausgabe der CD in Deutschland gratis beziehen – entweder direkt über IDT oder einen der diversen Distributoren.

Integrated Device Technology GmbH  
Gottfried-von-Cramm-Str. 1  
85375 Neufarn  
☎ 0 81 65/50 24  
☎ 0 81 65/6 28 96  
⚡ <http://www.idt.com>  
⚡ <ftp://ftp.idt.com>

aktuell

## KATALOG UND REFERENZ '96

Hardware und Software für die Meß- und Prüftechnik und für die Automatisierungstechnik

- Software  
Entwicklungsumgebungen  
LabVIEW, LabWindows/CVI,  
Visual Basic und VirtualBench
- Datenanalyse
- Datenerfassung
- IEEE 488
- VXIbus, MXI, ~~VXI~~plug&play
- Seriell  
und vieles mehr

Um einen kostenlosen Katalog zu erhalten, senden Sie uns diese Karte oder rufen Sie uns an unter:  
Tel.: 089/741 31 30  
Fax: 089/714 60 35



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

## VIRTUELLE INSTRUMENTE REVOLUTIONIEREN DIE MEßTECHNIK

National Instruments bietet Ihnen die neue Ausgabe "Katalog und Referenz" kostenlos an. Dieser Leitfaden der virtuellen Instrumentierung bietet nicht nur Produktinformationen über Hard- und Software für die PC-gestützte Meßtechnik, Prüftechnik und Automatisierungstechnik, sondern enthält auch Tutorials über IEEE 488.2, Datenerfassung, VXIbus, MXIbus und RS-232.

National Instruments ist immer bemüht, neuste Technologien bereitzustellen, um innovative Produkte und kreative Lösungen für die sich ändernden Anforderungen des Marktes zu bieten. Informieren Sie sich über neueste Trends und Technologien in der PC-gestützten Meßtechnik wie Win 95, PCI-Bus Karten, PCMCIA-Karten oder MXI-II Systeme.

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

**National Instruments Germany GmbH**

Konrad-Celtis-Str. 79 • 81369 München • Tel.: 089/741 31 30 • Fax: 089/714 60 35  
E-mail: [info@natinst.com](mailto:info@natinst.com) • WWW: <http://www.natinst.com>

Stammhaus USA • (512) 794-0100

Niederlassungen: Australien 03 9 879 9422 • Belgien 02 757 00 20 • Dänemark 45 76 26 00 • Finnland 90 527 2321 • Frankreich 1 48 14 24 24  
Großbritannien 01635 523545 • Hong Kong 2645 3186 • Italien 02 48301892 • Japan 03 5472 2970 • Kanada 519 622 9310  
Korea 02 596 7456 • Mexiko 5 202 2544 • Niederlande 0348 433466 • Norwegen 32 84 84 00 • Österreich 0662 45 79 90 0  
Schweden 08 730 49 70 • Schweiz 056 200 51 51 • Singapur 2265886 • Spanien 91 640 0085 • Taiwan 02 377 1200

© Copyright 1996 National Instruments Corporation. Alle Rechte vorbehalten. Produkt- und Firmennamen sind eingetragene Warenzeichen ihrer Hersteller.

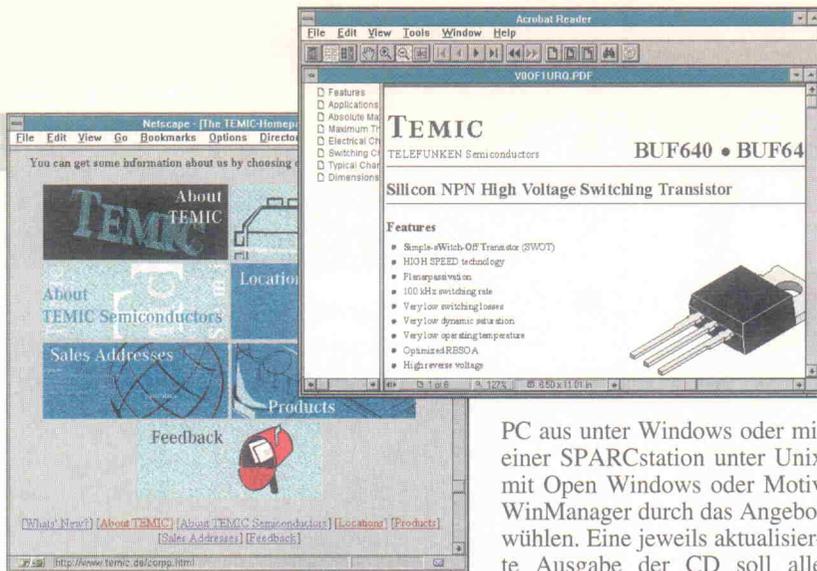
## Medien

### Temic multimedial

Seit Dezember letzten Jahres bietet Temic Telefunken technische Produktinformationen via Internet im World Wide Web an – zunächst zu den Halbleiterbauelementen von Temic Semiconductors. Der Temic Server liefert für über 1000 Bauelemente komplette Datenblattangaben, Spezifikationen, Cross-Referenz-Listen und ähnliches. Unterteilt in ICs, Transistoren, Dioden und Optoelektronik wird das Ganze übersichtlich strukturiert dargeboten. Die technischen Daten zu einem Bauelement gelangen letztlich als PDF-File im Format für Adobes Acrobat Reader zum Web-Besucher. Weiterhin finden sich Kontaktadressen der diversen Vertriebsstellen und Konzernniederlassungen sowie eine Vorstellung von Geschäftsbereichen, Unternehmensstruk-

turen und -organisation. Auch die im WWW übliche Rubrik 'what's new' fehlt nicht.

Für Interessenten ohne Internet-Verbindung bietet Temic Bauteilinformationen auch auf CD-ROM an. Diese ist kostenfrei bei allen Temic-Verkaufsbüros erhältlich oder per Fax Hotline anzufordern. Mit der 'Temic technical Library' enthält diese CD zirka 200 MByte technische Dokumentation zu Temic-Produkten und denen diverser Tochterunternehmen. Mittels des beigeigeten Acrobat Reader kann sich der Anwender wahlweise vom



PC aus unter Windows oder mit einer SPARCstation unter Unix mit Open Windows oder Motiv WinManager durch das Angebot wählen. Eine jeweils aktualisierte Ausgabe der CD soll alle sechs Monate erscheinen.

Schließlich rundet noch ein drittes, eher 'klassisches' Medium die multimedialen Informationsbemühungen im Hause Temic ab: Für innerdeutsche Faxeinwahl gebührenfrei sind Datenblätter und Applikationsbeschreibungen auch per Fax-back-Service verfügbar.

Temic Telefunken microelectronics GmbH  
Postfach 3535  
74025 Heilbronn  
☎ 0 71 31/67 29 45  
☎ 0 71 31/67 24 23 (Fax Hotline)  
☎ 01 31/84 51 91 (Fax-back national)  
☎ +49-71 31/99 33 97 (Fax-back internat.)  
⚡ <http://www.temic.de>

## Entwicklungshilfe interaktiv

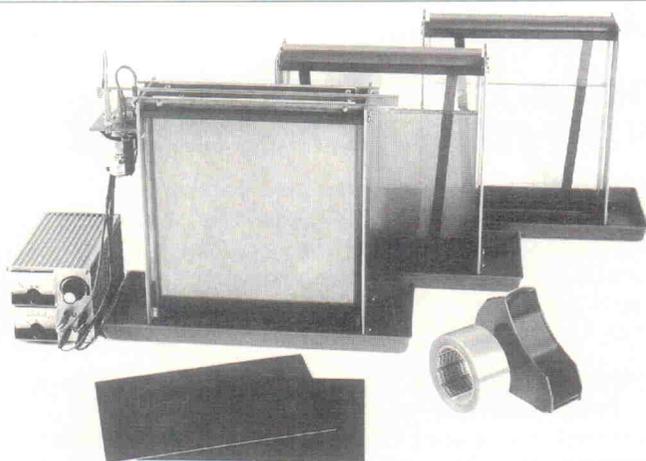
Für Internet-User mit Zugriff auf das WWW stellte National Semiconductor jüngst eine neue interaktive Bauteildatenbank vor. Entwickelt mit Hilfe der 'Web-Hochsprache' Java und ausgestattet mit einer sogenannten 'parametric search engine' namens Krakatoa von der Firma Cadis soll das neue System dem Benutzer komfortable, besonders flexible Möglichkeiten zur interaktiven Suche nach Halbleiterdaten via Web-Browser bieten. So lassen sich zukünftig auch ohne genauere Kenntnis von Bauteilbezeichnungen, Bestellnummern oder ähnlichem die für den Entwickler wichtigen Informationen über ein Bauelement heraussuchen. Laut National Semiconductor sollen dabei Daten zu allen der mehr als 30 000 firmeneigenen Produkte bereitstehen.



Als Demo ist eine Vorabversion der 'search engine' bereits auf National's Web-Server in Betrieb – allerdings wird derzeit lediglich eine 'unscharfe' Suche nach Bauteilbezeichnungen oder Datenblattbezeichnungen geboten. Abhängig von den eingegebenen Suchbegriffen gibt die Abfrage eine mehr oder minder üppige Auswahl von Links auf passende, weiterführende Informationsquellen zurück. Der Anwender kann bestimmte Produkte oder auch das Angebot für einen bestimmten Applikationsbereich damit relativ schnell eingrenzen. Das endgültige Datenbanksystem soll jedoch eine noch wesentlich flexiblere Abfrage ermöglichen, über die dann unter anderem auch Verhaltensmodelle von Bauelementen sowie Design- und Simulationsprogramme angeboten werden.

National Semiconductor  
⚡ <http://www.natsemi.com> oder  
⚡ <http://www.direct.natsemi.com>

## isel-Durchkontaktierungsverfahren ideal zur Herstellung von Prototypen/Musterplatten



- einfaches, leicht zu realisierendes Verfahren
- Einsatz geringer Chemikalienmengen
- Verfahrenszeit ca. 1 1/2 Stunden
- kostengünstig und unkompliziert im Vergleich zu herkömmlichen Verfahren
- problemloses Bohren, da durch transparente Abdeckfolie die Bohrlöcher sichtbar sind

### Grundausrüstung

Reinigungsbehälter, Reinigungsbad, Aktivierbehälter, Aktivierungsbad, Galvanisierbehälter mit Oszillator, Kupferbad, Spezialfolie, Folienabroller, Galvanisierungs-gleichrichter, 2 Platinen

DM 1198,-

**Auf den richtigen Kontakt kommt es an !!**

☎ ... sprechen Sie mit uns  
06672 / 898 - 435

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

**Rund um die Leiterplatte**  
isel automation Hugo Isert  
Im Leibolzgraben 16 D-36 132 Eiterfeld  
Tel.: (06672) 898 0 Fax: (06672) 898 888

## Controller-Online

Eine 'elektronische' Zeitschrift, speziell für das Interessengebiet Controller, bietet die US-amerikanische Arrick Publishing in Hurst, Texas, an. Über das WWW will das 'Controller Magazine On-Line' nicht nur Marktinformationen, Produktvorstellungen und Bezugsquellennachweise liefern, sondern auch technische Facts und Tips. Bisher sind die Rubriken PC/104 und VXI verfügbar, das Angebot wächst jedoch kontinuierlich. Weitere Rubriken zu Applikationsbereichen wie ISA-Bus, PCMCIA Cards, PCI, Embedded Mikrocontroller und Programmable Logic Controller (PLC), aber auch IrDA, CAN und ähnliches sind geplant. Das Online-Magazin informiert auch über die Tätigkeit einschlägiger Technologiekonsortien und stellt themenrelevante FAQs sowie Termine zu Produktshows und Seminaren runden das Informationsangebot der einzelnen Rubriken ab.

Controller Magazine On-Line  
⚡ <http://www.controller.com>

Die Highlights im neuen Hoschar EDA-Katalog

## Protel

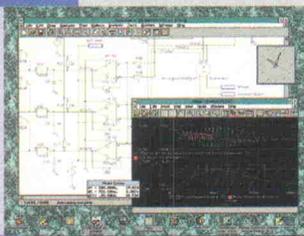


### Advanced PCB V2.8

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

Hoschar Info-Kennziffer 59

## MicroSim

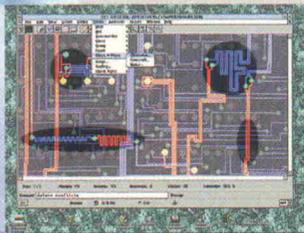


### MicroSim Release 6.2

- ▶ Schaltungsentwurf
- ▶ PSpice A/D-Simulation
- ▶ Logikdesign
- ▶ Auto-Optimierung

Hoschar Info-Kennziffer 03

## SPECTRA

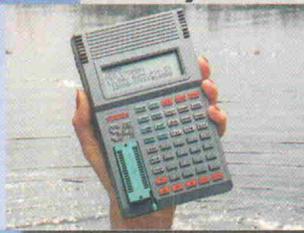


### Shape-Based Auto-routing für Windows

- ▶ schon ab DM 995,-
- ▶ Paßt auch zu Ihrem PCB CAD-System

Hoschar Info-Kennziffer 84

## Softy S4



### Handy Programmer

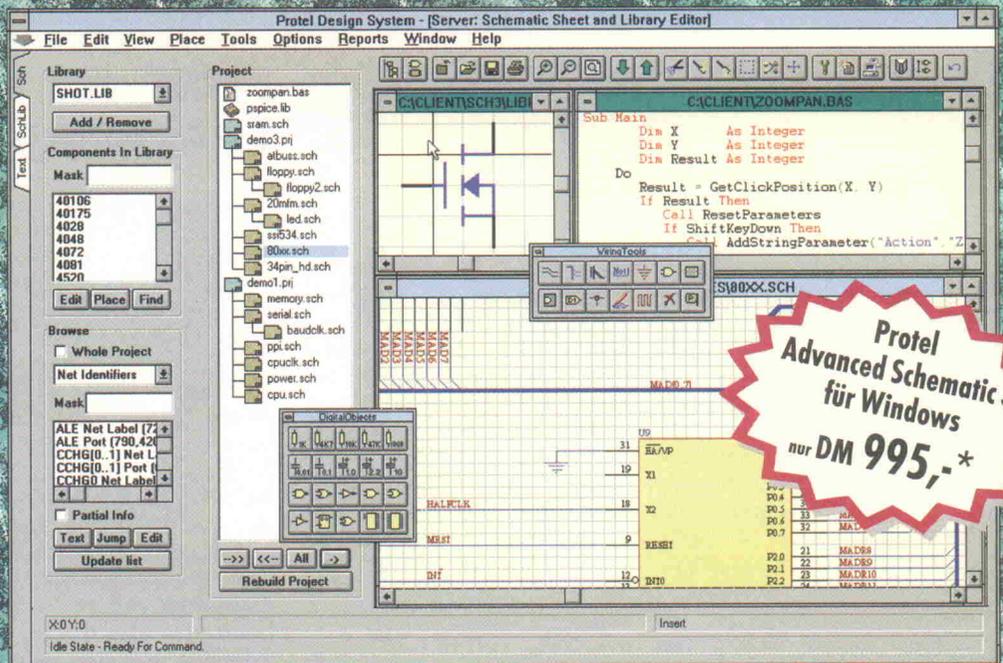
- ▶ Stand-Alone & Host
- ▶ Eprom, PIC, 8751
- ▶ Eprom-Emulator
- ▶ ab DM 1.495,-

Hoschar Info-Kennziffer 01

Produkte/Markennamen sind eingetragene Warenzeichen der jeweiligen Herstellerfirma  
© 1995 Hoschar Systemelektronik GmbH  
HS421 - 728 - Hinweis Promotion

\* zzgl. ges. MwSt.

# Neu von Protel



Protel  
Advanced Schematic 3  
für Windows  
nur DM 995,-\*

## Advanced Schematic 3

# Weckt Ihre volle Kreativität: Protel & EDA/Client!

### Highlights

#### Protel Advanced Schematic:

Schaltungsentwurf  
Bibliotheksektor  
16.000 Bibliotheksteile  
TextExpert Editor  
35 Netz-Formate  
Projektmanager  
EDA/Client Technologie  
Umfangreiches Zubehör  
über 10.000 Anwender  
ohne Hardware-Key  
SupportService 130

liest Designs von  
Protel Schematic  
OrCAD/SDT 3/4  
OrCAD/SDT 386  
OrCAD Libraries

starklar für:  
Windows 3.1  
Windows NT  
Windows 95  
Windows/NT

Lernen Sie Schaltungsentwurf in einer ganz neuen Dimension kennen. Testen Sie das neue Advanced Schematic 3, denn EDA-Tools von Protel haben das entscheidende Etwas, das anderen Mitbewerbern schlicht und ergreifend fehlt: Kreativität! Advanced Schematic 3 ist kein Windows-Erstlingswerk sondern Schaltungsdesign für Windows der dritten Generation mit der geballten Erfahrung von über 17.000 Protel für Windows Anwendern. Advanced Schematic 3 ist starklar für Windows 3.1, 95, NT und WFW 3.11. Daß Sie von Protels fünfjähriger Erfahrung als Windows-Pionier mehr erwarten dürfen, als simples Schaltplanzeichnen versteht sich von selbst! Und tatsächlich bietet Advanced Schematic 3 neben erheblichem Performance-Zuwachs weit mehr: Protels neue, revolutionäre EDA/Client-Technologie! Damit entscheiden Sie sich für einen

offenen Standard, mit dem es in Zukunft einfach ist Elektronik Design Tools, Utilities und andere Programme verschiedenster Disziplinen und Hersteller in Ihr System zu integrieren. Vergessen Sie Ihr Schaltplan-Paket für DOS und steigen Sie um auf Protel für Windows und das wahrscheinlich vielseitigste Schaltungsentwurfspaket der Welt mit Projektmanagement, perfekter Schaltplan-/Leiterplatten-Integration, weitgehend benutzerkonfigurierbarer Oberfläche, über 16.000 Bibliothekselementen, grafischem Bibliotheksektor, so gut wie unbegrenzter Kapazität und zahllosen anderen Features, die Sie von lästiger Routine befreien. Starten Sie jetzt und bestellen Sie das ausführliche Protel Testpaket für DM 18,40 (3,5" und CD) oder gratis den EDA-Katalog samt EDA for Windows Test-CD.



Das meistgekaupte Schaltungsentwurfprogramm für Windows

**HOSCHAR**  
Systemelektronik GmbH

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

Gratis-CD und EDA-Katalog abrufen:

0180/5 30 35 03

Aus Österreich gratis anrufen: 0660/8903 oder per Fax: 060/180/5 30 35 09

## 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

14

- Ja, bitte gratis die Hoschar EDA for Windows Test-CD und den Katalog
- Ja, wir interessieren uns speziell für diese Produkte
- (bitte jeweils Kennziffer der gewünschten Produkte eintragen)
- Ja, bitte das Protel-Testpaket mit CD & Disketten für DM 18,40

Name \_\_\_\_\_

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

Straße \_\_\_\_\_

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

Tel./Fax \_\_\_\_\_

Verrechnungsscheck anbei  Nachnahme (+10 DM) Datum \_\_\_\_\_

VisaCard  EuroCard  American Express

Karten-Nr. \_\_\_\_\_ Gültig bis: \_\_\_\_\_

Meine Unterschrift \_\_\_\_\_

## Controller

### Schnell und doch sparsam

Die 78K0-Familie von NEC umfaßt leistungsstarke, schnelle Mikrocontroller, die trotzdem einen geringen Leistungsbedarf haben. So beträgt die Stromaufnahme bei 8-MHz-Takt und 3 V Betriebsspannung lediglich 0,6 mA. Die Bausteine bieten Fuzzy-Unterstützung und Subsystem-Clockbetrieb (Betrieb mit 32-kHz-Uhrenquarz). Die Geschwindigkeit ist per Software in fünf Stufen einstellbar. NEC gibt die Befehlsausführungszeit mit 400 ns an. Darüber hinaus bieten die 78K0-Controller auch 16-Bit-Eigenschaften und durch die vorhandenen vier Registerbänke ist eine schnelle Interrupt-Ver-

arbeitung möglich. Zudem hat die Controllerfamilie folgende Funktionseinheiten integriert: UART, 8-Bit-A/D-Wandler mit acht Kanälen, 8-Bit-D/A-Wandler für zwei Kanäle, Pulsweitenmodulation mit einem Kanal, 14 Bit und 200 ns Auflösung, zwei 8-Bit- und einen 16-Bit-Timer sowie einen 8-Bit-Watchtimer, mit dem sich sehr einfach eine Uhrenfunktion realisieren läßt. Schließlich sind auch LCD- und FIP-Treiber in den Bausteinen integriert.

Ultronik GmbH  
Gewerbestr. 52  
82211 Hersching  
☎ 0 81 52/3 70 90  
☎ 0 81 52/51 83

chen aus einem 68HC811E2, der acht analoge Eingänge, Counter, Timer sowie auf digitaler Seite vier Ein- und zwölf Ausgänge bereitstellt. Zwei der letzteren sind mit Relais versehen. Die Applikationserstellung erfolgt mittels eines Windows-Programms, mit dem man funktionsplanartige Diagramme erstellt. Diese werden übersetzt und via serieller Schnittstelle auf das Board heruntergeladen. Über das RS-232-Interface ist ein kontinuierliches Beobachten des Controllers möglich.

Elektronikladen Detmold  
Wilhelm-Mellies-Str. 88  
32758 Detmold  
☎ 0 52 32/81 71  
☎ 0 52 32/86 97

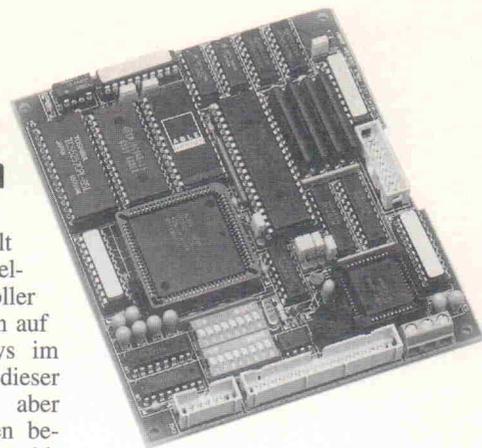


### Kleinkram

An absolute Einsteiger in das Gebiet der Mikrocontrollerprogrammierung richtet sich der ab 269 D-Mark inklusive Mehrwertsteuer erhältliche Einplatinenrechner Controlboy. Seine Hardware besteht im wesentli-

## Kontrolle über Flunder-Anzeigen

Mit dem ELC-Mini stellt Able Design einen universellen Flachbildschirmcontroller vor. Speziell zugeschnitten auf Elektrolumineszenzdisplays im Industriebereich kann dieser Stand-alone-Controller aber auch andere Technologien bedienen. Die Karte läßt sich wahlweise über zwei serielle RS-232-Schnittstellen mit einer Datenrate von maximal 76,8 kBaud oder eine 8 Bit breite Prozessorschnittstelle ansteuern. Zwei bis acht Bildschirmseiten können gespeichert werden. Außerdem besteht die Möglichkeit, Setup-Informationen, Umcodiertabellen, Download-Zeichen und Makros im EPROM abzulegen. Durch den leistungsstarken Grafikprozessor können verschiedene Modi und Cursorfunktionen,



inverse Darstellung, VT100-Set-Parameter oder Zoomfaktoren gewählt werden. Der Controller arbeitet mit einer 5-V-Versorgung und ist formfaktor kompatibel zu 1/4-VGA-Displays von Planar. EL-Anzeigen lassen sich mit einem 1:1-Flachbandkabel anschließen.

ABLE Design GmbH  
Bayerwaldstr. 5  
81737 München  
☎ 0 89/67 00 50-0  
☎ 0 89/67 00 50-90

## Der Schotte

Scotty332 heißt das neueste Mitglied der Einplatinenrechnerfamilie von MTC. Den Kern des 100 x 80 mm messenden Boards bildet der 32-Bit-µC 68332 von Motorola, der über einen 16 Bit breiten Bus auf die Speicher zugreift. Neben einer CPU32 beherbergt der Chip des MC68332 eine Timing Prozessor Unit (TPU). Diese ist in der Lage, Timing-Aufgaben parallel und unabhängig von der Haupt-CPU abzuwickeln. Bei einer Taktrate von 16 MHz beträgt die Stromaufnahme der Controllerplatte typischerweise 110 mA. Der Ar-

beitstakt läßt sich jedoch per Software in weiten Bereichen einstellen, wodurch sich gleichzeitig der Leistungsbedarf ändert. Für den leichten Einstieg bietet MTC ein Komplettentwicklungspaket bestehend aus Hardware und der dazu passenden Entwicklungsumgebung einschließlich C-Compiler zu einem Preis von 1173 D-Mark zuzüglich Mehrwertsteuer an.

MTC Paul & Scherer GmbH  
Wattstr. 10  
13355 Berlin  
☎ 0 30/4 63 10 67  
☎ 0 30/4 63 85 07



PEAK-Service GmbH  
Benzweg 4  
D-64293 Darmstadt  
Tel. 0 61 51 / 89 36 54  
Fax 0 61 51 / 89 36 53

## Universell programmierbare Kompaktregler

Mit WinReg 51 V2.4, dem blockorientiertem Windowsprogramm entwickeln Sie auch ohne Programmierkenntnisse Ihren eigenen Regler mittels einfacher Modulbauweise und testen ihn komfortabel am Bildschirm aus. Hierzu stehen Ihnen Simulationstools wie Bodeplotter, Frequenzgenerator, Linienschreiber, ... zur Verfügung. Per Knopfdruck können auch Strecken wie DC-Motor, Klimaanlage, ... aufgerufen werden.

Mit MiniProz A120 können die am Bildschirm entworfenen Regler in ein autonom arbeitendes Hardwaremodul übertragen werden. Hier stehen bis zu 12 analoge I/Os zum Anschluß der Soll- & Istwerte zur Verfügung. Die Daten bleiben nach dem Ausschalten erhalten.

### MiniProz A120



Info & Support Mailbox  
BBS: 06151-893665

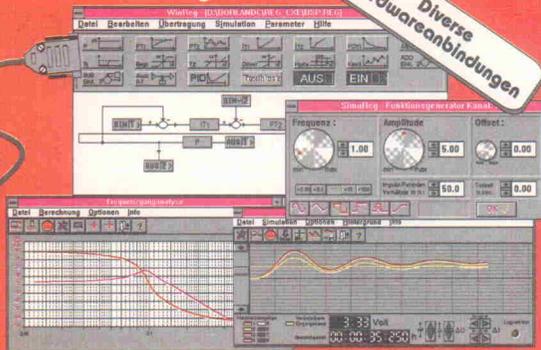
### Technische Daten MiniProz A120

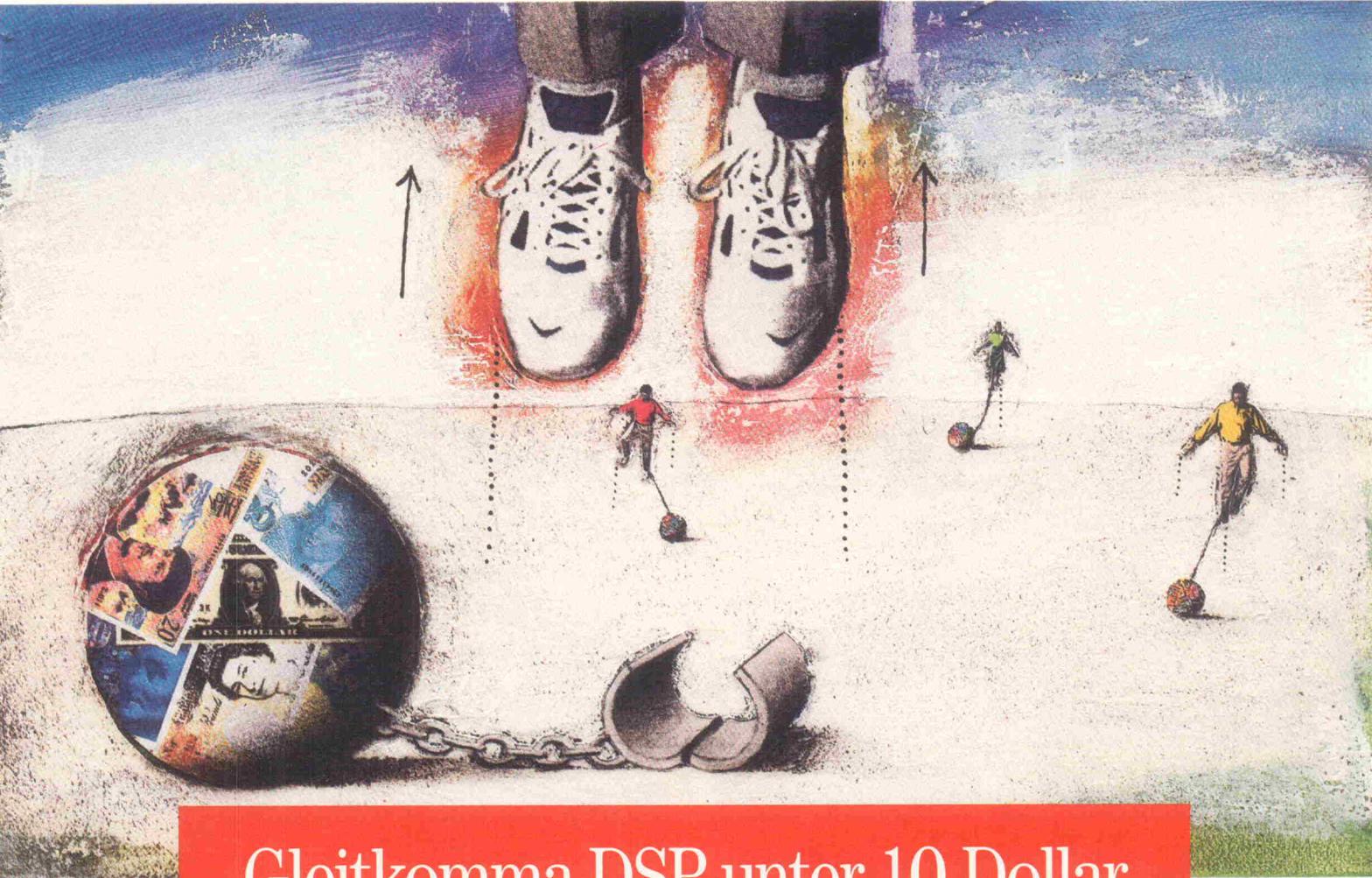
- 8 analoge Eingänge 10 Bit 0-10 Volt
- 4 analoge Ausgänge 12 Bit 0-10 Volt
- Ausgänge kurzschlußfest (60 mA/Ausgang)
- Versorgung 24V DC
- RS 232 Schnittstelle
- AkkuRAM
- 8051 Mikrocontrollerdienst System
- 64 KB Rom / 32 KB Ram

MiniProz A120 + WinReg-51 2.4 Voll.	1493,-
WinReg-51 2.4 Vollversion	833,-
WinReg-51 2.4 Studentenversion	112,-
WinReg-51 2.4 Stud. Modulpaket I	112,-
WinReg-51 2.4 Stud. Modulpaket II	112,-
PC-CAN-Steckkarte + Basissoftware	198,-
CAN-Monitor DOS	282,-
DCF-77 Vordekoder für A120 SPS	667,-

### WinReg-51 V2.4

Diverse  
Hardwareanbindungen





## Gleitkomma-DSP unter 10 Dollar

### Der digitale Signalprozessor TMS320C32 öffnet den Weg für Massenanwendungen.

Befreien Sie sich aus der Preis-Leistungs-Falle: mit dem neuen Gleitkomma-DSP 'C32 von Texas Instruments.

Seine flexible Schnittstelle mit variabler Bitbreite arbeitet mit 8, 16 und 32 Bit breiten Speicherbausteinen zusammen.

Damit können Sie Speicherkapazität und Gesamtsystemkosten reduzieren. Kürzere Befehlszyklen, zwei integrierte DMA-Kanäle und optimierte Datenverdichtungsalgorithmen steigern zudem die Systemleistung.

Mit dem 'C32 für weniger als \$ 10\* können Sie Ihre Entwicklungszeiten drastisch verkürzen. Sie werden staunen, wie kurz die Zeit vom Prototypen zum fertigen Produkt mit diesem Baustein wird.

### Der DSP TMS320C32

- Zykluszeit 33 ns (auch 40 und 50 ns)
- 8/16/32 Bits breite, flexible externe Speicherschnittstelle
- 2 DMA-Kanäle mit programmierbaren Prioritäten
- Bis zu 60 MFLOPS Leistung
- 330 MOPS
- Bandbreite 120 Mbits/s

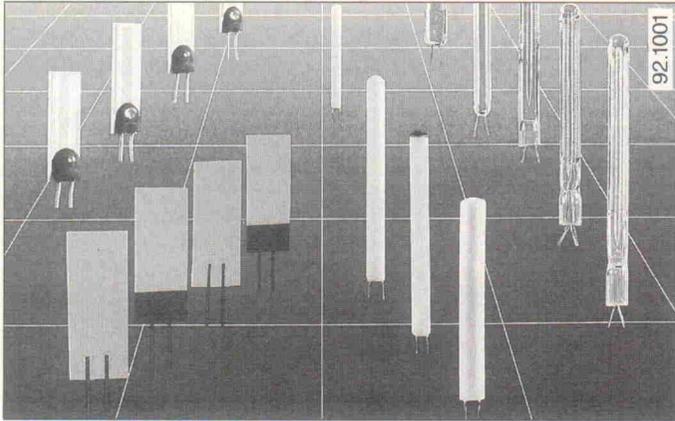


Wenn Sie mehr über den 'C32 wissen möchten, besuchen Sie uns im Internet <http://www.ti.com/sc/docs/schome.htm> oder rufen Sie an: ++33 1 30 70 11 68.

A U F   Z U   N E U E N   Z I E L E N™

 **TEXAS  
INSTRUMENTS**

## Temperatursensoren nach IEC 751



### Präzision auf kleinstem Raum

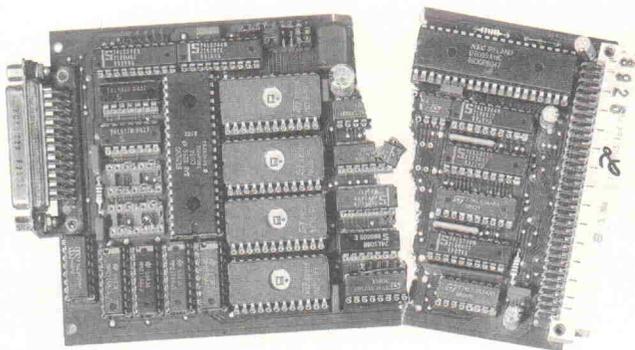
- Nennwerte 100/500/1000  $\Omega$  bei 0°C
- für Temperaturen von -200...+800°C
- Toleranzklassen DIN A/DIN B
- mit 1 oder 2 Meßwicklungen
- in Glas- oder Keramikausführung
- in Dünnschichttechnik als Chip oder in getopfter Rundausführung
- als flexibler Foliensensor
- als Labor- oder Referenz-Widerstandsthermometer lieferbar
- Sonderselektionen möglich
- ab Lager erhältlich

Interessiert?  
Dann fordern Sie noch heute ausführliche Informationen an.

M. K. JUCHHEIM GmbH & Co · 36035 Fulda · Germany  
Telefon (06 61) 60 03-724 · Telefax (06 61) 60 03-6 01



# Nachfertigung



oder Neuentwicklung  
nicht mehr lieferbarer  
**Elektronikbaugruppen**  
nach Muster oder Schaltplan

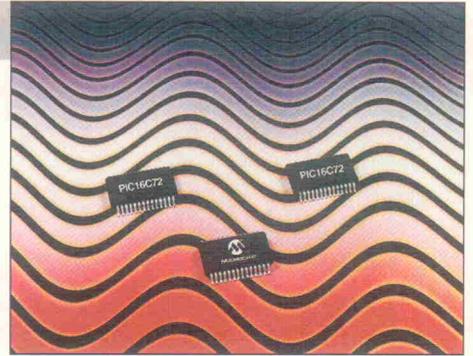
DIE ENTWICKLER  
**Vereinigte Elektronik Werkstätten** GMBH

Edisonstraße 19 • 28357 Bremen  
Tel. 0421/ 27 15 30 • Fax 0421/ 27 36 08

## Controller

### PIC mit ADC

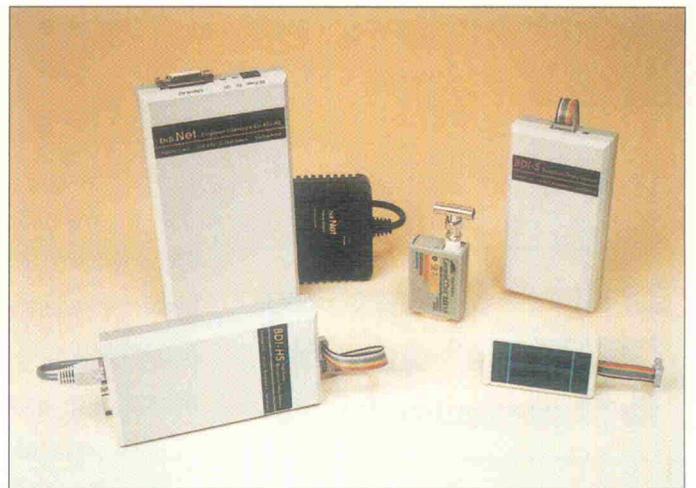
Mit dem PIC16C72 stellt Microchip einen neuen 8-Bit-Mikrocontroller vor, der sich vor allem durch zusätzliche Analogblöcke hervorhebt. Dazu gehören ein 8-Bit-A/D-Wandler mit niedriger Leistungsaufnahme, Pulsweitenmodulation sowie Brown-out-Peripherie zur Detektierung von Spannungseinbrüchen. Als OTP-Controller bietet der Baustein 5 MIPS und eine serielle Schnittstelle für SPI oder I<sup>2</sup>C-Peripherie. Für Anwendungen mit geringer Leistungsaufnahme wurde er in einem platzsparenden SSOP-Gehäuse mit 28 Anschlüssen untergebracht. Der Programmspeicher kann 2048 Befehle im EPROM und 128 Bytes im Daten-RAM aufnehmen. Der fünfkanaelige A/D-Wandler mit Sample and Hold besitzt eine Genauigkeit von  $\pm 1$  LSB, wobei die Wandlungs-



zeit 16  $\mu$ s beträgt. Darüber hinaus verfügt er über ein umfangreiches Timer-Subsystem mit einer Echtzeituhr, einem 16-Bit- sowie zwei 8-Bit-Zähler- beziehungsweise -Takt-Modulen und einem Capture/Compare-Eingang für Pulsweitenmodulation. Die Stromaufnahme des Bausteins beträgt weniger als 15  $\mu$ A bei 3 V und kann mit integriertem Step-Modus und ausgeschaltetem A/D-Wandler auf Werte unter 1  $\mu$ A gesenkt werden.

Arizona Microchip Technology GmbH  
Gustav-Heinemann-Ring 125  
81739 München  
☎ 0 89/62 71 44-0  
☎ 0 89/62 71 44-44

aktuell



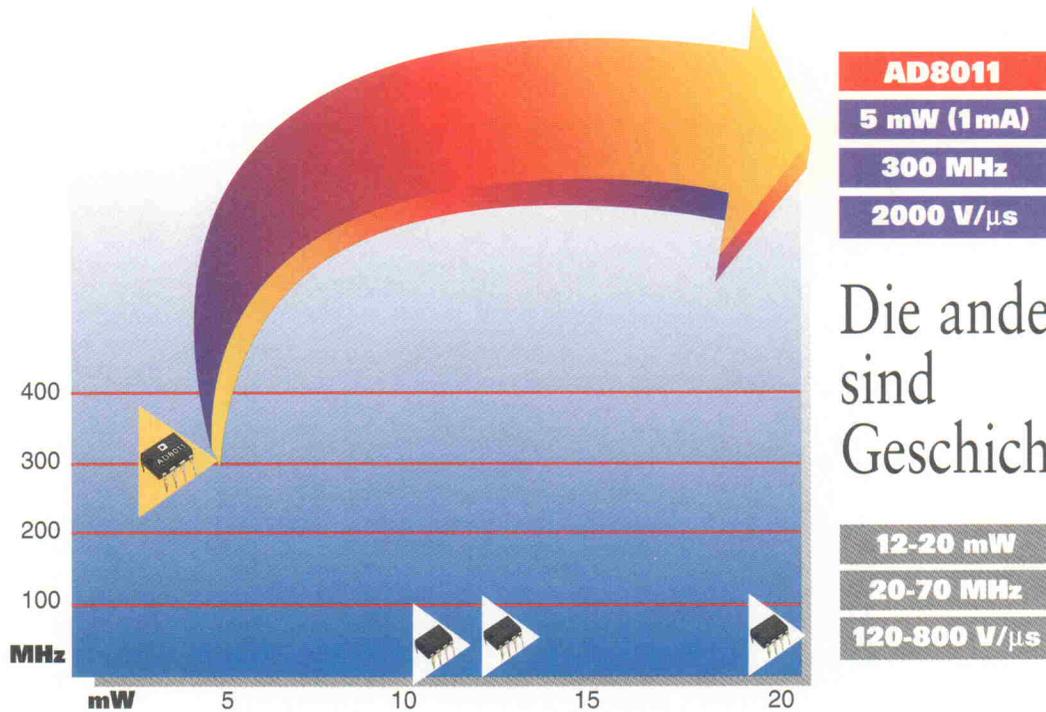
## Quick-Debugging

Mit dem neuen BDI-HS wird die BDI-Linie von Abatron um ein extrem schnelles Background Debug Interface (für Motorola-Prozessoren mit CPU16/CPU32/CPU32+) ergänzt. Entwicklungsziel beim BDI-HS war es, die Programm-Download-Zeiten wesentlich zu verkleinern und gleichzeitig die Kommunikationsgeschwindigkeit mit dem Zielsystem zu erhöhen. Als Interface zwischen BDI-HS und Hostrechner steht ein serielles RS-232-Interface mit 115 kBaud zur Verfügung. Die Verbindung

zum bdiNet läuft über einen galvanisch getrennten High Speed Link. Mit dem Zielsystem kommuniziert der BDI-HS mit einer Geschwindigkeit von 3,5 MBit/s, und zusammen mit dem bdiNet ergeben sich Programm-Download-Raten von 80 kByte/s. Damit ist die HS-Version rund 20mal schneller als ein normaler BDI.

Diessner Datentechnik  
Furtwanger Str. 9  
71034 Böblingen  
☎ 0 70 31/28 95 38  
☎ 0 70 31/28 95 41

# Unser OPV macht Geschichte

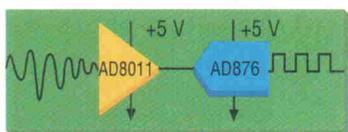


Die anderen  
sind  
Geschichte!

Hier ist er, der AD8011 - der erste Universal-Hochgeschwindigkeits-Operationsverstärker mit einer Leistung, die Ihre Anforderungen voll erfüllt. Und das bei nur 1 mA Stromaufnahme und Versorgungsspannungen von 5 V bzw.  $\pm 5$  V. Dafür bezahlen Sie außerdem noch weniger als bisher.

## Bessere Leistung und niedriger Preis

Mit 300 MHz Bandbreite, 2000 V/ $\mu$ s Anstiegsgeschwindigkeit, einer Einschwingzeit von 29 ns auf 0,1%, einer differentiellen Verstärkung von 0,02% und differentiellen Phasenfehler von 0,06°, 0,1 dB Verstärkungsflachheit bis 25 MHz und einer Verzerrung von -70 dB bei 5 MHz weist der AD8011 die besten dynamischen Spezifikationen aller Operationsverstärker auf (bei 1 mA Stromaufnahme).



Der AD8011 ist besonders für die Pufferung von Hochgeschwindigkeits-ADCs, wie den neuen 10-Bit-Baustein AD876 - mit 20 MSPS bei 160 mW - geeignet.

## Geringe Verlustleistung

Aufgrund der extrem geringen Leistungsaufnahme von 5 mW und der kompromißlosen Kennwerte ist der AD8011 ideal für batteriebetriebene Systeme, professionelle Video-Ausrüstungen sowie zur Pufferung von Hochgeschwindigkeits-ADCs mit 8 bis 12 Bit.



Lieferbar in einem DIP- oder SOIC-Gehäuse mit acht Anschlüssen zeichnet sich der AD8011 durch einfache Einsatzmöglichkeiten aus und ersetzt bisherige Verstärker hoher Verlustleistung.

Setzen Sie nicht auf Hochgeschwindigkeits-Verstärker, die bereits Geschichte sind. Nehmen Sie gleich den AD8011!

**Kostenlose Muster und Datenblätter stehen zur Verfügung. Rufen Sie Ihren AD-Distributor oder eines unserer Technischen Büros an!**

**ANALOG DEVICES**  
Analog. Digital. Solutions.

Analog Devices GmbH: Edelsbergstraße 8 - 10 · 80686 München · Fax (089) 57 005 - 157 ·  
Techn. Büros: Köln (0221) 68 929-0, Stuttgart (0711) 88 11 33, München (089) 57 005 - 0 · AD Österreich: (1) 888 55 04 - 0 ·

Distributoren: SPOERLE ELECTRONIC (06103) 304 - 0 · SASCO HED SEMICONDUCTOR (089) 4611 - 0 ·

Semitron W. Roeck (07742) 8001 - 0 · Jermyn (06431) 508 - 0 ·

Österreich: ELBATEX (1) 86642 - 0 · SPOERLE ELECTRONIC (1) 318 72 70 - 0 ·

Schweiz: ELBATEX (056) 27 5 111, SASCO SEMICONDUCTOR (01) 874 62 80, (21) 803 25 50, SPOERLE ELECTRONIC (01) 874 62 62.

# Profiliert

## TMS370-Starter-Kit von TI mit Optimierungshilfe

PreView

Claus R. Wickinghoff

Wirft man einen Blick auf den 8-Bit-Controller-Markt, so gehört Texas Instruments bisher zu den weniger bekannten Mitspielern. Das Unternehmen will jetzt seine Position mit dem TMS370 verbessern und schnürte, wie schon bei der DSP-Familie TMS320 erfolgreich vorexerziert, ein Starter-Kit.



Die in der 'elektronischen Öffentlichkeit' bisher wenig verbreitete  $\mu$ C-Familie TMS370 soll neue Freunde finden. Hierzu hat TI ein Starter-Kit zusammengestellt, das mit seinem günstigen Preis von rund 150 DM ansetzt, die Entwicklungslabors zu erobern.

Das Paket beinhaltet die zur Anwendungsentwicklung nötige Software, wie Makro-Assembler, Linker und Converter für die Objektdateien. Zum Testen der Applikation gibt es einen Simulator, der gleich für DOS, Windows und OS/2 vorliegt. Allerdings sollte man keine optischen Highlights erwarten – der Simulator ist eine fensterorientierte Textmode-Applikation, unter Windows steht dafür lediglich mehr Hauptspeicher als unter blankem DOS zur Verfügung.

Für die Endphase der Applikationentwicklung liefert TI eine Programmierplatine mit, für das man ein separates Steckernetzteil sowie ein serielles Kabel benötigt. Die Software zur Bedienung des Brenners ist ebenfalls für DOS, Windows und OS/2 vorhanden. Als Zielobjekt

für den ersten Versuch liegt ein TMS370C742N bei (vgl. Kästen 'Maschinenraum').

Die englischsprachige Dokumentation des Pakets umfaßt ein User's Guide zu Assembler und Linker, ein Installationshandbuch, ein User's Guide für den Simulator sowie ein Manual zum Programmieradapter. Ein Handbuch zum eigentlichen Controller ist zwar beim Hersteller erhältlich, findet sich aber nicht im Starter-Kit. Dieses soll nach Angaben von TI in der nächsten Auflage des Kits enthalten sein.

Die Installation der Entwicklungswerkzeuge gestaltet sich etwas knifflig. Da das Handbuch nicht deutlich genug darauf hinweist, daß der Simulator in einem separaten Verzeichnis liegen muß, kann man sich bei dessen Einrichtung leicht vertun. Der Benutzer sollte sich genau an die in den verschiedenen Handbüchern vorgeschlagenen Pfade halten, denn es existieren Konfigurationsdateien gleichen Namens mit unterschiedlichem, aber ähnlichem Inhalt! Auch hierfür gelobt TI Besserung.

Anschließend kann man die erste Applikation für den 370er erstellen. Dazu stehen verschiedene Werkzeuge zur Verfügung, allerdings nur als DOS-Programme, die jedoch auch im DOS-Fenster von OS/2 und Windows laufen. Den Assembler-Quelltext erstellt man mit einem beliebigen Editor.

Den Makro-Assembler selbst startet der Programmierer von der Kommandozeile aus. Sind im Quelltext noch Fehler enthalten, gibt der Assembler die fehlerhafte Zeile, die Quelltextdatei und Zeilennummer der fehlerhaften Zeile sowie eine kurze Fehlerbeschreibung aus. Im Anhang des Assembler-Handbuchs steht dazu eine ausführlichere Erläuterung und eine Lösungsmöglichkeit.

Findet der Assembler keine syntaktischen Fehler mehr, legt er den Objektcode des Programms in einer COFF-Datei ab. Der Linker erzeugt im nächsten Schritt aus allen für die Applikation benötigten Objektdateien ein ausführbares File im COF-Format. Der beiliegende Converter setzt dieses bei Bedarf in das TI-tagged-, Intel-, Motorola- oder Tektronix-Format für handelsübliche Brenner um, falls man eine ROM-lose Variante des Controllers einsetzt.

Die vom Linker erzeugte Datei kann man nun in den Simulator laden. Dessen Bedienung erfolgt zweigleisig: entweder mit der Maus über die Menüleiste

### Freifahrt

Für Entwickler, die mit dem TMS370 loslegen wollen, stellt TI drei Kits gratis zur Verfügung. Wer eines gewinnen möchte, schickt bis zum 23. Februar 1996 eine Postkarte, ein Fax oder eine EMail an:

Redaktion ELRAD  
Stichwort TMS370  
Postfach 61 04 07  
30604 Hannover  
☎ 05 11/53 52-4 04  
✉ post@elrad.ix.de

EMail-Nutzer schicken bitte ihre Postanschrift mit, so daß ein eventueller Gewinn auf die Reise gehen kann. An der Verlosung dürfen Mitarbeiter und ihre Angehörigen der Firma TI sowie des Verlages nicht teilnehmen. Der Rechtsweg ist ausgeschlossen.

## Maschinenraum

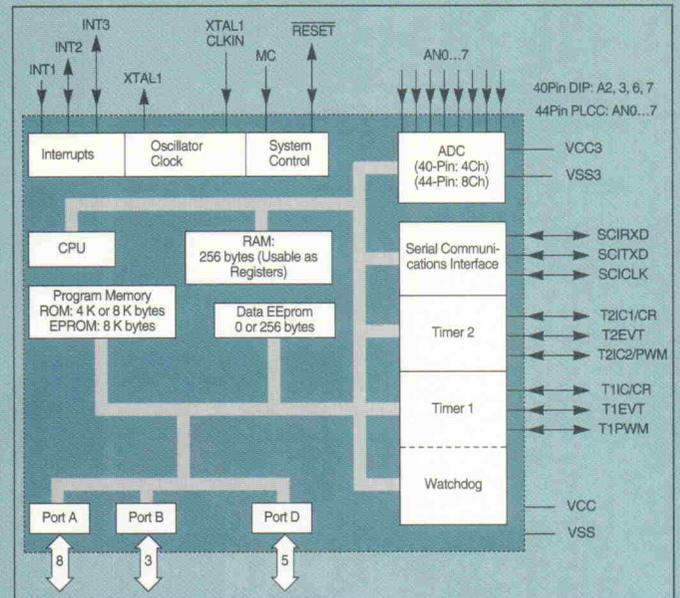
Die 8-Bit-CMOS-Controller-Familie TMS370 beinhaltet neben der eigentlichen CPU zusätzliche Peripherie, die den Chip zum vollwertigen  $\mu$ C aufwertet. Das Blockschaltbild zeigt das Innenleben der Controller-Variante TMS370Cx4x. Der CPU-Kern ist eine Register-Register-Maschine. Sie besitzt selber nur Statusregister, Program-Counter (PC) und Stack-Pointer. Weitere 8 Bit breite Register werden aus dem statischen RAM 'abgezweigt'. Dafür stehen die ersten 256 Byte zur Verfügung, die über Registerbefehle den Zugriff in nur einem Buszyklus gestatten. Das restliche RAM, in das auch die Ports der On-Chip-Peripherie gemappt werden, erreicht die CPU in zwei Buszyklen.

Der dem Kit beiliegende TMS370C742 verfügt über 8 KB ROM, 256 Byte EEPROM sowie 256 Byte RAM. Im Normalbetrieb zieht der Controller maximal 30 mA Versorgungsstrom bei 20 MHz Takt. Man kann den 370er in zwei Schritten herunterfahren: Im Standby-Modus wird der Chip bis auf Timer 1 abgeschaltet. Er benötigt dann

höchstens 10 mA. Im Halt-Modus wird der gesamte Takt eingefroren, damit läßt sich der Stromverbrauch auf etwa  $2 \mu$ A herabdrücken. Die Rückkehr in den normalen Betrieb geschieht mittels eines Interrupt.

Zur Anbindung an die Umgebung stehen den 'Cx4x-Modellen drei Ports unterschiedlicher Breite zur Verfügung. Jeder Port kann bitweise als Eingang oder Ausgang konfiguriert werden. Die Modelle mit optionalem Extern-Speicher enthalten mehr Portleitungen, diese dienen bei Bedarf als Adreß-, Daten- und Steuerleitungen. Zwei 16-Bit-Timer können als Ereigniszähler, als PWM-Generator oder auch zur Messung von PWM-Pulsen fungieren. Bei einem Controller-Takt von 20 MHz ist eine Auflösung von 200 ns möglich. Der Timer 1 versorgt zusätzlich den Watchdog.

Serielle Kommunikation erledigt der 370 mittels einer seriellen Schnittstelle (SCI), die im asynchronen Betrieb bis zu 156 kBit/s und synchron maximal 2,5 MBit/s übertragen kann. Das 370er-Manual enthält die beispielhafte Imple-



mentierung einer RS-232-Schnittstelle mit 9600 Baud.

Der On-Chip-A/D-Wandler mit Sample/Hold-Stufe löst analoge Größen aus den vier, in anderen 370er-Varianten auch acht gemultiplexten Eingängen in 8 Bit auf. Eine Umsetzung benötigt minimal  $32 \mu$ s pro Kanal. Dabei kann man bis zu vier A/D-Eingänge als Referenzspannung für ratiometrischen Betrieb nutzen.

Datenblätter im Postscript-Format zu verschiedenen 370er-Derivaten findet man im Web unter

<http://www.ti.com/sc/docs/p sheets/MICROCON.HTM>.

Der Zugriff auf die Seiten erfordert eine vorherige Registrierung via

[http://www-s.ti.com/ti\\_me/docs/signin.htm](http://www-s.ti.com/ti_me/docs/signin.htm).

am oberen Bildschirmrand oder per direkter Eingabe der Kommandos. Verschiedene Fenster informieren über den aktuellen Zustand des Controllers. Die Programmausführung erfolgt wie bei jedem gewöhnlichen Debugger entweder in Einzelschritten, mittels Angabe einer Anzahl auszuführender Operationen oder abschnittsweise bis zu einem gesetzten Haltepunkt. Der Simulator verwaltet bis zu 200 solcher Punkte – eine mehr als ausreichende Anzahl.

Die Simulation der Software ist nur die eine Seite: Mittels Stimulusdateien kann man bestimmte Hardware-Situationen vorgeben und das Verhalten des Anwendungsprogramms bei Signaländerungen beobachten. Dazu wird eine Datei, die dezimal kodierte Werte beinhaltet, mit dem Anschluß 'verbunden'. Während des Programmablaufs liest der Simulator die Werte aus der Datei und verwendet sie als Eingabe. In umgekehrter Weise kann der Output eines Pins in eine Datei fließen.

Im Optimierungsmodus – der in der DOS-Version nicht verfügbar ist – gestartet, fungiert der Simulator als Profiler. Diese Funktion erfaßt, welche Programmabschnitte wie viele Taktzyklen verwenden. Solche Angaben liefern Hinweise auf Programmstellen, an denen eine Optimierung des Codes die Performance verbessern würde.

Dazu werden Bereiche markiert, über deren Durchläufe der Profiler Buch führt. Zunächst kennzeichnet das Tool jede Funktion beziehungsweise jeden Block im Programm. Nach dem ersten Lauf erscheint als Resultat eine Übersicht, wieviel Zeit der Controller in den einzelnen Bereichen verbracht hat. Anschließend zerlegt der Profiler stark frequentierte Funktionen wiederum in einzelne Abschnitte und führt einen neuen Lauf durch. Das Ergebnis ist eine Lastverteilung innerhalb der Funktion.

Hat das Programm für den Controller alle Tests im Simu-

lators erfolgreich bestanden, kann es in die Hardware übergehen. Dazu wird ein Programmieradapter mit Nullkraftsockel und OTP-Controller mitgeliefert. Der Adapter benötigt lediglich noch eine 5-V-Versorgung sowie eine serielle Verbindung zum PC.

Die Programmiersoftware ist von der Bedienung her dem Simulator ähnlich. Auch hier gibt es je ein Fenster für Speicherinhalt und disassemblierten Code sowie ein Kommandofenster. Die üblichen Funktionen wie Leertest, Brennen, Verifizieren und Auslesen stehen zur Verfügung. Allerdings schweigt sich die ansonsten umfangreiche Dokumentation über die tiefere Bedeutung der Fehlermeldungen aus.

Für die TMS370-Serie bietet TI optional einen C-Compiler an, der Assemblerquelltexte erzeugt. Die weitere Verarbeitung erfolgt wie beschrieben. Der Simulator selbst unterstützt C-Quelltexte: Er zeigt zu jedem C-Befehl in einem wei-

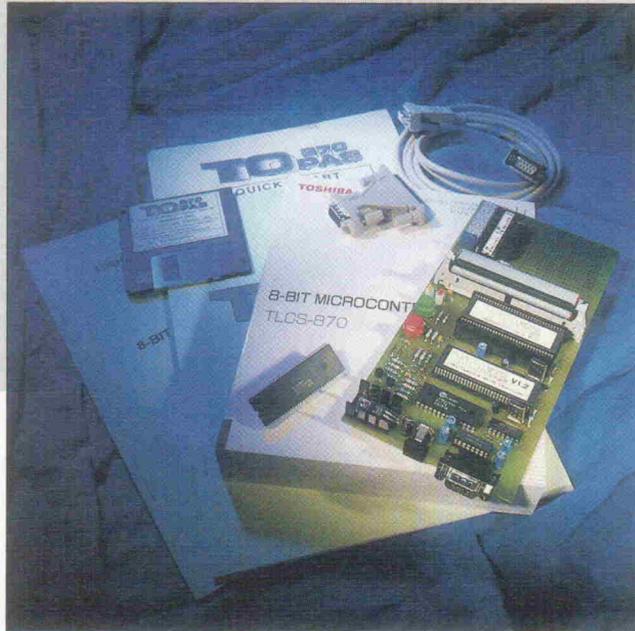
teren Fenster die Assembler-Umsetzung an.

Insgesamt macht die Arbeit mit dem Kit Spaß. Ein solches Paket, das meist aus mehreren verschiedenen Tools besteht, profitiert durch den Einsatz unter OS/2 enorm. In einem Fenster der Editor, in einem weiteren eine Shell, die den Assembler und Linker beherbergt und parallel dazu der Simulator erleichtern den Arbeitsfluß deutlich. Auch die Möglichkeiten des Simulators – vor allem das Profiling – sind für ein Starter-Kit in dieser Preisklasse überzeugend.

Die Freude leidet ein wenig durch das Fehlen eines seriellen Kabels sowie eines Steckernetzteils. Auch würde zu einem Starter-Kit eine EPROM-Variante des Controllers besser passen. Dieses Manko muß man zu dem niedrigen Preis von DM 150,- wohl in Kauf nehmen. Unverständlich erscheint, daß dem Kit kein TMS370-Handbuch beiliegt. Diesen Mangel will Texas Instruments umgehend abstellen. ea

# C-Like

für Toshiba TLCS-870-Controller



Claus R. Wickinghoff

**Auf der Suche nach einem Entwicklungspaket für Mikrocontrollerapplikationen findet man meist solche, bei denen der Controller auf AssemblerEbene programmiert wird. Doch manch einem ist diese Ebene zu abstrakt, und so verzichtet er auf den Einsatz eines eigentlich guten Controllers.**

Die Firma HWU aus Oberhausen hat ein 'Programming and Application Starterkit' (TOPAS) entwickelt, mit dem man Applikationen für Toshiba-Controller vom Typ TLCS870 in einer C-ähnlichen Programmiersprache namens C-Like erstellen kann. Der größte Unterschied zum normalen C besteht darin, daß es keine Fließkommazahlen gibt. Das gesamte Paket besteht softwareseitig aus diversen unter Windows laufenden Entwicklungstools einschließlich eines vollständigen Simulators und hardwareseitig aus einem Programmier- und Testboard.

Zum Lieferumfang gehören weiterhin: ein Steckernetzteil, ein serielles Kabel, ein User's Manual mit einer umfangreichen, wohldokumentierten Beispielapplikation, ein Datenbuch zum TLCS-870 sowie das Entwicklungshandbuch zum TLCS870, welches die Bedienung von Compiler, Assembler und Linker beschreibt. Schließlich hilft ein knappes Tutorial auf Diskette dem Einsteiger beim ersten Kontakt mit der Entwicklungsumgebung.

Nach der Installation belegt das Paket 2,6 MB auf der Festplatte.

Den wesentlichen Teil davon nehmen ein Utility zur Programmierung eines Mikrocontrollers mittels des beiliegenden Boards, eine Windows-Entwicklungsumgebung namens TLCS-870 Simulator, mit der eigene Applikationen erstellt und getestet werden können, und der notwendige Satz Compiler, Assembler und Linker ein.

Programme für den TLCS-870 lassen sich in einer C-ähnlichen Sprache verfassen. Dazu startet man aus der Entwicklungsumgebung heraus den normalen Windows-Editor, um damit den Programmtext zu erstellen. Der Compiler übernimmt die Übersetzung des Programmtextes (\*.src) in Assemblercode. Nebenbei erzeugt er eine weitere Datei (\*.cpl), in der zum einen noch einmal der gesamte Quellcode zu finden ist und zum anderen all die Stellen gekennzeichnet und kommentiert sind, an denen Fehler aufgetreten sind.

Hat der C-Like-Compiler das Programm schließlich erfolgreich in Assemblerquelltext (\*.asm) übersetzt, kann der Assembler starten. Wie der Compiler läuft auch dieser in einer DOS-Shell und erzeugt eine

Zusatzdatei (\*.lst), in der ausführlich kommentierte Fehlermeldungen zu finden sind. Nach dem Assemblieren kommt wie üblich der Linker zum Zug. Dieser erstellt aus der \*.rel-Datei eine Referenz- (\*ref) und eine Codedatei (\*.abs). Letztere läßt sich noch in das Intel-HEX-Format (\*.hex) konvertieren.

## Simulant

Um die Funktionsfähigkeit des Programms zu überprüfen, lassen sich Hex- und Referenzdatei in den Simulator laden. Dieser kann das Programm Schritt für Schritt – auch automatisch – ausführen. Der Simulator erlaubt mehrere Breakpoints, an denen er die Ausführung unterbricht. Den aktuell ausgeführten Quellcode sowie seine entsprechende Assemblerumsetzung stellt das Tool jeweils in einem Fenster dar. In weiteren Fenstern läßt sich der aktuelle Zustand der CPU, wie beispielsweise Prozessorregister und Programmzähler, anzeigen. Etwas schade ist, daß die Ports des Mikrocontrollers im Simulator nicht mit Signalen versorgt werden können. Jegliche Einflußnahme auf das Programm ist nur durch direktes Beschreiben der Register erreichbar.

Sind die Tests der Applikation im Simulator abgeschlossen, kann das Programm mit dem beiliegenden Testboard entweder in eine PROM-Variante des 87-40 gebrannt oder in den RAM-Bereich des Testboards geladen

## Freifahrt

Das von uns gecheckte Kit stellt Toshiba zur Verlosung bereit. Wer es gewinnen möchte, schiekt eine Postkarte, ein Fax oder eine EMail bis zum 15. 02. 96 an:

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

Bitte geben Sie auch bei EMail Ihre Postanschrift an, damit wir das Kit zuschicken können, falls Sie gewinnen. Mitarbeiter und deren Angehörige der Firmen Toshiba und HWU sowie des Heise-Verlags dürfen nicht teilnehmen. Der Rechtsweg ist ausgeschlossen.

## Inside TLCS-870

Toshibas Controllerfamilie TLCS-870 kommt mit unterschiedlicher Speichergröße daher: Die Spannweite reicht von kleinen Exemplaren mit 4 KB ROM und 512 Byte RAM bis zum Maximalausbau von 60 KB ROM und 2 KB RAM.

Insgesamt 412 Befehle mit 20 unterschiedlichen Adressierungsarten können bei 8 MHz Prozessortakt in je rund 0,5  $\mu$ s bearbeitet werden. Darunter befinden sich Befehle zur 8-Bit-Multiplikation, 16- durch 8-Bit-Division und Befehle zur Bitmanipulation.

Die 870er bestehen intern aus dem Prozessorkern mit ALU, ROM, RAM und diversen Registern. Dazu gesellt sich einiges an leistungsfähiger On-Chip-Peripherie: Über acht

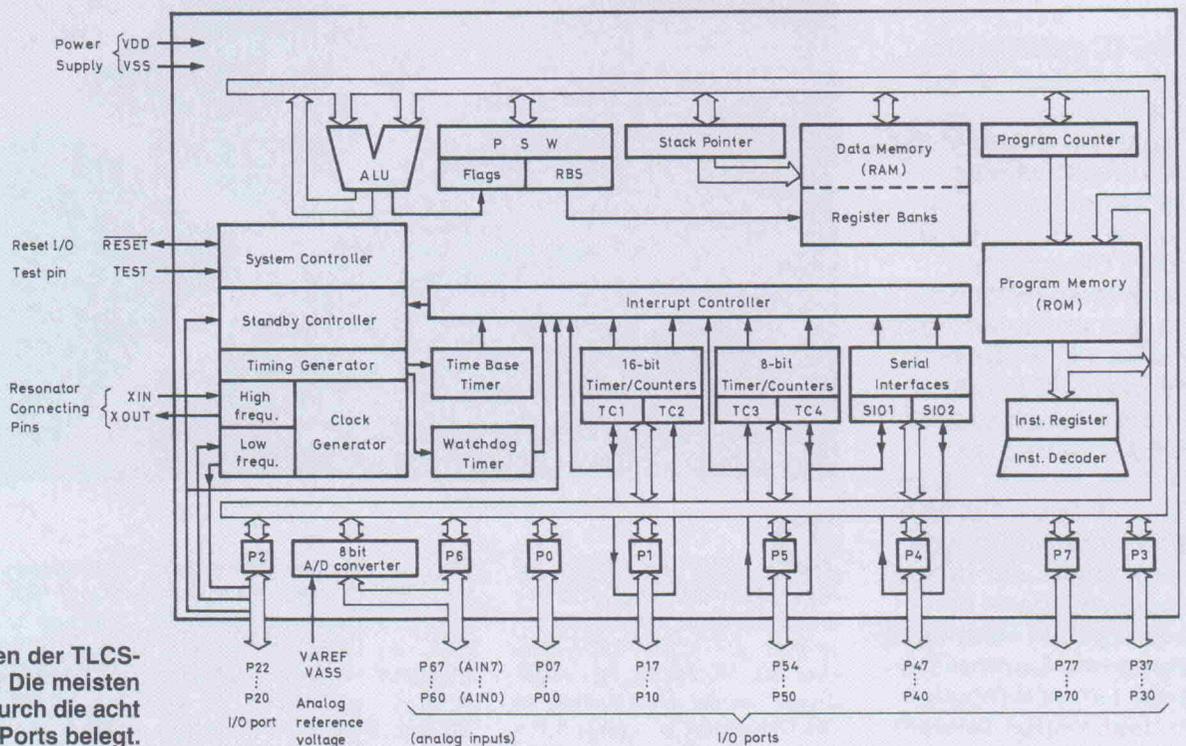
Input/Output-Ports kann der Controller mit der Außenwelt verkabelt werden. Im Innern des im Starterkit eingesetzten 87PH40AN stehen ein 8-Bit-A/D-Wandler mit acht Kanälen, je zwei 16- und 8-Bit-Zähler/Timer, die auch als PWM-Generator verwendet werden können, und zwei serielle Schnittstellen zur Auswertung der Signale bereit. Dieser  $\mu$ C verfügt über 32 KB ROM und 1 KB RAM sowie Treiber zur direkten Ansteuerung von Siebensegment-LEDs. In der 870er-Familie gibt es weitere Controller mit speziellen Funktionen wie LCD- und VFT-Treiber, Treiber für OSDs (On-Screen-Displays in TV-Applikationen), serielle Interfaces mit I2C-Protokoll sowie Timer und A/D-Wandler unterschiedlicher Leistungsfähigkeit.

Mit 15 Interruptquellen, davon neun intern, kann die Peripherie überwacht werden. Die 870er unterstützen bis zu 16 parallele Registerbänke, die zur schnellen Bearbeitung eines Interrupts umgeschaltet werden – zeitaufwendiges Sichern von Registerinhalten auf den Stack entfällt somit. Damit eignet sich der 870er gut für Echtzeitsteuerungen. Um auch 'festgefahrene' Controller wieder auf die richtige Bahn zu holen, ist ein Watchdog integriert, der nach Ablauf einer festgelegten Zeitspanne einen Interrupt auslöst.

Die 870er können weiterhin als Dual-Clocker laufen: Neben den 8 MHz kann ein zweiter Takt von 32,8 kHz angelegt werden. Dabei beträgt die Zykluszeit pro Befehl

122  $\mu$ s. Die Nutzung des zweiten Takts erweitert die Palette der Energiesparmaßnahmen. CPU und Peripherie können je mit normalem Takt oder mit dem zweiten langsameren Takt versorgt oder auch angehalten werden. Ein Interrupt aktiviert die Komponenten wieder. Der Stromverbrauch eines 'schlafenden' Controllers kann somit auf rund 30  $\mu$ A heruntergedrückt werden – bei normaler Operation zieht der Baustein etwa 10 mA. Erhältlich sind die 870er in drei unterschiedlichen Gehäuseformen, abhängig vom jeweiligen Controller-Typ: SDIP, QFP oder  $\mu$ FP.

Toshiba Electronics Europe GmbH  
Hansaallee 181  
40549 Düsseldorf  
☎ 02 11/52 96-392  
☎ 02 11/52 96-400



**Das Innenleben der TLCS-870-Familie: Die meisten Pins werden durch die acht I/O-Ports belegt.**

werden. In letzterem Fall kann man anschließend das Zusammenspiel des Controllers mit realer Peripherie testen. Allerdings ist zu diesem Zeitpunkt keine Überwachung des Programmablaufs per PC möglich, da der Controller auf dem Testboard vollkommen selbstständig läuft.

Die in der Version 1.0 vorliegende Windows-Software besitzt noch Kinderkrankheiten: So sind beispielsweise einige Dialogfenster, in denen der Be-

nutzer zur Angabe eines Dateinamens aufgefordert wird, nicht mit dem Standard-Dateidialog von Windows ausgestattet. Des Weiteren ist die bei jedem Arbeitsschritt (Kompilieren, Assemblieren, Linken, etc.) notwendige Angabe eines Dateinamens unnötig. Sinnvoller wäre es, könnte man am Anfang ein globales 'Projekt' öffnen, da die einzelnen Dateien eindeutig über ihre Endung zu identifizierten sind. Auch die etwas lieblos über DOS-Fenster 'an-

gestrickten' Toshiba-Utilities wie Compiler, Assembler und Linker würden sich in einem richtigen Fenster deutlich besser machen.

Sollte HWU hier noch etwas Arbeit investierten, um die Software abzurunden, so läßt sich das High-Level-Language-Starterkit als sehr gelungen bezeichnen. Gerade die Kombination Simulator und C-ähnliche Programmiersprache senkt die Hemmschwelle zum Einstieg in

die Mikrocontrollerprogrammierung erheblich. Vor allem aber muß nicht bei jeder Modifikation der Applikation ein neuer Controller gebrannt werden. Jedoch hat das Evaluation und Design Kit auch seinen Preis, nämlich 800 D-Mark zu- züglich Mehrwertsteuer. *pen*

HWU Elektronik GmbH  
Hamburger Str. 50  
46145 Oberhausen  
☎ 02 08/61 18 18  
☎ 02 11/61 18 19

# Auf Fehlersuche

## Qualitätssicherung beim Datentransfer mit Software-CRC

Entwicklung

Rafael Dellano

CRC (Cyclic Redundancy Check) ist ein Verfahren, das zur Fehlersicherung in der Datenübertragung verwendet wird. Oft führen Peripherie-ICs diese Berechnung hardwaremäßig aus. Da jedoch laufend neue Protokolle entstehen, für die nicht immer rechtzeitig geeignete ICs zur Verfügung stehen, ist eine Verlagerung dieser Funktion auf die Softwareseite häufig nicht nur nötig, sondern – dank der gestiegenen Rechenleistung von Controllern – auch sinnvoll möglich. In bestimmten Anwendungen wie bei ZMODEM-Filetransfer-Programmen erfolgt die Berechnung immer mittels Software.



**D**er CRC funktioniert bei der Datenübertragung genau wie eine Prüfsumme. Der Sender berechnet das CRC-Prüfzeichen über die Nutzdaten und hängt dieses bei der Übertragung an das Datenpaket an. Am anderen Ende der Übertragungskette wiederholt der Empfänger die Berechnung. Ist das Prüfzeichen identisch, war die Datenübertragung mit hoher Wahrscheinlichkeit fehlerfrei. Im Fehlerfall fordert der Empfänger den Datensatz noch einmal an.

### CRC im Alltag

Tabelle 1 zeigt Generatorpolynome gängiger CRCs. Der größte Exponent links gibt an, ob der CRC 8, 12, 16 oder 32 Bit breit ist. Die Verbreitung dieser CRCs ist eng mit ihrer Anwen-

dung in seriellen Protokollen verbunden. Das älteste davon ist Bisync. Ursprünglich wurde es 1968 von IBM für Terminals eingeführt. Obwohl technisch überholt, verschwindet es nur langsam. Bisync verwendet alternativ CRC-12-, CRC-16- oder VRC/LRC-Algorithmen.

CRC-16 tritt noch in weiteren, meist in den USA entstandenen, Protokollen auf, insbesondere in DDCMP und dem Modemprotokoll MNP. Neuere Anwendungen benutzen statt dessen jedoch zunehmend CRC-CCITT.

Die größte Bedeutung werden in Zukunft wahrscheinlich die um HDLC gruppierten Protokolle erlangen. Anwendung findet HDLC in der Telekommunikation im ISDN und bei X25. Letztere ist eine Mitte der 70er Jahre

entstandene, sehr erfolgreiche Norm. SDLC ist eine HDLC-Variante von IBM. Seine Anwendung beschränkt sich nicht auf Mainframes. Auch der Bit-bus basiert auf SDLC. Ferner gibt es als ADCCP eine ANSI-Variante in den USA. Sowie als ECMA-71 eine Norm aus Europa. Die beiden letztgenannten sind jedoch ohne breite Anwendung. In HDLC/SDLC wird als Prüfzeichen einheitlich CRC-CCITT verwendet.

Oft reicht ein 16-Bit-CRC nicht aus. In stark gestörter Umgebung, wie bei Datenübertragungen übers 220-V-Netz, wird teilweise CRC-24 verwendet. Da die Bit-Rate hier niedrig ist, erfolgt die Berechnung in Software durch einen Controller. Auch in ungestörter Umgebung

$x^3 + x^2 + x^1 + 1$	PDV-Bus
$x^8 + x^7 + x^6 + x^4 + x^1 + 1$	CRC-12
$x^{12} + x^{11} + x^3 + x^2 + x^1 + 1$	CRC-CCITT, ANSI
$x^{16} + x^{12} + x^5 + 1$	CRC-CCITT reverse
$x^{16} + x^{11} + x^4 + 1$	CRC-16
$x^{16} + x^{15} + x^2 + 1$	CRC-16 reverse
$x^{16} + x^{14} + x^1 + 1$	
$x^{16} + x^{15} + x^{13} + x^7 + x^4 + x^2 + x^1 + 1$	Ethernet, CCITT
$x^{32} + x^{26} + x^{23} + x^{22} + x^{16} + x^{12} + x^{11} + x^{10} + x^8 + x^7 + x^5 + x^4 + x^2 + x^1 + 1$	
$x^8 + 1$	LRC-8

Tabelle 1. Generatorpolynome üblicher CRCs.

reicht die Sicherheit eines 16-Bit-CRC nicht aus, wenn die Datensätze sehr lang sind. Ethernet und das Filetransfer-Programm ZMODEM verwenden deshalb den 32-Bit-CRC. Vereinzelt finden sich auch 8-Bit-CRCs. Ein Beispiel hierfür ist der PDV-Bus, ein früher Feldbus. Ein weiteres ist der Datenaustausch mit Touch-Memories des Halbleiterherstellers Dallas.

## Der andere CRC

LRC-8 ist kein echter CRC. Bedingt durch die Verwendung in Bisync taucht es aber oft in diesem Zusammenhang auf, weshalb es hier kurz angesprochen werden soll. VRC, 'Vertical Redundancy Check', ist schlicht

das Paritybit, wie man es bei der asynchronen Übertragung von Bytes verwendet. Für 'even parity' zählt man die Einsen im Datenwort und setzt das Paritybit Null, wenn ihre Anzahl gerade ist (Bild 1). Bei LRC, 'Longitudinal Redundancy Check', führt man die identische Operation, nun aber über die Datenworte, aus. Die Berechnung ist sehr einfach. Wenn man den Anfangswert erst Null setzt und dann von ihm ausgehend alle Datenworte XOR-verknüpft, erhält man die gerade LRC-Prüfsumme. LRC findet sich auch bei Protokollen für Chipkarten nach ISO 7816. Meist werden LCR und VCR gemeinsam verwendet und als Kreuz- oder Blockparität be-

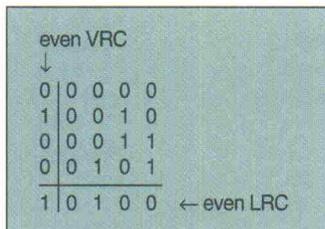


Bild 1. VCR und LCR.

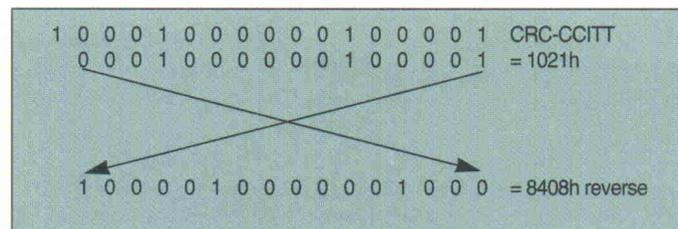


Bild 3. Der umgekehrte CRC.

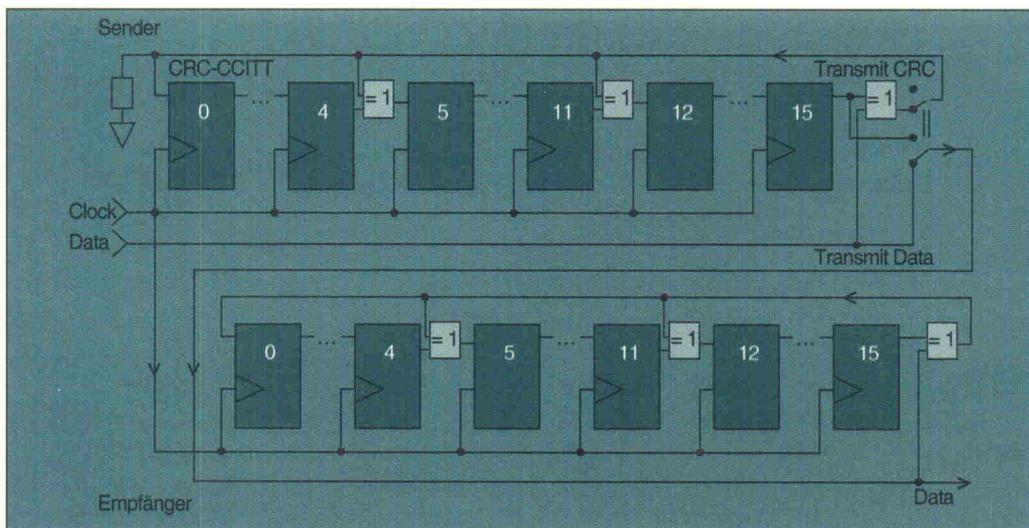


Bild 2. Der Hardware-CRC, erzeugt durch Schieberegister.

zeichnet. Die Fehlersicherheit des Verfahrens ist gering.

CRCs unterscheiden sich nicht nur in ihrem Generatorpolynom. Es gibt in der Anwendung oft Unterschiede in der Initialisierung des Startwerts. Die meisten neueren Protokolle, insbesondere HDLC/SDLC, setzen am Anfang nicht alle Bits auf 0, sondern auf 1. Damit vermeidet man Probleme, falls zufällig alle Datenbits 0 sind. Aus ähnlichen Gründen wird in HDLC/SDLC und anderen neueren Protokollen das CRC-Wort vor der Übertragung bitweise invertiert.

Ausgehend von der ursprünglichen Hardwarerealisierung mit Schieberegistern wird das CRC-Wort immer mit dem MSB zuerst übertragen. Datenbytes werden jedoch entweder mit MSB oder mit LSB zuerst gesendet. Um sich daran anzupassen, gibt es die 'reverse'-Versionen der CRCs in Tabelle 1. In ihnen ist das Bitmuster gedreht. Meist werden Datenbytes mit dem LSB zuerst gesendet. MSB zuerst ist jedoch in Fileübertragungsprogrammen wie YMODEM üblich.

## CRC fest verdrahtet

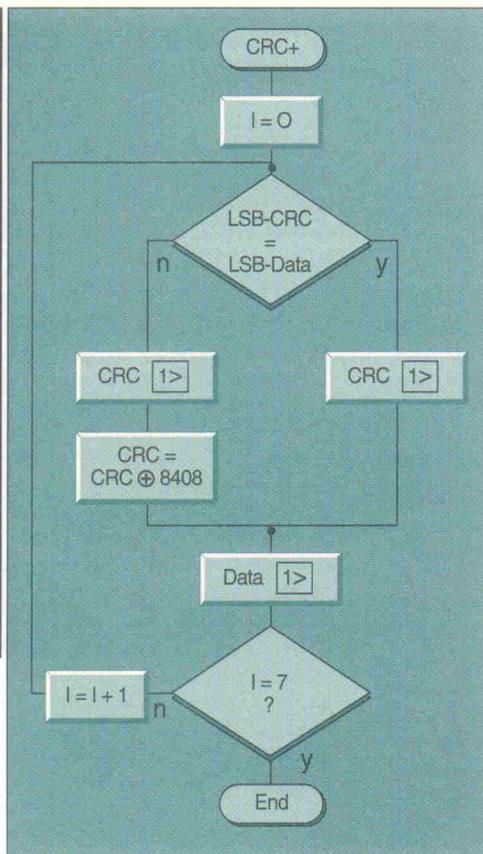
In Bild 2 ist die serielle Hardwareerschaltung für Sender und Empfänger dargestellt. Als Bei-

spiel wird das Polynom CRC-CCITT verwendet. Das 16stufige Schieberegister ist stellenweise durch XOR-Gatter unterbrochen. Vor welchem Flip-Flop ein Gate einzufügen ist, geht aus dem Generatorpolynom hervor. Das XOR-Gatter für Flip-Flop Null entfällt, weil sein Eingangswert 0 wäre und der Rückkopplungswert deshalb nie verändert wird.

Im fiktiven Betrieb der Schaltung wird zuerst der Schalter auf 'Transmit Data' gestellt und alle Flip-Flops in Sender und Empfänger auf 0 zurückgesetzt. Dann werden die Datenbits ins Schieberegister getaktet und gleichzeitig gesendet. Die Länge des Datenpakets ist dabei beliebig. Anschließend wird der Schalter auf 'Transmit CRC' gestellt. Mit 16 weiteren Takten wird nun die Prüfsumme übertragen. Das Schieberegister im Empfänger hat nun Daten und CRC aufgenommen. Wenn kein Fehler aufgetreten ist, stehen dort nun alle Flip-Flops wieder auf Null.

## CRC seriell

Man kann diese Hardware ähnlich in Software nachbilden. In Bild 4 ist die LSB-first-Version dargestellt. Die 16-Bit-Variable 'CRC' enthält den bisherigen Inhalt der CRC-Summe. Die Bytevariable 'Data' ein neues Datenbyte. Da jeweils ein Byte verarbeitet wird, sorgt eine Schleife für acht Durchläufe. Zuerst wird geprüft, ob Bit 0 (=LSB) von CRC und Daten übereinstimmt. Das entspricht dem XOR-Gatter nach Flip-Flop 15. Nur in diesem Fall werden die anderen XOR-Gates aktiv. Sie können in Software parallel durch ein XOR der Konstanten 8408h mit dem CRC-Wort nachgebildet werden. Die Konstante ergibt sich aus dem Generatorpolynom, wenn man dessen Inhalt dreht (Bild 3). Die Drehung ist hier nötig, damit das MSB des CRC mit dem LSB der Daten übereinstimmt. Vorher muß das CRC-Wort einmal nach rechts geschoben. Dabei wird links eine Null ins MSB eingegeben ('Logic Shift Right'). Der Befehl CRC+ summiert somit in das 16-Bit-CRC-Wort den Inhalt des Datenbytes. Als ersten Wert muß man die Initialisierung, also zum Beispiel 0000h, vorgeben. Nach dem letzten Datenbyte steht der endgültige CRC, der vom Sender übertragen wird, zur Verfügung. In Listing 1 findet sich das nanoFORTH-Programm als Version 1 des Befehls CRC+. Zur Umstellung von CRC-



**Bild 4.** Ablaufschema des nicht optimierten seriellen CRC.

CCITT auf CRC-16 muß lediglich die Konstante POLY verändert werden.

Da man die Reihenfolge von Schieberegistern und XOR-Operationen tauschen kann (Bild 5), ist eine Optimierung von CRC+ möglich. Das ist die zweite Version von CRC+, die in Listing 1 aufgeführt ist.

### CRC mit Tabelle

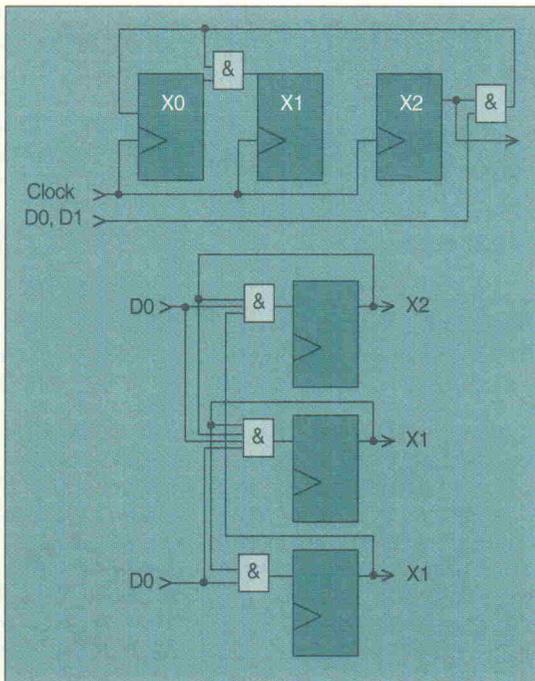
Bei sehr schnellen Anwendungen wie Massenspeichern kommen die Daten oft nicht seriell bitweise, sondern parallel byteweise. Dann verwendet man

kein Schieberegister, sondern ein Ausgangsregister und eine ziemlich komplexe Dekodierlogik. Für die CRC-CCITT ist die Zahl der benötigten XOR-Gatter in der Dekodierung erheblich. In Bild 6 ist deshalb ein sehr einfaches Beispiel für drei Bit dargestellt [3].

Auch in Software gibt es eine äquivalente Methode, die durch einmaligen Zugriff auf eine Tabelle die Schleife im Programm eliminiert. Die Tabelle mit ihren 256 Werten belegt für einen 16-Bit-CRC nur 512 Bytes. Sie wird durch den Befehl FILL-TABLE im Listing unter Ver-

**Bild 5.** Vertauschbar: die Reihenfolge von XOR und Schieberegistern ist egal.

$$(A \oplus B) \ll 1 = (A \ll 1) \oplus (B \ll 1)$$



**Bild 6.** 3-Bit-CRC: einmal seriell (oben) und einmal parallel (unten).

dann mit dem Tabellenwert nochmal mit XOR verknüpft.

Das Füllen der Tabelle ist in Bild 7 darunter dargestellt. Der Befehl CRC+ verknüpft dabei einen CRC mit einem Datenbyte, das konstant 00h ist. Der CRC ist dabei die Laufvariable der Schleife, die auch den Offset in die Tabelle angibt.

### MSB first

In Filetransfer-Programmen werden die Daten oft mit dem MSB zuerst übertragen. Dadurch ergeben sich doch deutliche Unterschiede in der Berechnung des CRC, weshalb in Listing 2 alle Programme noch einmal für diese Variante aufgeführt sind. Das Schieberegister muß nun nicht mehr gedreht werden, weshalb POLY direkt den Wert aus dem Generatorpolynom annimmt. Das Datenbyte muß jedoch zu Beginn um acht Bit nach links geschoben werden, damit nunmehr die LSBs mit dem CRC-Wort übereinstimmen (Bild 8).

### CRC im Test

Der Test ist in FORTH einfach, weil man den Interpreter direkt mit Zahlen und Befehlen füllen kann. Im Listing findet sich jeweils ein kurzes Beispiel. Im Sender summiert man Initialisierungswert und Datenbytes. Was danach auf dem Stack zurückbleibt, ist der CRC, der übertragen wird. Im Empfänger summiert man zum Initialisierungswert die ankommenden Datenbytes und der übertragene CRC. Ist kein Fehler aufgetreten, ist danach der neue CRC 0000h.

Er ist auch dann 0000h, wenn auf FFFFh initialisiert wurde. Im HDLC-Protokoll wird jedoch das CRC-Wort zusätzlich

```
<| \ CRC-LSB.F74 Version: LSB in Data first
HEX
8408 CONSTANT POLY \ CRC-CCITT reverse
\ A001 CONSTANT POLY \ CRC-16 reverse

: CRC+ \ ( CRC Data --- CRC' ) Version 1
7 0 DO \ 8 x
2DUP XOR 0001 AND
IF SWAP 1SHIFT> POLY XOR ELSE SWAP 1SHIFT> THEN
SWAP 1SHIFT> LOOP DROP ;

: CRC+ \ ( CRC Data --- CRC' ) Version 2
XOR 7 0 DO \ 8 x
DUP 0001 AND IF 1SHIFT> POLY XOR ELSE 1SHIFT> THEN LOOP ;

7E00 CONSTANT CRC-TABLE \ Table with 512 Bytes

: FILL-TABLE \ ( --- )
FF 0 DO \ 256x : 00 ... FF
I 00 CRC+ I 1<SHIFT> CRC-TABLE + ! LOOP ;

FILL-TABLE

: CRC+ \ ( CRC Data ---CRC' ) Version 3
```

```
OVER XOR FF AND 1<SHIFT> CRC-TABLE + @ SWAP 8SHIFT> XOR ;

\ Test Sender:
0000 \ Initialisierung
54 CRC+ \ "T"
48 CRC+ \ "H"
45 CRC+ \ "E"
\ erzeugte CRC: N2 = 7D8D
\ Test Empfänger:
0000 54 CRC+ 48 CRC+ 45 CRC+
8D CRC+ 7D CRC+ \ erzeugte CRC: N2 = 0000

\ HDLC-Variante Test Sender:
FFFF \ Initialisierung
54 CRC+ 48 CRC+ 45 CRC+ \ erzeugte CRC = 44BE
FFFF XOR \ vor Senden CRC bitweise invertieren
\ erzeugte /CRC = BB41

\ HDLC-Variante Test Empfänger:
FFFF 54 CRC+ 48 CRC+ 45 CRC+ \ CRC = 44BE
41 CRC+ BB CRC+ \ erzeugte CRC = F0B8
|>
```

**Listing 1.** CRC+ in Forth programmiert.

```

<| \ CRC-MSB.SRC Version: MSB in Data first
HEX
1021 CONSTANT POLY \ CRC-CCITT
\ 8005 CONSTANT POLY \ CRC-16

: CRC+ \ ( CRC Data --- CRC' ) Version 1
8<SHIFT \ adjust Position of Byte
7 0 DO \ 8 x
2DUP XOR 8000 AND
IF SWAP 1<SHIFT POLY XOR ELSE SWAP 1<SHIFT THEN
SWAP 1<SHIFT LOOP DROP ;

: CRC+ \ ( CRC Data --- CRC' ) Version 2
8<SHIFT XOR 7 0 DO \ Loop 8 x
DUP 8000 AND IF 1<SHIFT POLY XOR ELSE 1<SHIFT THEN
LOOP ;

7E00 CONSTANT CRC-TABLE \ Table for 512 Bytes

: FILL-TABLE \ ( --- )
FF 0 DO \ 256x 00 ... FF
I 8<SHIFT 00 CRC+ I 1<SHIFT CRC-TABLE + ! LOOP ;

FILL-TABLE

: CRC+ \ ( CRC Data --- CRC ) Version 3
OVER 8SHIFT> XOR 1<SHIFT CRC-TABLE + @ SWAP 8<SHIFT
XOR ;

\ Test Sender:
0000 \ Initialisierung
54 CRC+ \ "T"
48 CRC+ \ "H"
45 CRC+ \ "E"
\ erzeugte CRC: N2 = 1E0A

\ Test Empfaenger:
0000 54 CRC+ 48 CRC+ 45 CRC+
1E CRC+ 0A CRC+
\ erzeugte CRC: N2 = 0000
|>

```

Listing 2. CRC-Berechnung mit MSB first.

vor dem Senden bitweise invertiert. Dadurch ist hier der gewünschte Wert nicht 0000h, sondern die magische Zahl 1D0Fh beziehungsweise nach Bitvertauschung F0B8h.

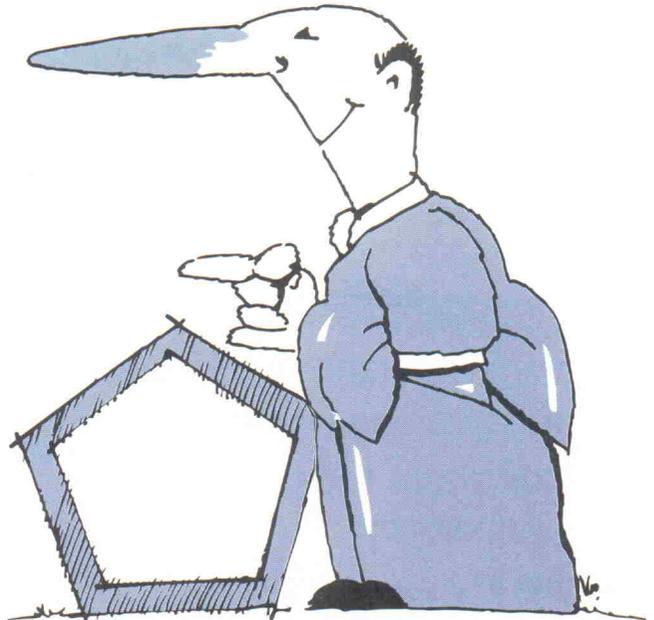
Die unterschiedlichen Versionen von CRC+ lassen einem die Wahl zwischen Geschwindigkeit und Verbrauch von Speicherplatz. Getestet wurden die LSB-first-Versionen auf einem nanoCARD-Einplatinencomputer. Dessen CPU M37451 ist mit dem 6502 softwarekompatibel und hat 3 MHz Busfrequenz. Die erste Version von CRC+ benötigt 1,2 ms/85 Byte, die zweite Version 0,7 ms/70 Byte und die dritte 140 µs/45 Byte. Bei der

letzten Version muß man aber noch die 512 Byte der Tabelle hinzuaddieren. Alle Versionen von CRC+ lassen sich leicht in Assembler umschreiben und damit weiter optimieren. *pen*

#### Literatur

- [1] Greg Morse, 'Calculating CRCs by Bits and Bytes', Byte 9/86, S. 115 ff.
- [2] Claus Kühnel, 'Fehlererkennung mit CRC', VD 1/92, S. 12 ff. (VD = 'Vierte Dimension', Zeitschrift der FORTH-Gesellschaft e.V.)
- [3] Monolithic Memories Inc. 'Systems Design Handbook' 1983

# Der Emulator mit dem richtigen Riecher. Besser als jede Spürnase.



#### Der MIME-600 und MIME-700 Emulator.

Für schnelles und sicheres „Debuggen“ beim Testen von Mikroprozessorsystemen. Heute und in Zukunft.

**68HC05**  
**68HC11**  
**68HC16**  
**68000/302**  
**68332/360**

H8/300 · H8/500  
6800/01/05/09 · 6301/09  
64180/Z80/Z180/8085

Wir informieren Sie gerne näher. Als Ihr Partner für Entwicklungssysteme und Software bieten wir Ihnen:

**Emulatoren, Compiler,  
Cross-Assembler, Hochsprachendebugger,  
Programmiergeräte.**



PENTICA SYSTEMS GmbH Deutschland  
Besigheimer Weg 117 · D-74343 Sachsenheim  
Tel. (0 71 47) 30 85 · Fax (0 71 47) 1 24 99

$$\text{CRC}' = \text{CRC} \left[ \begin{array}{c} \text{8} \\ \text{>} \end{array} \right] \oplus \text{Table} (\text{CRC} \oplus \text{Data})$$

$$\text{Table}(0) = 0000 \left[ \begin{array}{c} \text{CRC+} \\ \text{00} \end{array} \right]$$

$$\text{Table}(1) = 0001 \left[ \begin{array}{c} \text{CRC+} \\ \text{00} \end{array} \right]$$

$$\dots$$

$$\text{Table}(\text{FF}) = 00\text{FF} \left[ \begin{array}{c} \text{CRC+} \\ \text{00} \end{array} \right]$$

Bild 7. Formel zur CRC-Berechnung (oben) mit Tabelle (unten).

$$\text{CRC}' = \text{CRC} \left[ \begin{array}{c} \text{<} \\ \text{8} \end{array} \right] \oplus \text{Table} ((\text{CRC} \left[ \begin{array}{c} \text{8} \\ \text{>} \end{array} \right]) \oplus \text{Data})$$

$$\text{Table}(0) = 0000 \left[ \begin{array}{c} \text{CRC+} \\ \text{00} \end{array} \right]$$

$$\text{Table}(1) = 0001 \left[ \begin{array}{c} \text{CRC+} \\ \text{00} \end{array} \right]$$

$$\dots$$

$$\text{Table}(\text{FF}) = 00\text{FF} \left[ \begin{array}{c} \text{CRC+} \\ \text{00} \end{array} \right]$$

Bild 8. CRC mit Tabelle für MSB first.

# Embedded Systems '96

**Die beste Zeit.  
Der beste Ort.**

Technischer Fortschritt verlangt nach neuen Ideen. Innovationen entstehen nur durch unkonventionelle Lösungen.

**Ihr Forum für Sie:  
Die Embedded Systems!**

Sie beschäftigen sich mit der Konstruktion oder Entwicklung von Steuerungen, Regelungen mit integrierten Mikroprozessoren.

Sie suchen neue Anregungen, Ideen und fachkompetente Gesprächspartner.

**Besuchen Sie unsere  
Redaktion auf dem ELRAD-  
Gemeinschaftsstand in  
Halle 1, Stand S1.**

**Wir freuen uns auf Sie!**

**Messe & Kongreß  
14. - 16.2.1996,  
Stuttgart-Sindelfingen  
Halle 1, Stand S1**



**Elektronik hat einen Namen: ELRAD.**

# Wir laden ein



## **BAYER...** Ingenieurbüro für Digitale Signalverarbeitung

Consulting,  
Entwicklungsunterstützung,  
Kundenspezifische Systeme

### Prozessoren:

- NEC  $\mu$ PD7701x
- Analog Devices ADSP21xx
- Texas Instruments 320C3x
- Motorola 5600x

### Anwendungen:

- Telekom (PBX)
- Audio/Akustik
- Spezielle Messtechnik

Dietrichstraße 22 • 41468 Neuss  
☎ 02131-169450 • Fax: 02131-169451

*Wir freuen uns auf Ihren Besuch!*

## **Große-Wilde** INFORMATIONSTECHNIK

Wir präsentieren unser  
modulares Programmiersystem

*plug and burn*

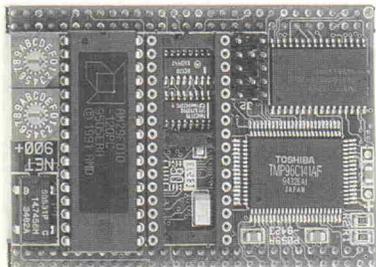
*Wir freuen uns  
auf Ihren Besuch*

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

## **ELZET** **80**

Der neue  
BITBUS-Kern:  
NET/900+

Der 8044 wird eingestellt –  
ELZET80 stellt die leistungsfähige Alternative vor:



16-BIT-Mikrocontroller mit BITBUS (IEE1118)  
und Multitask-Kern.  
Bis 512/512/512K Flash/EPROM/RAM,  
4 Timer, 10-BIT-ADC, 2 Ser, 2 PWM, RTC  
– bei uns auf der Embedded Systems

**ELZET 80 - Vaalser Str. 148 - D 52074 Aachen**

0241 Tel 87 00 81 FAX 870 231

## **ELEKTRONIK LADEN**

**Mikrocomputer GmbH,**  
W.-Mellies-Str. 88, D-32758 Detmold  
Tel.: 05232 /8171, Fax: 05232 /86197

- Die neuen 96er Kataloge „Von EMUFS und EPACs“ und „PC-Meßtechnik“ liegen für Sie bereit.
- Wir zeigen Ihnen viele neue Einplatinencomputer wie die **C-Mark**, **SCOTTY332**, **ZSLIC11**, **Controlboy** und **BB2**.
- Erhard Scherer demonstriert die neue Version von **ECO-C**, dem preiswerten C-Compiler für alle 68er.
- Oliver Thamm stellt sein neues langerwartetes Fachbuch „**Hip-Hop-HC11**“ vor.  
...darüberhinaus finden Sie bei uns HiLo's Universalprogrammierer **ALL-07** mit aktueller Software, Logic-Analyzer bis 100MHz, diverse ELRAD-Projekte...

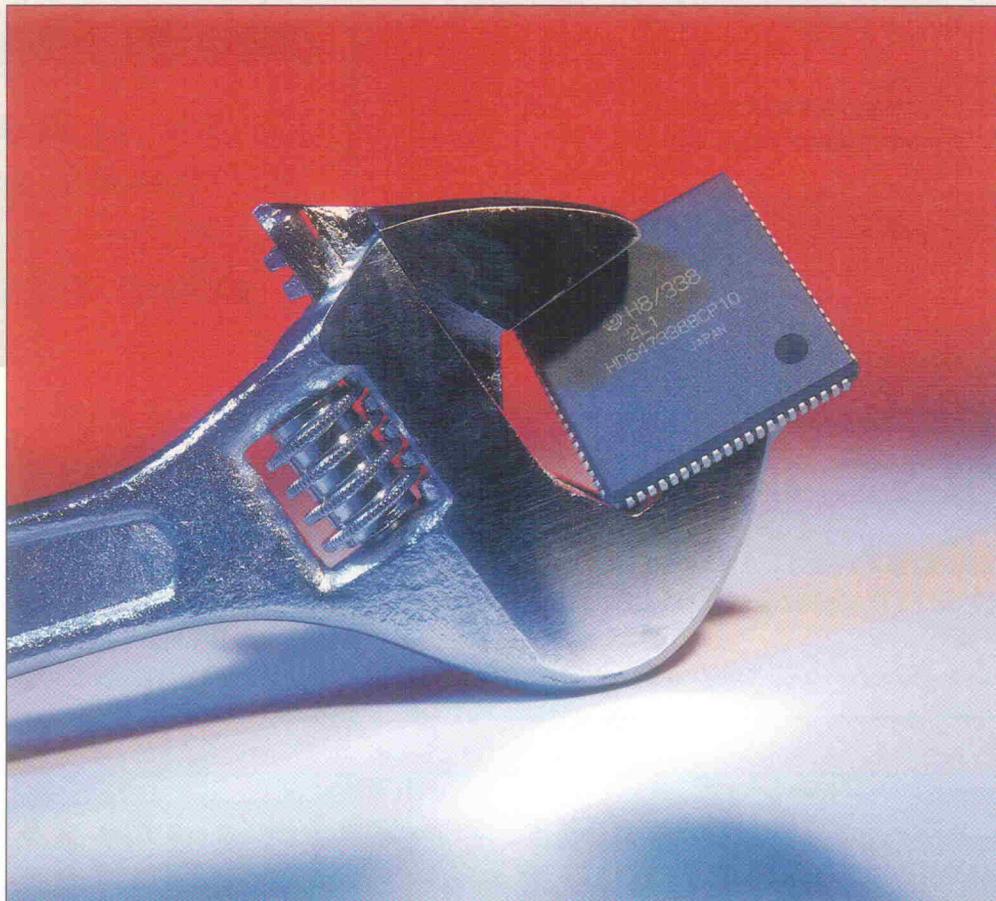
# µC-Tools

Entwicklungswerkzeuge für Mikrocontroller und Embedded Control

Markt

Karlheinz Morgenroth

Für die Entwicklung von Mikrocontrolleranwendungen steht längst mehr als nur Assembler zur Wahl. Gängige Programmiersprachen wie C, Pascal oder BASIC sind angesagt, selbst Debugger kommen kaum noch ohne komfortable Oberfläche aus, und integrierte Entwicklungsumgebungen verbreiten sich mittlerweile auch im Bereich Embedded Control. Zusätzliches Simulationswerkzeug erübrigt gar reale Zielhardware – und wenn das nicht ausreicht, gibt es immer noch den In-Circuit-Emulator.



Im Gegensatz zur nervigen Kommandozeile von einst bieten viele der aktuellen Controller Tools das, was sich bereits vor Jahren bei der PC-Programmierung durchgesetzt hat: komfortable Benutzeroberflächen unter DOS oder Windows sowie integrierte Entwicklungsumgebungen (IDE) mit einer Kombination aus Editor, Compiler und Debugger. Dennoch hat jedes dieser Tools seine Eigenheiten. Je nach unterstützten Controllerfamilien, Ausstattung und Preis weisen Compiler, Debugger, Simulatoren oder In-Circuit-Emulatoren (ICE) zum Teil erhebliche Leistungsunterschiede auf.

Dieser Artikel stellt eine Reihe von Soft- und Hardware-Werkzeugen für die Entwicklung und den Test von Controller-Applikationen und Embedded-Control-Anwendungen vor. In den Tabellen ab Seite 40 sind ver-

schiedene Compiler, Debugger, IDEs und In-Circuit-Emulatoren zusammengestellt, jeweils mit Angabe der vornehmlich unterstützten Controllertypen und -familien. Im weiteren sollen nun die wichtigsten Merkmale einzelner Produkte hier von vorgestellt werden.

## 51er-Dialektik

In den Bereich der Low-Cost-Entwicklungswerkzeuge fällt der Windows-Assembler für die 8051-Familie von Andreas Roth. Verschiedene Makro- und Ersetzungsfunktionen sowie Hochsprachenelemente als Ersatz für normale Assemblerausdrücke gestatten es, in einer teilweise selbstdefinierten Mischsprache zu programmieren. Gegenüber reinem Assembler bringt dies vielfach Erleichterungen mit sich. Zudem hält die Windows-Version um-

fassende Hilfetexte und -funktionen zu Aufbau und Programmierung der 8051-Familienmitglieder bereit.

Ebenfalls für die 8051-Familie bietet Wickenhäuser Elektrotechnik ein kleines, preiswertes Softwarepaket mit Assembler, BASIC-Compiler, Kommandozeilen-Debugger und einer Shell an. Der µ-BASIC-Compiler eignet sich dabei optimal für nicht allzu komplexe Aufgabenstellungen. Zusammen mit dem Assembler ist er eine ideale Ausgangsbasis für erste Schritte in der Erstellung eigener Mikrocontrollerapplikationen. Die gegen Ausbildungsnachweis gewährten 10 % Rabatt machen das Produkt zudem besonders für Schüler und Studenten interessant.

Auf den ersten Blick ein alter Bekannter, entpuppt sich der BASIC320-Interpreter von Li-

powsky Industrie-Elektronik als erweiterte BASIC-Version des ehemaligen MCS-BASIC-Originals von Intel. Über den bisherigen Sprachumfang hinaus werden allerlei neue und nützliche Funktionen geboten. Dazu zählen beispielsweise Befehle für zyklische und azyklische Interruptroutinen, erweiterte Fehlerbehandlung und Laufzeitkontrolle des Mikrocontrollers. Als absolute Neuheit sind unter anderem Befehle für das Programmieren von BASIC-Programmen in einen Flash-Speicher, das Speichern und Auslesen serieller EEPROMS sowie die Ansteuerung einer I<sup>2</sup>C-Schnittstelle und das Auswerten des RC5-Infrarotprotokolls zu nennen. BASIC-320 ist speziell für die schnellen 8051-Derivate von Dallas ausgelegt, Versionen für verschiedene Philips- und Siemens-Modelle sind aber ebenfalls verfügbar.

Eine kleine, aber feine Entwicklungsumgebung aus integriertem Makroassembler und Simulator der 8051- und 8052-Mikrocontroller bietet Geßler Elektronik mit PSim an. Neben der einfachen Bedienung fällt die Leistungsfähigkeit des integrierten Assemblers positiv auf. Er unterstützt Makros und versteht sich auch auf bedingte Assemblierung. Die Simulation ermöglicht eine einfache, aber sehr effektive Kontrolle und Fehlersuche, sowohl in mit PSim erstellten Binärdateien als auch in solchen mit Intel-Hex-Format. Zu jedem Zeitpunkt lassen sich beliebige Register- oder Speicherinhalte verändern und logische Zustände an den Ports automatisch zeitsynchron oder programmabhängig modifizieren. Erfreulich ist zudem der niedrige Preis, der bei Vorlage eines Ausbildungsnachweises nochmals spürbar sinkt.

### Low-Cost divers

Eine vielseitige Palette an µC-Werkzeugen stellt der Elektronikladen Detmold zur Wahl. Viele kleine und preiswerte Produkte mit großer Leistung ermöglichen dabei Entwicklungen auch bei beschränktem Budget. Wer die Familienmitglieder der 68HC11-Serie von Motorola komfortabel mittels Assembler programmieren möchte, dem bietet beispielsweise die integrierte Entwicklungsumgebung IDE11 inklusive Debugger und Monitorsoft-

ware eine einfache Möglichkeit hierzu. Wer des Assemblers überdrüssig ist und aus Gründen des Komforts lieber C einsetzen möchte, der erhält mit dem ICC11 C-Compiler ebenfalls einen günstigen Einstieg. Dieser ANSI-C-kompatible Compiler unterstützt auch die Mischung von C- und Assembler-Text. Die Standardbibliothek liegt dem Paket als Quelltext bei, woran nicht nur Profis ihr Freude finden dürften.

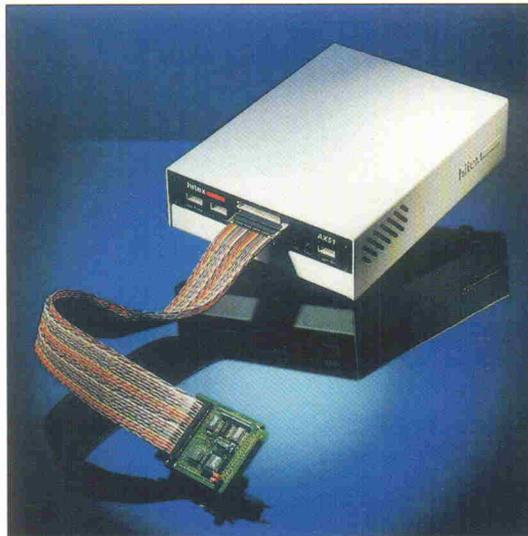
Mit dem ECO-C-Compiler und dem EDB-Debugger bietet MCT Paul & Scherer einen kompletten und preiswerten ANSI-C-Compiler für Embedded-Control-Applikationen mit Motorolas 68K-Prozessoren und -Mikrocontrollern an. Neben allen nötigen Hilfswerkzeugen, die einem den Weg vom C-Quelltext bis zu ROM-fähigen Programmen ebnen, liegen alle Bibliotheken auch im Quelltext bei. Dies ermöglicht eine einfache Anpassung an die eigene Hardware. Der kommandozeilenorientierte EDB-Debugger fügt sich nahtlos zwischen die von ECO-C erzeugten Programme und eine BDM- oder Debug-Monitorschnittstelle ein (BDM: Background Debug Mode).

### Intel integriert

Mit Works und WorksPlus stellt AppliWare zwei leistungsfähige Entwicklungsumgebungen für Mikrocontroller der 8051-, 80C166- oder 80C196-Familien zur Verfügung.

Das äußere Erscheinungsbild und der systematische Aufbau orientieren sich an den Werkzeugen von Borland. Einziger Unterschied ist das Fehlen eines integrierten Assemblers und Compilers. Diese müssen als externe Produkte hinzugekauft werden, wobei die Auswahl zwischen verschiedenen Assemblern sowie diversen Compilern und Sprachen mit einigen Einschränkungen freigestellt ist. Works bietet einen Editor mit syntaxorientierter Farbdarstellung, überzeugt aber vor allem durch seinen mächtigen Projektmanager. Dieser ist mit eigener Makros an Projekte anzupassen und sorgt auch bei ausschweifenden Applikationen für Überblick. In Form von Hypertext, liefert die Hilfefunktion alle nötigen Informationen über

**Bild 1.**  
Nachbildung  
für Intel –  
Emulator  
AX-51.



Aufbau, Funktion und Programmierung der jeweiligen Mikrocontrollerfamilie.

Die Version WorksPlus bringt zusätzlich einen integrierten Debugger mit, der über einen 1 KByte kleinen relozierbaren Monitor mit der Zielhardware kommuniziert.

Speziell für Siemens' Controllerfamilie rund um den 80C166 findet sich mit fast-view66 bei der Firma pls eine gelungene Symbiose aus integrierter Entwicklungsumgebung, Projekt- und Dokumentationsverwaltung sowie automatisierbarem Testsystem. Die Workbench fast-view66 bringt einen integrierten Hochsprachen-Debugger mit und gruppiert den Programmiereditor Codewright sowie die jeweils angebundene C- oder C++-Compiler. Letztere dürfen von HighTec, BSO/Tasking oder Keil Elektronik stammen. Neben seinen Standardwerkzeugen ist fast-view66 offen für besondere CASE-Tools und projektorientierte Versionskontrollen wie EasyCASE oder SourceSafe.

Eine weitere Besonderheit legt der Debugger durch seine Fähigkeiten beim Softwaretest an den Tag: Zusätzlich zu den gewohnten Funktionen kann er eine Testapplikation auch automatisch über verschiedenen Kanälen mit Eingaben und Stimuli versorgen. Gleichzeitig läßt sich deren Reaktion protokollieren. Eine C-verwandte Makrosprache vereinfacht außerdem die Vorgabe komplexer Testbedingungen.

Von der Firma Keil Elektronik sind außer den bekannten optimierenden C-Compilern für 8051-, MCS251- und 80C166-Familien mittlerweile auch eine integrierte Entwicklungsumgebung und ein Debugger erhältlich. Die IDE µVISION bietet alle Annehmlichkeiten einer modernen Programmierumgebung in Verbindung mit der hohen Leistung der bewährten C-Compiler von Keil. Dazu zählen unter anderem eine automatische Projektverwaltung und die problemlose Einbindung weiterer Werkzeuge.

**Mit über 4000 Lösungen:  
Immer die richtige  
Verbindung zur Hardware!**

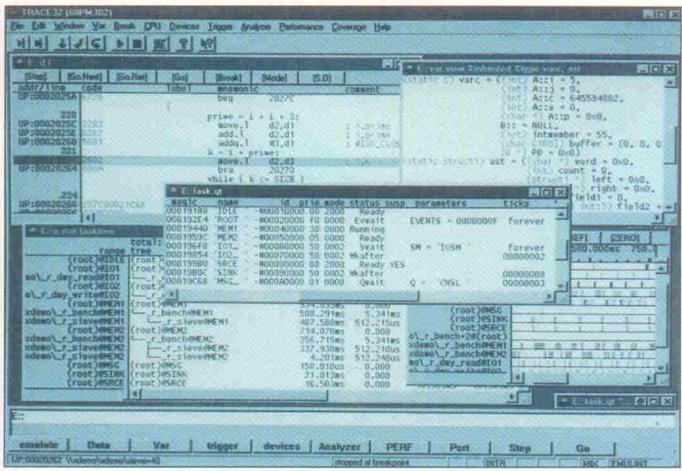
- Adapter, Meßmittel und Sockel für Entwicklung, Service und Produktion.
- Kompetente Beratung und weltweit umfangreichste Lieferpalette zur Adaptierung aller am Markt befindlichen IC-Gehäuse – auch bei Sonderlösungen!
- **Kostenlos:** Die aktuellen Adapter-Kataloge mit dem gesamten Angebot von Synatron und Emulation Technology – Gleich anfordern!

**Alles was Sie brauchen!**



**SYNATRON**

Gesellschaft für elektronische Datensysteme mbH  
Bretonischer Ring 13, D-85630 Grasbrunn  
Telefon 089-460 20 71, Fax 089-460 56 61



**Bild 2. Debugging unter Windows – das Frontend zum TRACE32-ICE.**

Sowohl als Einzelprodukt als auch in Verbindung mit  $\mu$ VISION kommt der Debugger dScope zum Einsatz. Er glänzt mit umfangreicher, äußerst produktiv einsetzbarer Funktionalität. Eine C-ähnliche Makrosprache ermöglicht beispielsweise die vollkommen freie Konfiguration und Steuerung des Debuggers und der auszuführenden Applikationstests. Mit dem integrierten Simulator oder dem Debug-Monitor zur Zielhardware kann die Testplattform dabei optional gewählt werden.

**Motorola-Kollektion**

Eine integrierte Entwicklungsumgebung für Motorolas 68K-Prozessoren und -Controller stellt Thau Computer mit dem InterTools Kit vor. Hier wurde der bekannte Codewright Editor als Workshell mit dem optimierenden InterTools C-Compiler und dem PassKey Debugger zu einer leistungsfähigen Einheit zusammengestellt, die auch anspruchsvollen Entwicklungsaufgaben gerecht wird.

Als deutscher Distributor für Produkte der Schweizer Firma Hiware bietet Diessner Datentechnik die gesamte Palette der HI-CROSS Entwicklungsumgebungen, Compiler, Assembler sowie Debugger und Simulatoren an. HI-CROSS Compiler gibt es nicht nur für die Standardsprache C, sondern auch für Modula-2. Sie sind für Motorolas 68K- und Hitachis H8/500-Mikrocontrollerreihen verfügbar. Die HI-CROSS IDE vereint alle Tools vom Compiler bis zum Debugger unter dem aus der PC-Welt bekannten Editor WinEdit. Ein Make-Tool er-

laubt die Verwaltung aller Quelldateien eines Projektes.

Der IRT-Cross-Debugger ermöglicht die Ausführung einer Applikationen entweder per Debug-Monitor, per BDM- oder per In-Circuit-Emulator direkt in der Zielhardware. Für den Programmtest auf dem Entwicklungsrechner gibt es zusätzlich einen CPU-Simulator. Passend zum IRT Debugger und als Alternative zu großen In-Circuit-Emulatoren bietet Diessner weiterhin zwei Background-Debug-Schnittstellen für Motorola-Bausteine an.

Mit den SDS-Tools stellt HSP eine integrierte Entwicklungsumgebung bereit, die sich ebenfalls für Applikationen mit Motorola 68K eignet. Zudem werden ColdFire-Controller sowie PowerPC-Prozessoren und -Mikrocontroller unterstützt. Neben einem Debugger, der alle wichtigen Echtzeitkerne unterstützt, umfasst die IDE auch ein komfortables Projektmanagement. Die Anbindung an ein Zielsystem erfolgt entweder per Monitor oder mit einem Emulator. Dazu gibt es hochoptimierende CrossCode C- und C++-Compiler inklusive aller nötigen Hilfswerkzeuge und Quellcodes sowie den Debugger von Single-Step, der auch über CPU- und Peripherie-Simulatoren verfügt.

Dr. Rudolf Keil (nicht zu verwechseln mit Keil Elektronik) bietet als Spezialist im Bereich der Echtzeitbetriebssysteme OS/9 und OS/9000 alle wichtigen Bestandteile zu deren Implementierung und Erweiterung nun auch für PowerPC-Controller an. Außerdem ist inzwischen eine umfassende Entwicklungsumgebung für die Realisierung echtzeitfähiger

Applikationen verfügbar: FasTrak wurde als vollkommen offene Architektur konzipiert und ermöglicht dadurch die einfache Verbindung zwischen Host-Entwicklungssystem, Werkzeugen wie dem Ultra C-Compiler und dem OS-9-Zielsystem, jeweils via TCP/IP- oder SLIP-Protokoll. Ebenso wie der FasTrak-Debugger sorgen die integrierte Projekt- und die optionale Versionsverwaltung für effektives, zügiges Arbeiten.

**PIC-Tools**

Microchip startet für seine PIC-Mikrocontroller mit zwei Paketen unterschiedlicher Intention. Das preislich sehr interessante PICStart wendet sich an alle, die mit geringem finanziellen Aufwand in die Entwicklung mit den neuen RISC-Controllern einsteigen möchten. Neben den Originalhandbüchern zur Controller-Hardware sind ein Assembler, ein Simulator mit integriertem Debugger sowie ein kleines Programmierboard mit einigen gängigen PIC-Bausteinen im Paketumfang enthalten. Der kombinierte Simulator/Debugger besitzt komfortable Funktionen zur vollständigen Überwachung und Stimulierung simulierter Mikrocontroller, was den Einsatz auch ohne externe Zielhardware ermöglicht.

An den professionellen Entwickler, der eine vollständige Kontrolle über seine Applikationen erreichen möchte, wendet sich hingegen das zweite Paket PICMaster. Zu den auch in PICStart enthaltenen Tools kommen hier noch der professionelle Pro Mate Programmierer und ein In-Circuit-Emulator samt komfortabler Windows-Software.

Produkte rund um PIC-Bausteine liefert auch das Ingenieurbüro Lehmann. Preiswert gelingt der Einstieg in die Erstellung von Applikationen und deren Simulation beispielsweise mit dem iL\_SIM16-Simulator. Er simuliert die Controller-typen 16C5x, 16C71 und 16C84 in übersichtlicher Darstellung. Die I/O-Leitungen der  $\mu$ Cs lassen sich per Stimulusdatei beliebig simuliert ansteuern. Für PIC-Bausteine, die auch Analogeingänge mitbringen, steht eine Simulation mittels verschiedener Kurvenformen und Funktionen bereit. Entwicklungen in einer Hochsprache ermöglicht zudem ein BASIC-Compiler.

Schließlich stellt Jürgen Ortman in mehreren Büchern Assembler und Simulatoren sowohl für die PIC-Familie als auch für die bekanntesten Mitglieder der 8051-Familie vor. Die beschriebene Software liegt den Büchern bei, Microchip's Original-PIC-Assembler ist allerdings nur getrennt erhältlich. Die beiden Simulatoren ähneln sich in ihrer strukturellen Gliederung und dem klaren Aufbau. Auch der Funktionsumfang ist bis auf prozessortypische Unterschiede identisch. Als Ausgangsdaten für die Simulation werden entweder Binärdateien oder die üblichen Ausgabeformate der jeweiligen Assembler (Intel-Hex, INHX) erwartet.

**XA-komplett**

Für die Entwicklung mit Philips neuen XA-Controllern stellt Ashling eine komplette Reihe von Entwicklungswerkzeugen vor. Die integrierte Entwicklungsumgebung WinEdit enthält alles, was für eine produktive Entwicklung zweckdienlich ist. Dazu gehören unter anderem syntaxorientierte Textfarben im Editor, ein komfortables Projektmanagement und eine umfangreiche kontextorientierte Hilfefunktion. Als Compiler steht bei Ashling HI-TECH C auf dem Programm. Produkte anderer Hersteller lassen sich aber auch in das System einfügen. Für die Fehlersuche steht schließlich der PathFinder-XA zusammen mit dem gleichnamigen In-Circuit-Emulator bereit.

Auch Ceibo bietet eine vollständige Werkzeugkette für Philips XA-Mikrocontroller an. In der Windows-basierten Entwicklungsumgebung XA-Project versammeln sich ein ANSI-C-Compiler, Assembler, Linker und Debugger inklusive Simulator. Der C-Compiler wurde mit speziellen, XA-hardwarenahen Erweiterungen versehen und taugt zudem zum Einsatz eines Echtzeitbetriebssystems. Auf dem fehlerreichen Weg der Implementierung gibt Ceibo Entwicklern den In-Circuit-Emulator DS-XA an die Hand.

**Multiple Werkzeugkästen**

BSO/Tasking bietet vom 68HC08 über die 8051-Familie bis zur R3000-Serie eine ein-

heitliche Entwicklungsumgebung auf Basis des Codewriter Editors und eigener optimierender C-Compiler an. Allein durch Austausch der jeweiligen Compiler- und Assemblermodule ist der Wechsel zu einer anderen Prozessortechnologie möglich. Da die Prozessor- und Compilerauswahl für jedes Projekt eigenständig erfolgt, sind auch Entwicklungen mit verschiedenen Mikrocontrollern unter Beibehaltung derselben Entwicklungsumgebung denkbar. Als leistungsfähiger Debugger steht CrossView zur Verfügung, der eigenständig mit einem Simulationsmodul, per Debug-Monitor oder über einen In-Circuit-Emulator seinen Dienst verrichten kann.

Mit Organon liefert CAD-UL eine komplette Reihe von Entwicklungswerkzeugen für die Erstellung von Applikationen auf Intels i386 bis Pentium sowie auf Motorola 68K-Chips. Zur Werkzeugpalette gehören lückenlos alle nötigen Tools für eine schnelle und effektive Entwicklungsarbeit. Dies beginnt mit der Organon Programmer's Workbench inklusive integriertem Tool- und Projektmanagement und setzt sich über optimierende C- und C++-Compiler, Makroassembler sowie Linker bis zum fensterorientiertem Hochsprachen-Debugger fort.

Eine extrem leistungsfähige Entwicklungsumgebung für Embedded- und Echtzeit-Applikationen präsentiert Wind River mit Tornado. Unter der Shell ist ein vollkommen modular aufgebautes Entwicklungssystem vereint. Es läßt sich nicht nur mit Standardkomponenten wie Projektverwaltung, C- und C++-Compiler

oder Debugger, sondern auch mit einer Vielzahl weiterer Verwaltungs- und Generierungswerkzeuge sowie Kommunikationsschnittstellen ausrüsten. Hierbei sind auch Produkte diverser anderer Anbieter zulässig. Von Wind River ist Tornado zusammen mit einem GNU C- und C++-Compiler sowie einer Remote-Debugger-Einheit erhältlich. Erstklassige Netzwerkunterstützung und -einbindung macht Tornado schließlich zum idealen Werkzeug für die Teamarbeit an großen Projekten.

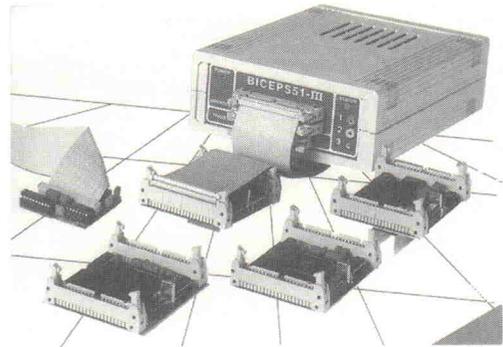
Mit dem XRAY-Debugger machte sich Microtec Research einen Namen bei Embedded-Applikationen mit großen Prozessoren. Neu ist nun die integrierte Entwicklungsumgebung XRAY MasterWorks, die den XRAY-Debugger mit einem Projekt- und Quellcodemanager sowie frei wählbaren C- und C++-Compilern kombiniert. Speziell für die Entwicklung von Echtzeitanwendungen in Projektgruppen wurde zudem die Software Spectra entwickelt. Als Client/Server-Architektur entworfen, ermöglicht sie nicht nur die konsequente Einbindung aller Entwicklungswerkzeuge in die IDE, sondern auch die gruppen- oder gar unternehmensweite Einbeziehung aller an einer Entwicklung beteiligten Mitarbeiter.

### Zielsystem-Ersatz

Mit dem System Design-51 stellt Ahlers EDV eine Art Zwitter aus einem einfachen Einplatinenrechner mit Monitorsoftware und einem In-Circuit-Emulator vor. Programme lassen sich auf dem PC mit dem mitgelieferten Assembler

# 8051-Emulatoren

**BICEPS51** professionelle Emulatoren "Made in Germany"



- neu: **BICTOP-Hochsprachen-Debugging-Software**
- neu: **32k x 72 Bit Real-Time-Trace mit 32 Bit Time Stamp**
- **vollständige Emulation in Echtzeit ohne Einschränkungen**
- **Emulation bis 42 MHz, unterstützt Dallas 80C320**
- **unterstützt großes Spektrum an 8051-Derivaten**
- **EPROM-Adapter für SMD-Versionen, Mini-Module etc.**
- **Banking-Support mit bis zu 512k Emulationsspeicher**

**Einführungsaktion:** Emulator, kmpl. mit 32k Real-Time-Trace u. POD nach Wahl **DM 3990,-**

**Brendes Datentechnik GmbH** ■ Stedinger Str. 7 ■ 26419 Schortens  
Tel.: 04423/6631 ■ FAX: 04423/6685 ■ Büro Braunschweig: 0531/506499  
Schweiz: Bernhard Elektronik 062-771 6944 ■ Österreich: EVK 0316/461664

## Mikrocontroller-Entwicklungstools

### Works/WorksPlus51/66/96; C-Compiler

Borland-kompatible Entwicklungsoberfläche für 805x-, 8016x- und 80196-Familien

#### Works:

- Multifile-Editor (Dateien > 64 kb)
- Macro-based Project- & Tool-Manager für Standard-ASM/C-Compiler
- Syntax-Highlighting im C und ASM
- Keyboard Macrorecorder
- On-line-help für C und CPU
- C/ASM-Packs mit Bonus!

nur **DM 299,-**

#### WorksPlus:

- Works mit Remote-HLL-Debugger
- Echtes Source-Tracking im C/ASM
- Disassembler (mit Write-to-Disk)
- Breakpoints; Breakpoint-Chains
- Watches in C-Syntax
- Memory-Dump
- Save/Restore für Debug-Sessions

ab **DM 599,-**

### In-Circuit-Emulatoren für 805x, 80166 und 80196

In-Circuit-Emulatoren mit Borland-kompatibler Entwicklungsoberfläche und HLL-Debugger



ab **DM 2499,-**

- Multifile-Editor - Projekt-Manager unterstützt die meisten C/ASM
- On-line-help für C und CPU - Disassembler
- Echtes Source-Tracking in C/ASM - Watches in C-Syntax
- Breakpoints (Blockboding Out-of-Code) - Trace im Source
- Performance-Analysator - Memory-Dump
- Pods für die meisten Derivate (preisgünstig) - EPROMMER
- Komplette C/ASM-Kits mit Bonus verfügbar!



ab **DM 599,-**

### Plug-in-Emulatoren

- PC-Hardware-Simulator für 805x, 80166 und 80188 µC
- Echter PC-Coprozessor
- Programm läuft in Echtzeit
- PC-Interface über DPRAM
- Hardwaremäßig erweiterbar



ab **DM 599,-**

### Evaluation-Boards

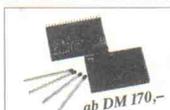


ab **DM 349,-**

- Stand-alone (Europa-Karte)
- Serielles PC-Link
- PC-gestützt (AppliBase)
- DPRAM-PC-Link
- Bilingual! (DuoBase)
- Neu: einsetzbar inner- und außerhalb des PC!

### Mikrocontroller-Module

- Kleine komplette Mikrocomputer-Systeme einsetzbar als Bauteil in jeder Anwendung.
- Verfügbar mit populären µC (80C53x, 80C52, 80C592, 80C166, 80C196, 68HCxx)



ab **DM 170,-**



nur **DM 999,-**

### Systemlösungen

- z.B. Enhanced-Serial-Controller mit Siemens-Chip ESCC2
- PC-Board für high-speed serielle Kommunikation (HDLC Protokoll)
- 2 unabhängige Kanäle
- On-board RS485-Treiber

**AppliWare Elektronik GmbH**  
Westendstraße 4, D-83043 Bad Aibling  
Tel.: 0 80 61-90 94-0 · Fax: 0 80 61-3 72 98 *Distributoren-Anfragen erwünscht!*



**Bild 3.** Passend zur Umgebung - In-Circuit-Emulator für PhilipsXA.

## Diverse Entwicklungswerkzeuge

Markt

Produkt	29K	68HC11	68K	8051	80C186	80C196	80x86	ColdFire	i960	M37700	Philips XA	PIC	PowerPC	SPARC	TLC5-9000	Z80	weitere MPU/MCUs	Preis ab <sup>1</sup>	Anbieter <sup>2</sup>
µ-BASIC 51 Compiler mit Assembler				✓														213,-	Wickenhäuser Elektrotechnik
AFD-Pro Debugger																V25		298,-	AdTec
ASM-XA											✓							790,-	Ceibo Entwicklungssysteme
BASIC-320 Compiler																80C320		175,-	Lipowsky Industrie-Elektronik
B-XC51 BASIC Compiler				✓														778,26	Elektronikladen
C++-Compiler	✓	✓	✓			✓		✓	✓				✓	✓	✓			k. A.	Microtec Research
C51 C-Compiler			✓															1950,-	Keil Elektronik
CA166 C-Compiler					✓													3950,-	Keil Elektronik
C-Compiler	✓	✓				✓		✓	✓				✓	✓	✓			k. A.	Microtec Research
COMPRETER 52 BASIC				✓														259,13	Elektronik Laden
CrossCode C/C++			✓				✓						✓					k. A.	HSP
C-SPY Debugger						✓												k. A.	IAR Systems
C-XA											✓							2900,-	Ceibo Entwicklungssysteme
DEBUG-XA											✓							790,-	Ceibo Entwicklungssysteme
dSCOPE Debugger				✓	✓						✓							1950,-	Keil Elektronik
ECO-C Compiler			✓															447,83	Elektronikladen und MCT Paul & Scherer
EDB Debugger			✓															447,83	Elektronikladen und MCT Paul & Scherer
HI-TECH C		✓	✓	✓												✓		1690,-	Reichmann Microcomputer
ICC11 C-Compiler		✓																300,-	Elektronikladen
ICC196 C-Compiler						✓												1950,-	IAR Systems
iL_ASS16 Assembler											✓							k. A.	Ing.-Büro Lehmann
iL_BAS16 BASIC-Compiler (inkl. Assembler)											✓							150,-	Ing.-Büro Lehmann
iL_SIM16 Simulator (inkl. Assembler)											✓							150,-	Ing.-Büro Lehmann
Keil C51/C166				✓	✓						✓							1950,-	AppliWare Elektronik
Keil C51/C166 Prof.				✓	✓						✓							3950,-	Elektronik Laden
Link&Locate386																80386		k. A.	Kontron Elektronik
LMI Forth Metacompiler			✓	✓	✓		✓									✓	z. B. RTX-2000	1400,-	FS Forth-Systeme
MC/A51 C-Compiler				✓														346,95	Elektronik Laden
MCS 251 C-Compiler																C251		2950,-	Keil Elektronik
MCS-51 DOS-Assembler				✓														150,-	Controllertechnik Andreas Roth
MI-C11 C-Compiler		✓																586,96	Elektronikladen
MICRO/C51				✓														450,-	AppliWare Elektronik
MIPS Simulationssystem				✓														694,78	Com Pro Hard- & Software
MPALC Assembler												✓						30,44	Jürgen Ortmann
MPASM												✓						k. A.	Arizona Microchip Technology
MPSIM (inkl. MPASM)												✓						147,80	Arizona Microchip Technology
Organon C/C++ Toolkit			✓				✓											k. A.	CAD-UL
Paradigm Link/Locate							✓											k. A.	FS ForthSysteme
Paradigm Debug/RT							✓											1980,-	FS Forth-Systeme
PathFinder-XA (inkl. ICE)											✓							13800,-	Ashling Mikrosysteme
Sim8051				✓														172,17	Jürgen Ortmann
SimPIC												✓						172,17	Jürgen Ortmann
SingleStep Debugger/Simulator			✓				✓						✓					k. A.	HSP
UCASM Assembler				✓								✓				✓	68xx, 68HCxx, 8048, H8, NEC78xx, TMS7000, Z8	215,65	Elektronikladen
Ultra C++ Toolkit			✓				✓						✓					k. A.	Dr. Rudolf Keil
XRAY Debugger	✓		✓				✓	✓	✓				✓	✓	✓			k. A.	Microtec Research

Angaben laut Hersteller/Distributor

<sup>1</sup> Basispreise zzgl. MwSt. (k.A.: je nach Optionen bzw. nur auf Anfrage) <sup>2</sup> Anbieteradressen siehe Seite 44

erstellen und über den Emulator im Zielsystem mittels Debugger austesten. Im Gegensatz zu 'echten' In-Circuit-Emulatoren führt Design-51 allerdings keine Echtzeit-Emulation durch. In vielen Applikationen dürfte dies aber leicht zu verschmerzen sein – nicht zuletzt wegen des gerin-

gen Systempreises. Für 8051-Anwendungen konzipiert, stellt das Produkt V'NICE-51 hingegen einen vollwertigen, aber immer noch preiswerten In-Circuit-Emulator dar: die mitgelieferte Software ermöglicht ein unkompliziertes Laden und Ausführen eigener Programme. Zusätzlich sind ein Echtzeit-

Trace-Board mit 16 KByte Speicher sowie ein Programmieraufsatz für alle 8751-Typen und EPROMs bis 512 KByte erhältlich.

Für die Fehlersuche in 8051-Anwendungen führt die Firma Brendes zwei Echtzeit-Emulatoren im Programm. Der kleine-

re und preiswertere BICEPS51-compact kontaktiert das Zielsystem über den EPROM-Sockel. ROM-Versionen der MCUs sind dabei nur über eine Piggy-Back-Version verwendbar. Die integrierten 32 KByte × 16 Bit Echtzeit-Trace-Speicher sind dafür auch bei komplexeren Problemen hilfreich.

## Integrierte Entwicklungsumgebungen

Produkt	29K	68HC08	68HC11	68K	8051	80C166	80C196	80x86	ColdFire 1960	Philips XA	PIC	PowerPC R3000	SPARC	TLCs-9000	Ausg. in C-Quelltext	weitere MPU/MCUs	Integr. Debugger	Integr. Compiler	Bemerkungen	Preis ab <sup>1</sup>	Anbieter <sup>2</sup>
µVISION																C251	✓			4250,-	Keil Elektronik
EDE		✓																		2000,-	Tasking Software
FasTrak				✓															OS9-Unterstützung	4950,-	Dr. Rudolf Keil
fast-view						✓														3500,-	pls Progr. Logik & Systeme
fuzzyTECH					✓	✓										ST6, 8096, 80C230	✓		Fuzzy Entwickl.- u. Optimierungswerkzeug	2390,-	Inform
Green Hills Multi							✓		✓			✓	✓			V810, SH, Alpha	✓			k. A.	XCC Software
HI-CROSS C, Modula-2, Assembler		✓	✓													68HC05, 68HC16, H8/500, ST7	✓			3700,- / 5000,-	Diessner Datentechnik und Hiware
HI-FLAG																	✓		Fuzzy Entwicklungssystem	5200,-	Diessner Datentechnik und Hiware
IDE11, C-Compiler		✓																		172,17	Elektronikladen
Intertools			✓				✓													3600,-	Thau Computer
JumpStart																ARM	✓			k. A.	VLSI
KAT-BS			✓																Pascal-Compiler	146,95	Elektronikladen
MCS-51					✓														Assembler u. Win.	150,-	Controllertechnik A. Roth
Organon Programmer's Workbench		✓				✓														8500,-	CAD-UL
PICMaster											✓								inkl. ICE	3900,-	Arizona Microchip Technology
PICStart											✓									159,-	Arizona Microchip Technology
PICStart											✓									346,95	Elektronikladen
PSim					✓															198,-	Gefler Elektronik
SDS-Tools				✓				✓												9000,-	HSP
SYS 8052, BASIC																8082AH				213,-	Elektronikladen
TORNADO	✓		✓				✓		✓							PPC, MIPS	✓			k. A.	Wind River Systems
Ultra-XA																				k. A.	Ashling Mikrosysteme
Works					✓	✓	✓													299,-	AppliWare Elektronik
WorksPlus					✓	✓	✓													799,-	AppliWare Elektronik
WRKit-51					✓															2850,-	Roth Hardware + Software
XA-Project																				k. A.	Ceibo Entwicklungssysteme
XRAY MasterWorks	✓		✓				✓	✓			✓	✓	✓			M37700				k. A.	Microtec Research

Angaben laut Hersteller/Distributor

<sup>1)</sup> Basispreise zzgl. MwSt. (k. A.; je nach Optionen bzw. nur auf Anfrage)

<sup>2)</sup> Anbieteradressen siehe Seite 44

Der größere Bruder BI-CEPS51-III verfügt über einen Zielsystemanschluß via POD, einen breiteren Trace-Speicher von 32 KByte × 72 Bit sowie eine größere Optionsvielfalt. Beiden gemeinsam ist das Debugging-Frontend BICTOP, das Hochsprachenunterstützung bietet und ein bequemes Arbeiten ermöglicht.

AK Elektronik deckt mit den Produkten einer ganzen Reihe bekannter Emulatoren-Hersteller eine sehr breite Palette von Mikrocontrollern ab: So ist zum Beispiel mit dem Check-Mate Emulator ein kleiner Echtzeit-In-Circuit-Emulator für die 80C186- und 80C196-Familie lieferbar, der in der Größe vieler PODs anderer Emulatoren liegt. Dank einer eigenen seriellen Hochgeschwindigkeitsschnittstelle lassen sich auch ohne Ethernet-Anbindung 40...60 KByte pro Sekunde zwischen Emulator und Host-PC transferieren.

Besonders elegante Fehlersuche und Applikationstest gestattet zudem der Paradigm DEBUG/CheckMate, eine Variante des normalen Paradigm Debuggers. Er gleicht bekannten Borland-Debuggern, bringt aber eine auf die Bedürfnisse der Mikrocontroller und des Emulators hin erweiterte Umgebung mit.

Sowohl für den V25 als auch für NECs 78K/0-Serie bietet AdTec In-Circuit-Emulatoren an: Der schon länger erhältliche AdvICE-II für V25 sowie der neue ELALUTION-K/0 gestatten Testläufe bei direktem Zugriff auf CPU-Kern und On-Chip-Peripherie. Durch Verwendung einer mitgelieferten erweiterten Parallelschnittstelle ist auch ohne Ethernet-Anschluß ein zügiger Betrieb des Emulators gewährleistet.

Beide Emulatoren verwenden darüber hinaus das gleiche Steuer-Frontend auf dem PC. Hierzu kommt der auch in DOS-Kreisen bekannte AFD-

Pro Debugger zu Einsatz. Seine Oberfläche ist zwar nicht SAA-konform, aber dennoch äußerst funktionell und schnell zu beherrschen. Zu den Grundpaketen des V25- und des 78K/0-Emulators sind weitere Optionen für die Quelltextunterstützung während des Debuggings erhältlich. Sie setzen allerdings einen C-Compiler von Microsoft (V25) oder IAR (78K/0) voraus.

Für fast alle Motorola-Mikrocontroller bietet die Firma CC&I passende In-Circuit-Emulatoren an. Neben den Standard-Produkten der PowerPack-Serie findet sich im Lieferprogramm beispielsweise ein handlicher BDM-Debugger für 68K- und 68HC16-MCUs. Ein breiteres Spektrum an Motorola-Controllern, vom 68300 über ColdFire bis zum PowerPC, deckt visionICE ab. Dieser skalierbare Emulator läßt sich in Modulsteckweise controller-spezifisch und sukzessive mit

steigenden Anforderungen erweitern.

Einen Boundary-Scan-Emulator speziell für die Arbeit mit Motorolas PowerPC 603 offeriert die Firma Synatron. Dieser kommuniziert über den ursprünglich für Board- und Hardwaretests implementierten JTAG-Testport des Prozessors mit dessen Debug-Resourcen. Dies gestattet eine einfache, aber echtzeitfähige In-Circuit-Emulation. Zusätzlich ermöglicht der Emulator den Zugriff auf alle an den PowerPC angeschlossenen Speicher- und Peripheriebausteine. Somit sind nicht nur das einfache Einladen der Testapplikation in das Zielsystem, sondern auch diverse Modifikationen an der Peripheriekonfiguration möglich.

### Querbeet-ICES

Mit den Echtzeit-In-Circuit-Emulatoren von HMI deckt gsh Systemtechnik einen weiten Be-

## In-Circuit-Emulatoren

Produkt	CPU-Familien											weitere MPU/MCUs	Bemerkungen	Preis ab <sup>1</sup> Anbieter <sup>2</sup>				
	diverse 8-Bit-Contr.	diverse 16-Bit-Contr.	diverse 32-Bit-Contr.	68HC11	68HC16	68K	683xx	8051	80386	80C166	80C196			Philips XA	PIC	PowerPC		
AdVICE-II															V25, V35		7500,-	AdTec
AiCE																	2499,-	AppliWare Elektronik
AppliPE																	699,-	AppliWare Elektronik
AX166																	17 500,-	Hitex Systementwicklung
AX51																	13 000,-	Hitex Systementwicklung
AX6811																	13 100,-	Hitex Systementwicklung
AX68300																	16 300,-	Hitex Systementwicklung
BDI-HS																BDM High-Speed Debugger	2550,-	Diessner Datentechnik und Hiware
BDI-S																BDM Debugger	1700,-	Diessner Datentechnik und Hiware
BDM																BDM Debugger	k. A.	Lauterbach Datentechnik
BDM 38K																BDM Debugger	138,26	Elektronikladen
BICEPS51-compact																	2500,-	Brendes Datentechnik
BICEPS51-III																	2800,-	Brendes Datentechnik
CheckMate II																	19 990,-	AK Elektronik
CodeICE															80C186 u. a. 80468		40 000,-	Applied Microsystems
CodeTAP-BDM																BDM Debugger	6000,-	Applied Microsystems
CodeTAP-XA																	15 000,-	Applied Microsystems
CodeTEST																Verifizierungssystem	18 000,-	Applied Microsystems
Dprobe386EX																für 386 EX	k. A.	Kontron Elektronik
DS-XA																	7900,-	Ceibo Entwicklungssysteme
EL1600																	25000,-	Applied Microsystems
EL3200																	50 000,-	Applied Microsystems
EMUL16/300																	6600,-	Nohau Elektronik
EMUL16/300-PC																PC-Steckkarte	5000,-	AK Elektronik
EMUL196																	9600,-	Nohau Elektronik
EMUL196-PC																PC-Steckkarte	k. A.	AK Elektronik
EMUL51-PC																PC-Steckkarte	4000,-	AK Elektronik
EMUL51XA																	3900,-	Nohau Elektronik
EMUL68																	7200,-	Nohau Elektronik
EVALUTION-K/O																	7800,-	AdTec
HMI 200															NEC 78K/0 Z180, 64180, 6809, 8085, 8096, Z80 MC68332		9710,-	gsh - Systemtechnik
HMI Lite																	5990,-	gsh - Systemtechnik
iC166																	11 990,-	AppliWare Elektronik
iC2000																	6380,-	iSYSTEM
ICEMAN-R3041																IDE3041	k. A.	AK Elektronik
KSE5																	29 000,-	Kontron Elektronik
MICEpack																68306	k. A.	CC&I
MIME-600																	k. A.	Pentica Systems
MIME-700																	k. A.	Pentica Systems
PCE 8130C																	9500,-	Roth Hardware + Software
PICMASTER																	3900,-	Arizona Microchip Technology
PowerEM-603																PPC603	k. A.	Synatron
PowerPack																	k. A.	CC&I
Softaid UEM																80C186	16 990,-	AK Elektronik
SYS-R3051																IDT3051	k. A.	AK Elektronik
Teletest32																	30 000,-	Hitex Systementwicklung
TRACE32																auch 64-Bit	k. A.	Lauterbach Datentechnik
V'NICE																	1998,-	Ahlers EDV Systeme
visionICE																ColdFire	k. A.	CC&I
WICE-6811																	k. A.	Pentica Systems

Angaben laut Hersteller/Distributor

<sup>1)</sup> Basispreise zzgl. MwSt. (k. A.: je nach Optionen bzw. nur auf Anfrage)

<sup>2)</sup> Anbieteradressen siehe Seite 44

reich von Mikrocontrollern der 8051-, 8096- und Z80-Familien sowie fast aller Motorola-Chips aus den 68HC- und 68K-Reihen ab. Neu im Angebot sind hier zudem Emulatoren für die Mikrocontroller unter den PowerPC-Bausteinen. Als hochsprachfähigen Debugger ist allen Emulatoren die Software Source-

Gate für DOS und Windows beigefügt. Eine kostengünstige Lösung für Motorolas 68300- und 68HC16-Familien steht mit dem HMI-Lite In-Circuit-Emulator und der BDM-Lösung bereit.

Ebenfalls für die gängigen µCs der Gruppen 8051, 80C166, 68HC11 und 68300 bietet

Hitex die leistungsfähigen In-Circuit-Emulatoren der AX-Serie an. Ein kompromißloses und universelles In-Circuit-Testsystem für verschiedene 16- und 32-Bit-Prozessortypen stellt hier beispielsweise Teletest32 dar. Mit einem Emulationsspeicher bis 52 MByte sowie komfortablen Trigger-,

Trace- und Leistungsanalysen wird jeder noch so schwerwiegende Fehler und jedes Testproblem gemeistert. Zusammen mit dem Frontend-Debugger und Testprogramm HiTOP, das für alle Hitex Emulatoren geeignet ist, gestaltet sich die Arbeit ausgesprochen übersichtlich und angenehm.

Auch Nohau unterstützt Entwicklungen für die Familien 8051, 68HC16, 68300 sowie Philips' XA-Reihe mit In-Circuit-Emulatoren – allerdings in Form von Einsteckkarten für den PC-Bus. Für die Einbindung in ein Netzwerk sind eine Ethernet-Box und ein LanICE Emulator verfügbar. Eine preiswerte Variante stellt die BDM-Schnittstellenkarte von Nohau dar. Allen Emulatoren und dem BDM-Interface ist ein einheitliches Debugger-Frontend für DOS und Windows gemeinsam.

Die gesamte Palette der 8- und 16-Bit-Mikrocontroller von Motorola und Hitachi unterstützen die beiden Echtzeit-Emulatoren MIME-600 und MIME-700 von Pentica Systems. Sie verfügen über bis zu 256 KByte/2 MByte Emulations- sowie 184 KByte/500 KByte Symbolspeicher. Der Emulationsspeicher kann in Blockgrößen bis hinab zu 512 Byte im gesamten Adreßraum verteilt werden, wobei sich verschiedene Arten von Testpunkten an jeder Stelle im Speicher festlegen lassen. Als Debugger-Frontend kommen entweder MimeView oder Produkte anderer Hersteller, zum Beispiel der IRT-Debugger aus dem HI-CROSS-Entwicklungskit, zum Einsatz.

## High-End-Emulation

Als Meister des Universellen gibt sich auch der In-Circuit-Emulator TRACE32 von Lauterbach. Durch sein vollkommen modulares Konzept ist er je nach Prozessorwahl und individuellen Anforderungen optimal konfigurierbar. Ein einmal erworbener Emulator läßt sich somit auch bei Wechsel des Controllertyps beibehalten und problemlos an die neue Situation anpassen. Zusätzliche Lo-

gikanalysator- und Programmiermodule rüsten den Emulator bei Bedarf zum universellen Testinstrument auf. Wie der Emulator selbst ist auch das Frontend eine Klasse für sich. Es zeichnet sich in puncto Flexibilität und Funktionalität unter anderem durch eine eigene Prüf- und Makrosprache aus.

Geradezu prädestiniert für den Einsatz im Zusammenhang mit High-End-Prozessoren ist Kontron KSE5-Emulator. Neben allen üblichen x86-Prozessoren von Intel und der Siemens 80C166-Familie versteht er sich ebenso blendend mit Motorolas 68K-Reihe. Für die Emulation ROM-loser 68HC11- und 8051- $\mu$ Cs steht der kleiner KSC-Emulator zur Verfügung. In Verbindung mit Embedded-Applikationen rund um Intels x86 bietet Kontron zudem seine SSI-Tools in verschiedenen Ausbaustufen für 32-Bit-Real- und -Protected-Mode-Applikationen an.

Sowohl für 16- als auch für 32-Bit-Typen der Prozessoren und Controller von AMD, Motorola, Toshiba und Intel bieten sich Applied Microsystems In-Circuit-Emulatoren an. Mit der CodeICE Reihe stehen zum Beispiel leistungsstarke Produkte für 32-Bit-Bausteine von Motorola und Intel bereit, und als Low-Cost-System ist der CodeTAP-BDM-Debugger für Motorola-68K-Controller bereits eine echtzeitfähige Alternative zu vielen größeren Emulatoren.

## Außer der Reihe

Bei dem Mikroprozessor-Simulationssystem MIPS handelt es sich weniger um ein Entwicklungswerkzeug. MIPS ist vielmehr ein Tool für den Einsatz bei Schulungen an Mikroprozessoren und -controllern. Das System simuliert am Bildschirm

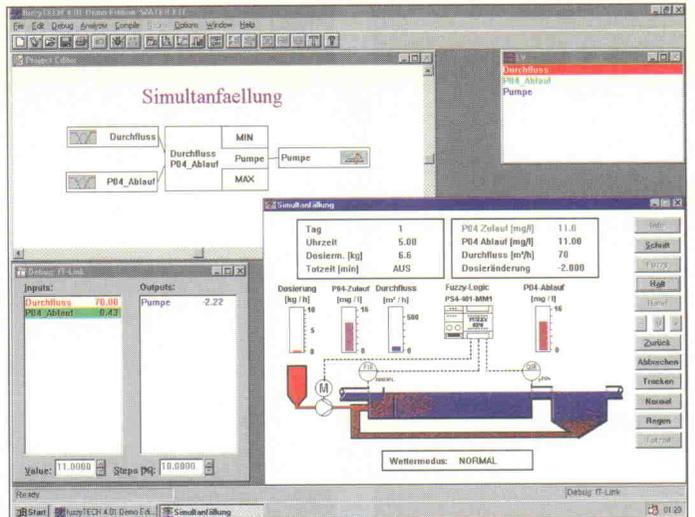


Bild 4. Controller speziell – das Software-Ambiente der fuzzyTECH-Umgebung.

einen kompletten Einplatinenrechner mit Tastatur und Anzeige. Es ermöglicht dabei auch einen Blick in das Innere der CPU und stellt grafisch alle Registerinhalte, Datenflüsse und Statuszustände dar. Einmal erstellte und simulierte Programme können via Intel-Hex- oder Motorola-S-Format in ein reales System übertragen werden. MIPS ist mit verschiedenen Prozessormodulen erhältlich, die vom 8080, über die 8051-Familie bis zum 68K reichen.

Forth ist noch immer eine Nischensprache. Daran haben bisher auch etliche Neuentwicklungen nicht viel ändern können. Dennoch ist die Fangemeinde groß, und sie schwört seit langem auf die Vorzüge dieser Sprache. Für Entwicklungen in Forth bietet FS Forth-Systeme den LMI Metacompiler an. Er unterstützt neben gängigen CPUs auch einige spezielle Mikrocontroller wie den RTX-2000 von Harris. Weiterhin gibt es bei FS verschiedene Implementierungswerkzeuge für Intels 386EX, darunter Paradigm Locate und den zum Debuggen echtzeitorientierter Programme fähigen Paradigm Debug/RT.

Aus dem Hause Inform, vom deutschen Fuzzy-Experten Prof. Hans-Jürgen Zimmermann gegründet, stammt das integrierte Fuzzy-Entwicklung-, Test- und Optimierungssystem fuzzyTECH. Bereits in seiner integrierten Entwicklungsumgebung lassen sich komplexe Verhaltens- und Steuerungsstrukturen übersichtlich mittels grafischer Elemente definieren und darstellen. Der

Debugger gestattet es, eine Fuzzy-Applikation noch vor der eigentlichen Portierung auf ein Zielsystem nach Schwachstellen zu durchsuchen und entsprechend zu modifizieren. Auch sind verschiedene Tests, beispielsweise des Zeitverhaltens, möglich. Schließlich läßt sich mit diversen Optimierungswerkzeugen das Fuzzy-Modell verbessern. Auch Instabilitäten können erkannt und eliminiert werden. Je nach Version von fuzzyTECH kann aus dem erstellten Modell entweder C-Quellcode oder ein optimierter Assemblertext für das Zielsystem erzeugt werden.

## Public Tools

Schon aufgrund des Umfangs kann dieser Beitrag natürlich nur eine begrenzte Auswahl aller auf dem Markt feilgebotenen Entwicklungswerkzeuge für Mikrocontroller und Embedded-Applikationen vorstellen. So mußten zum Beispiel die vielen Public-Domain- und Shareware-Produkte ausgeklammert werden. Zum Teil kostenlos erhältlich, lassen sich einige von ihnen aber in puncto Leistungsfähigkeit durchaus mit kommerziell vertriebenen Konkurrenten vergleichen. Etliche PD-Produkte eignen sich zudem besonders für einen ersten praktischen Einstieg in die Materie 'Mikrocontroller'. Zu beziehen sind solche PD-Tools beispielsweise aus einschlägigen Mailboxen – etwa die der ELRAD-Redaktion, in der sich unter anderem Assembler und Debugger für Controllertypen wie 8048, 8051x, 80166, 68HC11 oder PIC finden. kle

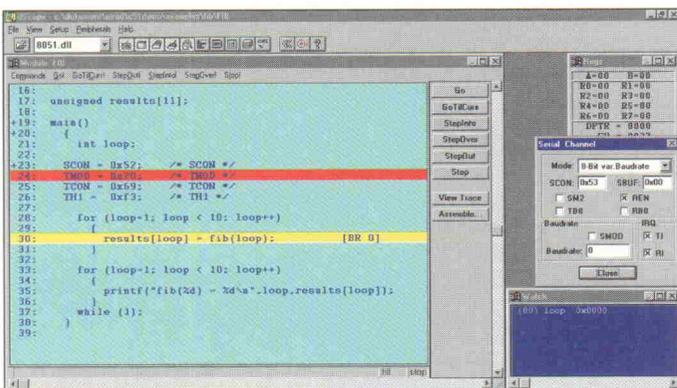


Bild 5. Integriert oder stand-alone – der dScope-Debugger.



**MCT Paul & Scherer**  
Mikrocomputertech. GmbH

Wattstraße 10, 13355 Berlin  
Tel.: 030-4631067, Fax: 030-4638507



**Nachrichtentechnik**  
Dipl.-Ing. C. Wulf

Max-Brauer-Allee 54, 22765 Hamburg  
Tel.: 040-38610100, Fax: 040-38610102

**GMS**

**Gesellschaft für Mikro**  
System Elektronik mbH

Hauptstraße 102, 65760 Eschborn  
Tel.: 06196-45950, Fax: 06196-45960

**BUSSE**

**Digitalelektronik**  
GmbH

Bahnhofplatz 10, 70806 Kornwestheim  
Tel.: 07154-8160810, Fax: 07154-8160866



**PTL Elektronik GmbH**

Putzbrunner Str. 264, 81739 München  
Tel.: 089-6018020, Fax: 089-6012505



**MCT Lange & Thamm**  
Mikrocomputertech GbR

Hohe Straße 9-13, 04107 Leipzig  
Tel.: 0341-2118354, Fax: 0341-2118355

**Wir sind Ihr Partner für**  
**Embedded Control:**

**Entwicklung & Vertrieb**  
**Hardware & Software**

**Unseren Katalog**  
**schicken wir Ihnen**  
**gern kostenlos zu!**

**ELEKTRONIK**  
**LADEN**

**Mikrocomputer GmbH**

Wilhelm-Mellies-Straße 88  
32758 Detmold  
Tel.: 05232-8171  
Fax: 05232-86197  
Mailbox: 05232-85112

## Anbieteradressen – Mikrocontroller-Tools

AdTec GmbH  
Tulpenstraße 11  
71093 Weil im Schönbuch  
☎ 0 70 31/65 20 02  
☎ 0 70 31/65 20 04

Ahlers EDV Systeme GmbH  
Egerlandstraße 24a  
85368 Moosburg  
☎ 0 87 61/42 45  
☎ 0 87 61/14 85

AK Elektronik Vertriebs GmbH  
Eichenstraße 11  
86567 Hilgertshausen  
☎ 0 82 50/74 30  
☎ 0 82 50/74 30

Applied Microsystems  
Stahlgruberring 11a  
81829 München  
☎ 0 89/42 74 03-0  
☎ 0 89/42 74 03-33

AppliWare Elektronik GmbH  
Westendstraße 4  
83043 Bad Aibling  
☎ 0 80 61/90 94-0  
☎ 0 80 61/3 72 98

Arizona Microchip Technology GmbH  
Gustav-Heinemann-Ring 125  
81739 München  
☎ 0 89/62 71 44-0  
☎ 0 89/62 71 44-44

Ashling Mikrosysteme  
Brunnenweg 4  
86415 Mering  
☎ 0 82 33/3 26 81  
☎ 0 82 33/3 26 82

Brendes Datentechnik GmbH  
Lebacher Straße 12  
38116 Braunschweig  
☎/☎ 05 31/50 64 99

CAD-UL GmbH  
Einsteinstraße 37  
89077 Ulm  
☎ 07 31/9 37 60-0  
☎ 07 31/9 37 60-27

CC&I  
Starnberger Straße 22  
82131 Gauting bei München  
☎ 0 89/8 50 97 18  
☎ 0 89/8 50 97 19

Ceibo Entwicklungssysteme GmbH  
Rheinstraße 32  
64283 Darmstadt  
☎ 0 61 51/2 75 05  
☎ 0 61 51/2 85 40

Com Pro Hard- & Software Vertrieb  
Reinsburgstraße 82  
70178 Stuttgart  
☎ 07 11/62 77 40  
☎ 07 11/62 77 60

Controllertechnik  
Andreas Roth  
Waldstraße 19a  
69488 Birkenau  
☎ 0 62 01/3 20 55  
☎ 0 62 01/3 36 79

Diessner Datentechnik  
Furtwanger Straße 9  
71034 Böblingen  
☎ 0 70 31/28 95 38  
☎ 0 70 31/28 95 41

Elektronikladen  
W.-Mellies-Straße 88  
32758 Detmold  
☎ 0 52 32/81 71  
☎ 0 52 32/8 61 97

FS Forth-Systeme GmbH  
Kühnheimer Straße 21  
79206 Breisach  
☎ 0 76 67/5 51  
☎ 0 76 67/5 55

Geßler Elektronik  
Herzog-Ludwig-Straße 1e  
89423 Gundelfingen  
☎ 0 90 73/25 09  
☎ 0 90 73/37 37

gsh – Systemtechnik GmbH  
Ebenböckstraße 25  
81241 München  
☎ 0 89/8 34 30 47  
☎ 0 89/8 34 04 48

Hitex Systementwicklung GmbH  
Greschbachstraße 12  
76229 Karlsruhe  
☎ 07 21/96 28-0  
☎ 07 21/96 28-1 89

Hiware AG  
Gundeldingerstraße 432  
CH 4053 Basel  
☎ +41-61/3 31-71 51  
☎ +41-61/3 31-10 54

HSP  
Nottulner Landweg 90  
48161 Münster  
☎ 0 25 34/62 08-0  
☎ 0 25 34/62 08-20

IAR Systems GmbH  
Brucknerstraße 27  
81677 München  
☎ 0 89/4 70 60 22  
☎ 0 89/4 70 95 65

Inform GmbH  
Paskalstraße 23  
52076 Aachen  
☎ 0 24 08/9 45 60  
☎ 0 24 08/60 90

iSYSTEM  
Einsteinstraße 5  
85221 Dachau  
☎ 0 81 31/2 50 83  
☎ 0 81 31/1 40 25

Jürgen Ortmann  
Siedlerstraße 34  
83308 Trostberg  
☎ 0 80 75/17-2 71  
☎ 0 86 21/64 50-51

Keil Elektronik GmbH  
Bretonischer Ring 15  
85630 Grasbrunn  
☎ 0 89/46 50 57  
☎ 0 89/46 81 62

Dr. Rudolf Keil  
Gerhart-Hauptmann-Straße 30  
69221 Dossenheim  
☎ 0 62 21/86 20 91  
☎ 0 62 21/86 19 54

Kontron Elektronik GmbH  
Oskar-von-Miller-Straße 1  
85386 Eching  
☎ 0 81 65/77-0  
☎ 0 81 65/77-1 28

Lauterbach Datentechnik GmbH  
Fichtenstraße 27  
85649 Hofolding  
☎ 0 81 04/8 94 30  
☎ 0 81 04/89 43 49

Ingenieurbüro Lehmann  
Fürstenbergstraße 8a  
77756 Hausach  
☎ 0 78 31/4 52  
☎ 0 78 31/4 52

Lipowsky Industrie-Elektronik GmbH  
Römerstraße 57  
64291 Darmstadt  
☎ 0 61 51/35 13 25  
☎ 0 61 51/35 18 14

MCT Paul & Scherer GmbH  
Wattstraße 10  
13355 Berlin  
☎ 0 30/4 63 10 67  
☎ 0 30/4 63 85 07

Microtec Research GmbH  
Haidgraben 1c  
85521 Ottobrunn/München  
☎ 0 89/6 09 00 81  
☎ 0 89/6 09 96 59

Nohau Elektronik GmbH  
Goethestraße 4  
75433 Maulbronn  
☎ 0 70 43/4 02 47  
☎ 0 70 43/4 05 21

Pentica Systems GmbH  
Besigheimer Weg 117  
74343 Sachsenheim  
☎ 0 71 47/30 85  
☎ 0 71 47/1 24 99

pls Programmierbare Logik & Systeme  
GmbH  
Lange Straße 28  
02977 Hoyerswerda  
☎ 0 35 71/48 38-0  
☎ 0 35 71/48 38-31

Reichmann Microcomputer GmbH  
Planckstraße 3  
71691 Freiberg  
☎ 0 71 41/7 10 42  
☎ 0 71 41/7 53 12

Roth Hardware + Software  
Waldstraße 16  
82284 Grafath  
☎ 0 81 44/15 36  
☎ 0 81 44/15 35

Synatron GmbH  
Bretonischer Ring 13  
85630 Grasbrunn  
☎ 0 89/4 60 20 71  
☎ 0 89/4 60 56 61

Tasking Software GmbH  
Brennerstraße 5  
71229 Leonberg  
☎ 0 71 52/9 79 91-0  
☎ 0 71 52/9 79 91-20

Thau Computer GmbH  
Gronsdorfer Straße 3-5  
85540 Haar b. München  
☎ 0 89/46 40 28  
☎ 0 89/4 60 29 53

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

Wind River Systems GmbH  
Freisinger Straße 34  
85737 Ismaning  
☎ 0 89/96 24 45-0  
☎ 0 89/96 24 45-55

VLSI Technology GmbH  
Rosenkavaliertplatz 10  
81925 München  
☎ 0 89/6 27 06-0  
☎ 0 89/6 27 06-1 01

XCC Software  
Dorlacher Allee 53  
76131 Karlsruhe  
☎ 07 21/61 64 74  
☎ 07 21/62 13 84

Markt



**ZeroPower-  
MCU-Peripheriebausteine von WSI  
verlängern den Batteriebetrieb von Portables**

# Bessere (Batterie-)Zeiten für Ihr Embedded System

SCANTEC und TOPAS präsentieren auf der Embedded Systems 96 mit der ZPSD-Familie eine Serie von feldprogrammierbaren "Zero Power" Mikrocontroller-Peripheriebausteinen für 2,7 bis 5,5 V Versorgungsspannung. Sie bilden Logik/Speicher-Subsysteme für Mikrocontroller-Anwendungen, die den Batteriebetrieb bei portablen Produkten um mehrere Stunden verlängern können. **Standby-Strom: 1 µA!!!**

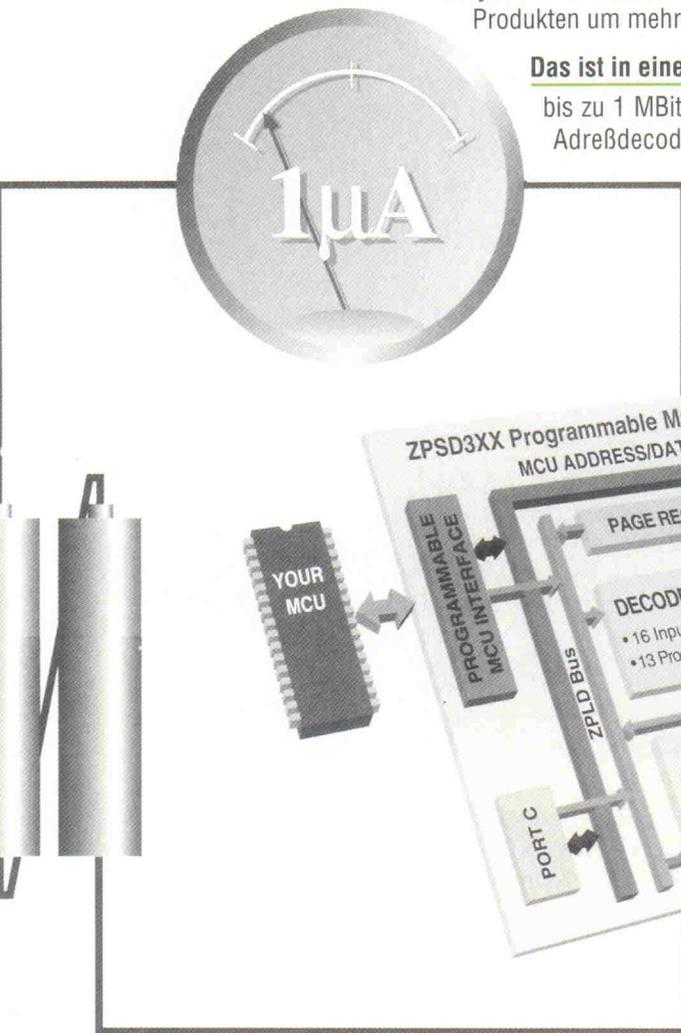
## Das ist in einem ZPSD3XX alles drin:

bis zu 1 MBit EPROM, 16 Kbit SRAM, programmierbarer Adreßdecoder zur Adressierung von weiteren 16 MBit externem Programmspeicher, Sicherheitsbit zum Schutz vor Reverse Engineering und programmierbare Schnittstelle zum Anschluß an beliebige 8- oder 16-Bit-Mikrocontroller.

## Verringerung der Stromaufnahme im Betrieb auf 10%.

Bei 3 V verbraucht der ZPSD3XX typisch 1 µA im Standby-Betrieb und nur 1,4 mA im Betrieb mit 2 MHz. Das entspricht einer Senkung um 90% gegenüber einer diskreten 3-V-Lösung. Die Standby-Stromaufnahme des ZPSD3XX beträgt nur 1% des Standby-Stroms von 100 µA bei einer diskreten 3-V-Lösung. Die 5-V-Lösung verbraucht typisch nur 10 µA im Standby-Modus und 5,2 mA im Betrieb bei 4 MHz. Reduzierung der Stromaufnahme gegenüber der diskreten Lösung: auf 50% im Betrieb und auf 10% im Standby-Modus!

## Verlängerung des Batteriebetriebs von portablen Geräten um mehrere Stunden.



14. - 16. Feb., Stand E20  
**Embedded  
Systems '96**

ZPSDs können den Batteriebetrieb von Portables um Stunden verlängern, denn: Tragbare Geräte befinden sich 95% der Zeit im Standby-Modus.

## Entwicklungs-Tools auf Windows-Basis.

Das ZPSD-Design erfolgt mit PSDsoft™ for Windows®. Dieses Tool enthält den ABEL5 Logikcompiler von Data I/O und den Verilog-Simulator Silos III™ von Simucad. Die ZPSDs können mit Programmiergeräten von Data I/O oder 18 weiteren Anbietern programmiert werden.



**Weitere Infos per Fax-Abruf!** Einfach Fax-Gerät auf Abruf-Empfang (Polling) stellen und Produkt-Nummer wählen: (0 87 65) 93 02 - 130 071

**NEU: Die SCANTEC-Homepage im Internet unter <http://www.scantec.com>**



Scantec GmbH  
Behringstraße 10, 82152 Planegg  
Telefon (089) 89 91 43-0  
Fax (089) 89 91 43 27

Topas electronic GmbH  
Fliegerstraße 1, 30179 Hannover  
Telefon (0511) 9 68 64-0  
Fax (0511) 9 68 64-64



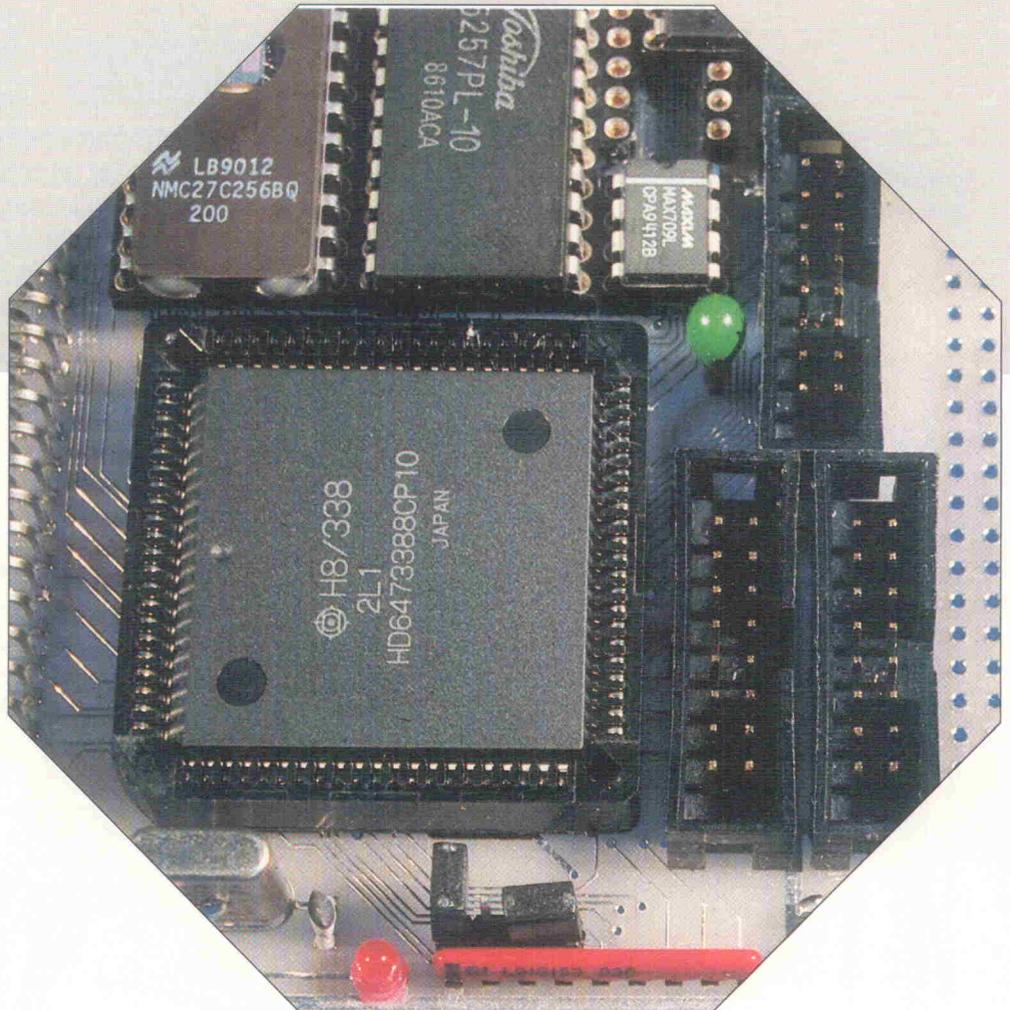
# Oktagon

## Evaluierungs-Board für Hitachis H8/338 (1)

Projekt

Carmen Diessner

In der 'ultimativen In-Liste' populärer 8-Bit-Mikrocontroller stehen immer noch 51er und 68HC11er inklusive ihrer Derivate. Hitachis H8-Familie fristet, zumindest was den Bekanntheitsgrad betrifft, ein unverdientes Schattendasein. Mit dem Oktagon-Projekt möchte *ELRAD* sie nun ins rechte Licht rücken.



Was bei Hitachi mit der Lizenzfertigung von Motorola 68000-Prozessoren begann, hat sich in den vergangenen Jahren zu einem eigenständigen Produktzweig entwickelt, dessen Mikrocontroller im Markt eine eigene Identität haben. Der erste nennenswerte Controller von Hitachi war der Typ 6303, eine CMOS-Version des bekannten Motorola 6801. Diesem 8-Bit-Controller folgte einige Jahre später die Eigenentwicklung der H8/500-Familie. Acht allgemein verwendbare 'General Purpose Register' kennzeichnen diese CPU; die vielfältigen Adressierungsarten und der orthogonale Instruktionssatz erlauben effiziente Übersetzung von Hochsprachenprogrammen in Maschineninstruktionen. Obwohl die CPU als 16-Bit-Rech-

ner ausgelegt war, erinnern viele ihrer Eigenschaften deutlich an die 68000er CPU.

Die für 8-Bit-Verarbeitung gedachte H8/300er Familie – hierzu gehört der H8/338, Gegenstand dieser Applikation – trat die Nachfolge des 6303 an. Dabei entschlossen sich die japanischen Entwicklungsingenieure – analog zum H8/500 –, allgemein verwendbare Register in die CPU einzubauen, den Instruktionssatz aber durch eine modernere 'Load-Store'-Architektur zu ersetzen.

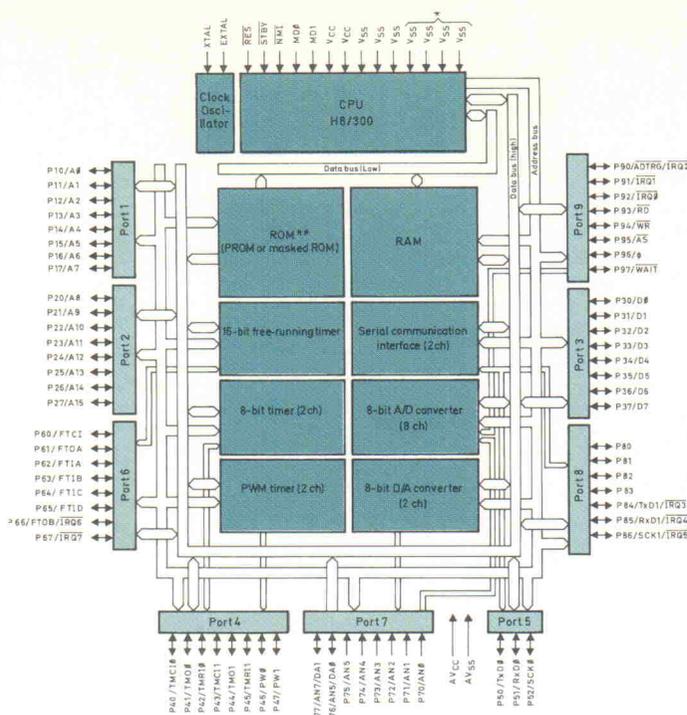
Etwas weiter oben angesiedelt im Leistungsbereich sind die H8/300H-Prozessoren. Der ursprüngliche Registersatz des H8/300 ist auf 16-Bit- und 32-Bit-Verarbeitung erweitert worden, der Instruktionssatz ist im

Wesentlichen der gleiche. Die einzelnen Peripheriegruppen der H8/300H sind funktionell im Vergleich zur H8/300er deutlich umfangreicher geworden, und neu hinzugekommen ist ein mehrkanaliger DMA-Controller. Ganz neue Wege in Richtung RISC-CPU geht Hitachi bei dem neuesten Produkt, der SH-Familie, welche im Controllerbereich eine bislang selten verfügbare Leistungsfähigkeit zeigt. Soviel zur Einordnung 'unserer' H8 in die Produktlinie.

Der H8/338 zeichnet sich durch folgende Ausstattung und Eigenschaften aus (Bild 1):

- CPU der H8/300-Familie,
- 2 KByte internes RAM,
- 48 KByte On-Chip-EPROM/ROM,

Carmen Diessner ist Inhaberin der Firma Diessner Datentechnik.



**Bild 1. Keine schlechte Ausstattung. Die On-Chip-Peripherie des H8.**

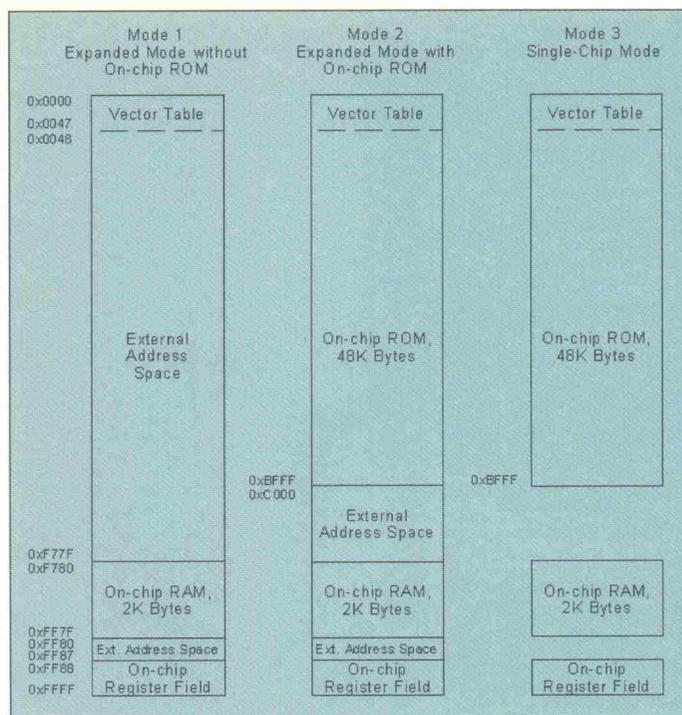
- zwei serielle Schnittstellen,
- 16-Bit-Timer (2 Output Compare, 4 Input Capture),
- zwei 8-Bit-Timer,
- achtkanaliger 8-Bit-A/D-Wandler,
- zweikanaliger D/A Wandler,
- zwei Pulsweitenmodulatoren,
- neun parallele Ports,
- 84poliges PLCC-Gehäuse.

Der H8/338 Mikrocontroller läßt sich sowohl mit dem internen EPROM als auch mit externem Speicher betreiben. Mit Hilfe der 'Mode-Control'-Signale wird die jeweilige Betriebsart bei Reset eingestellt. Bedingt durch das Plastikgehäuse ist das EPROM als 'OTP' (One Time Programmable) ausgeführt, von Hitachi auch mit 'ZTAT' (Zero Turn Around Time) bezeichnet. Bei ausreichender Stückzahl kann das EPROM durch ein Masken-ROM ersetzt werden. Die Auswahlmöglichkeiten für die Speicherzuweisung sind:

- Single-Chip-Betrieb,
- 'Expanded Mode' unter Verwendung des internen EPROMs und
- 'Expanded Mode' ohne das interne EPROM.

Im Single-Chip-Betrieb wird ausschließlich der On-Chip-Speicher verwendet. Zugriffe

des Adreß- und Datenbusses nach 'draußen' gibt es nicht. Alle neun Ports kann der Programmierer für seine Anwendung beanspruchen. Den Zugriff auf chipexterne Bausteine (RAM, EPROM oder zusätzliches I/O) ermöglicht der Expanded Mode. Dabei müssen vier der im Single Chip Mode zur Verfügung stehenden Ports als Adreß-, Daten- und Steuerbus eingesetzt werden. In der Speicherbelegung fängt das interne ROM/EPROM bei Adresse 0x0000h an; da es 48 KByte groß ist, kann ab 0xC000h externer Speicher angeschlossen werden. Weitere Details zur Speicherplatzbelegung zeigt Bild 2. Im Expanded Mode ohne internes ROM greift die CPU bis auf den Bereich des On-Chip-RAM und die Peripherie immer auf externe Speicher zu. Abgesehen von der unterschiedlichen Port-Verwendung im Single Chip- und Expanded Mode gibt es noch ein weiteres sehr wichtiges technisches Datum: die Zugriffszeiten auf die Speicher. Auf externen Speicher wird über einen 8-Bit-Datenbus zugegriffen, die Lese- oder Schreiboperation benötigt drei Taktzyklen (je 100 ns bei 20 MHz Takt), falls notwendig, können Wartezyklen eingefügt werden. Im Gegensatz dazu sind sowohl das interne ROM als auch das interne RAM über einen 16-Bit-Datenbus mit der CPU verbunden, und mit zwei-



**Bild 2. Die drei Modi der Speicherbelegung bei der H8/300-Familie.**

Taktzyklen ist der Zugriff abgeschlossen. Wem das interne ROM und RAM zu groß ist, kann auf 'kleinere' Versionen des H8/300 ausweichen: H8/336 mit 24K-EPROM und

1K-RAM oder H8/337 mit 32K-EPROM und ebenfalls 1K-RAM.

Das hier vorgestellte Evaluierungskit betreibt den

## Der schnelle Einstieg in Ihr C166 - Projekt

Moderne Software-Technologie für

# 16 Bit

MICROCONTROLLER

## fast-view66/WIN

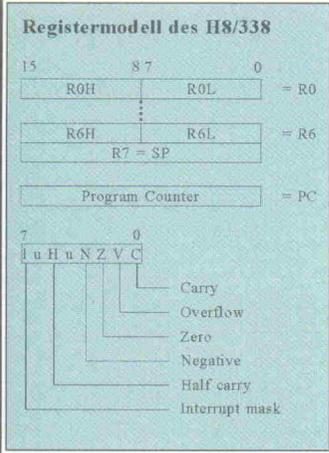
<b>Controller</b>	Offene Entwicklungsplattform mit High-End-Debugger,	<b>Host</b>
SAB C167	CASE-Tool, C/C++-Compiler,	Windows 3.1
SAB C165	Configuration Management,	Windows NT
SAB 80C166	Echtzeitbetriebssystem ...	Windows 95

**pls**

Fordern Sie ausführliche Informationen an!  
 Programmierbare Logik & Systeme GmbH  
 Telefon/Fax: (03571) 48 38 - 0 / - 31

**Professionelle Betreuung bei Entwicklung, Testung und Wartung**

Wir stellen aus: Embedded Systems '96, Stand F1

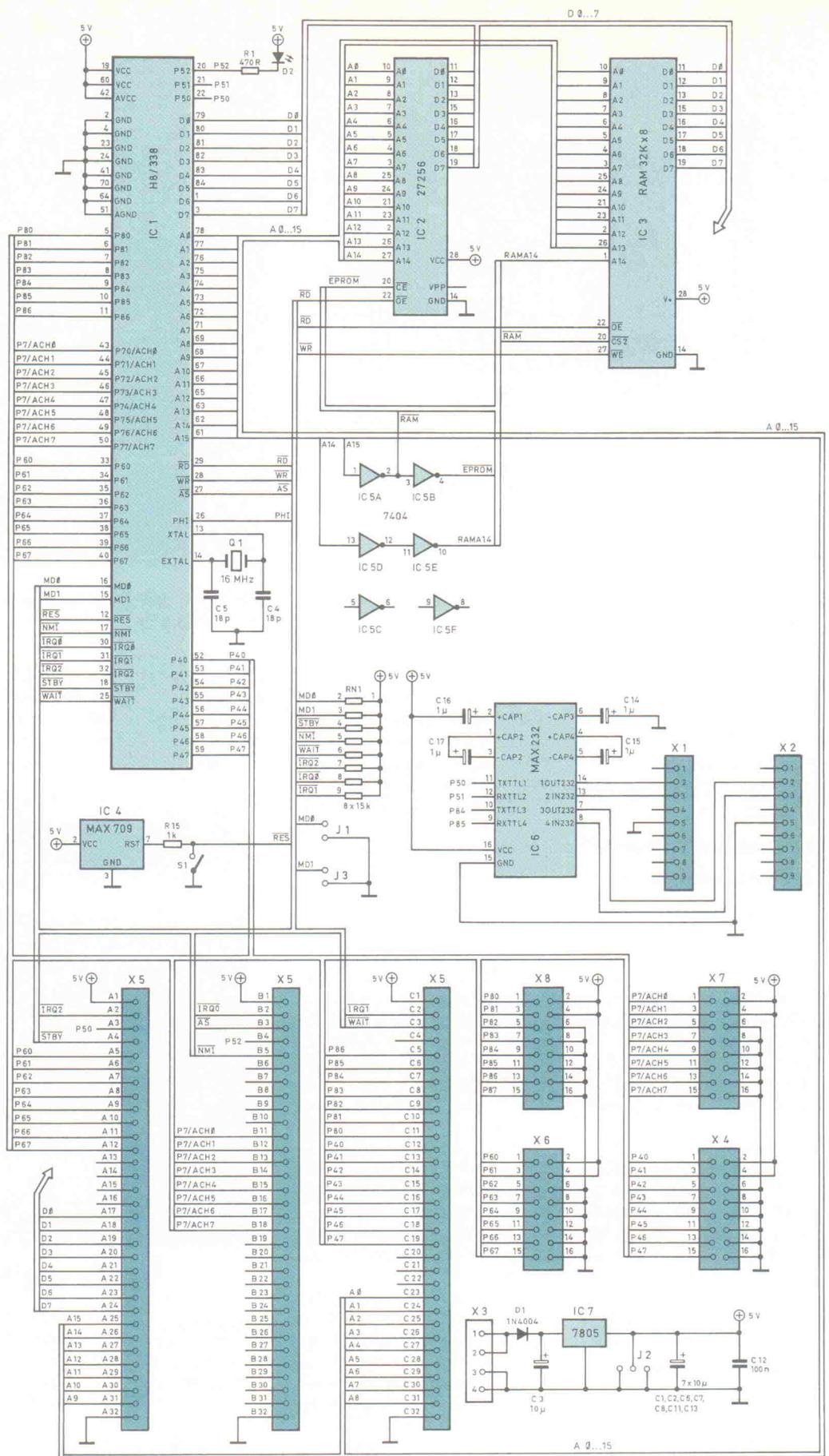


**Bild 3. Das Registermodell der H8-CPU.**

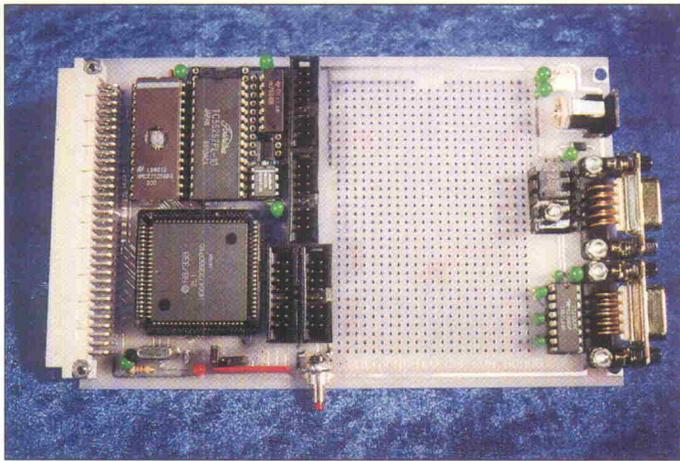
H8/338 im Expanded Mode ohne internes ROM. Als Speicher ist ein 32Kx8-EPROM und ein 32Kx8-RAM vorgesehen. Da die Interruptvektortabelle bei allen H8 in den unteren 256 Byte liegt, ist das EPROM auf die Startadresse 0x0000h dekodiert, das RAM liegt bei 0x8000h. Die Adreßdekodierung wird über einen einfachen Inverter mit A15 vorgenommen: A15 ist der Chip Select für das EPROM (zweimal invertiert), /A15 der Chip Select für das RAM. Ohne Inverter kann man, falls erforderlich, eine eigene Adreßdekodierung hinzufügen. Aus der Speicherplatzbelegung der CPU geht hervor, daß nicht der gesamte 32-K-Bereich des RAM zur Verfügung steht, die obersten 128 Byte des Adressierungsbereiches werden von den Steuer- und Statusregistern der chipinternen Peripherie belegt. Mit Hilfe eines Steuerbits in einem Systemkontrollregister läßt sich festlegen, ob das interne RAM verwendet oder externes RAM angesprochen werden soll.

### Adressierungsinterna

Die CPU der H8/300 Mikrocontroller läßt sich mit den folgenden Stichworten charakterisieren: 8-Bit-orientiert, einige 16-Bit-Operationen, 64 KByte linearer, uniformer Adreßbereich, allgemein verwendbarer Registersatz, Load/Store-Architektur, feste Instruktionslängen von 2 Byte und 4 Byte. An diesen Eigenschaften sieht man, daß Einfachheit des Aufbaus eine der wesentlichen Zielsetzungen bei dem Entwurf der CPU war. Eine Load/Store-Architektur bringt minimalen Aufwand bei der Dekodierung



**Bild 4. Dank der hohen Integrationsdichte von Peripherie auf der H8/332 gibt es von der Schaltungstechnik her gesehen keine Geheimnisse in der Oktagon-Schaltung.**



**Bild 5. Weder SMD noch exotisches Gehäuse:  
Die Bestückung ist im Prinzip ein 'Selbstgänger'.**

der Adressierungsart mit sich, feste Instruktionlängen erlauben 'Instruction Prefetch' ohne viel Aufwand. Die Opcode-Dekodierung genügt einfachen Prinzipien und ist deswegen sehr schnell. Ausführungszeiten für Instruktionen lassen sich dadurch deutlich verringern, und die Rechenleistung steigt entsprechend an. Bei einer Taktfrequenz von 20 MHz ergeben sich beispielsweise Rechenzeiten von 0,2  $\mu$ s für eine Addition oder Subtrak-

tion (8/16Bit) und 1,4  $\mu$ s für eine Multiplikation (8  $\times$  8 Bit). Dafür stehen acht 16-Bit-Register R0-R7 zur Verfügung. Wie in Bild 3 dargestellt, lassen sich die 16-Bit-Register auch anders verwenden. Es zeigt, wie die 16-Bit-Register aus jeweils zwei 8-Bit-Registern zusammengesetzt sind. Obwohl die CPU für 8 Bit Verarbeitung ausgelegt ist, kann sie auch ein-nige 16-Bit-Rechenoperationen durchführen. Das kommt nicht nur Algorithmen, welche man

bearbeiten will, zugute, sondern auch der Adreßrechnung.

## Die 'innere' Uhr

Hitachi-Prozessoren implementieren Zähler immer als freilaufend mit zugehörigen Arbeitsregistern für 'Input Capture' und 'Output Compare'. Die 'Output Compare'-Register werden kontinuierlich mit dem Zähler verglichen. Bei Gleichstand ('Compare Event') kann eine Unterbrechungsanforderung und ein Ausgangssignal erzeugt werden. Der Timer hat eine maximale Fortschaltfrequenz von 5 MHz, die kleinste Granularität der Impulse beträgt demnach 200 ns. Mit den zwei 'Output Compare'-Registern lassen sich zwei Ausgangssignale erzeugen. Die ausgegebenen Impulse sind voneinander unabhängig, basieren allerdings auf der gleichen Zeitbasis.

Mit dem 'Input Capture'-Register der Zählereinheit sind Signale zeitlich zu vermessen. Die Flanke des zu analysierenden Signals läßt sich in einem Steuerregister vorgeben. Zum Zeitpunkt des Auftretens der Signalfanke wird der aktuelle Inhalt des freilaufenden Zählers in

ein 'Input Capture'-Register kopiert, der Zähler selbst läuft weiter. Eine Unterbrechungsanforderung kann generiert werden, und die CPU verarbeitet den gemessenen Wert. Wie bei der Signalausgabe gilt auch hier, daß die maximal erreichbare Genauigkeit der Zählfrequenz entspricht und damit bei 200 ns liegt. Für jedes der Einzelereignisse steht ein eigener Unterbrechungsvektor zur Verfügung: Overflow, Output Compare A, Output Compare B, Input Capture A, Input Capture B, Input Capture C und Input Capture D.

## Serielle Schnittstellen

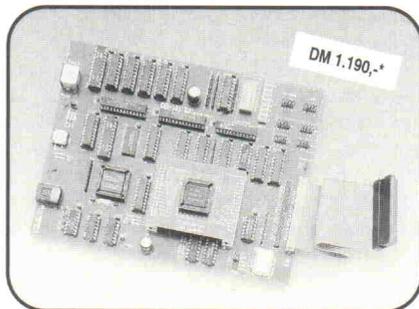
Die seriellen Schnittstellen der H8-Controller haben nicht nur die 'üblichen' Eigenschaften wie Baudrateneinstellung, 7/8-Datenbits, asynchroner und synchroner Betrieb. Zusätzlich gibt es die Möglichkeit, das physikalische Ende einer Datenübertragung anzuzeigen (das Stoppbit wurde gesendet, wichtig bei Partyline-Betrieb), und man kann die Schnittstelle im Multiprozessorbetrieb betreiben und ein kleines Mikrocontroller-

Alles für die  
Entwicklung von  
Microprozessoren

# CEIBO Entwicklungssysteme

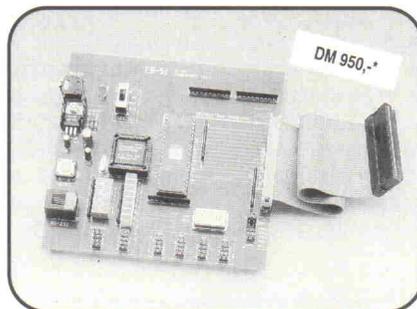
Software Simulator  
für 8051 + Derivate  
- kostenlos -

### DB-501/20 Development Board



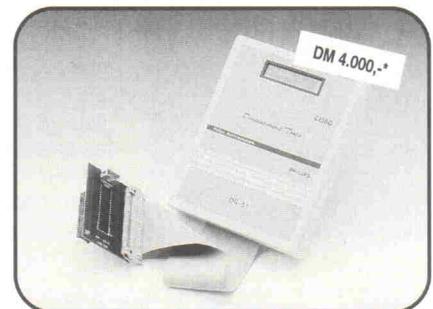
- \* Emuliert die meisten der **8051-Derivate**
- \* Unterstützt Siemens **SAB-C501/2/3/9/10**  $\mu$ Cs
- \* Frequenzbereich bis zu **40 MHz**
- \* **DOS** und **Windows** Software
- \* **64KByte** Code- und **64K** Data Speicher
- \* Speicher mit Mapping Fähigkeit
- \* **4KByte** Real Time Trace
- \* Real Time und Conditional Breakpoints
- \* **Quellcode-Level Debugger** für Assembler, PLM und C
- \* Performance Analyzer
- \* RS232C Schnittstelle - 115 Kbaud

### EB-51 Low-Cost Emulator für 8051 Microcontroller



- \* EB-51 emuliert **80C51** Microcontroller und Derivate
- \* Echtzeitbetrieb bis zu **40 MHz**
- \* Versorgungsspannung von **3.3V** oder **5V**
- \* Simulation Debug Mode
- \* **Quellcode-Level Debugger** für C, PLM und Assembler
- \* EB-51 läuft unter **DOS** und **Windows**
- \* unterstützt **ROMless** und **ROMed** Microcontroller
- \* **64KByte** Code- und **64KByte** Data Speicher
- \* Speicher mit Mapping Fähigkeit
- \* **Performance Analyzer**
- \* Real-Time und Conditional Breakpoints
- \* Emulation Header und Signal Testpoints
- \* serielle Verbindung zu IBM kompatibelem PC bis 115K Baud

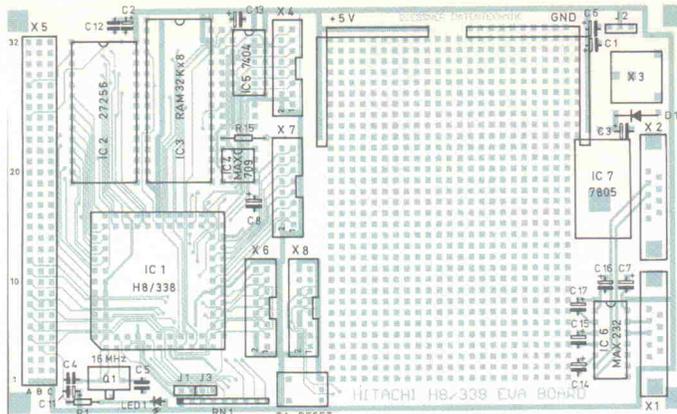
### DS-51 Emulator für 8051 Microcontroller



- \* Echtzeit-In-Circuit-Emulator, der die neuen **Low-Power**-Microcontroller der Reihe **8051** und seine Derivate unterstützt.
- \* Die Versorgungsspannung zwischen **1.5** und **6 V** ist über Software kontrollierbar.
- \* **DS-51** emuliert fast jedes **8051-Derivat** im gesamten Spannungs- und Frequenzbereich, der vom Microcontroller-Hersteller vorgegeben wird.
- \* Die unterstützten Microcontroller sind: **80C31/2**, **80CL31/2**, **80C51/2**, **87C51/2**, **8XCL51**, **8XC51** FA/FB, **8XCL410**, **80C515**, **80C517**, **8XC524**, **8XC528**, **80C535**, **80C537**, **8XC550**, **8XC552**, **8XC562**, **8XC575**, **8XCL580**, **8XC592**, **8XC652**, **8XC651**, **8XCL781**, **8XC851** u. a.
- \* **DS-51** bietet Real Time Trace und **Conditional Breakpoints**, einen einzigartigen **Assembler-Debugger auf Quellcode-Level**, einen PLM und C-Quellcode-Debugger, **Leistungs-Analysator** und viele weitere hilfreiche Software-Funktionen.

Netzwerk aufbauen. Für den vollständigen RS-232-Betrieb sind Steuerleitungen (CTS, DTC usw.) erforderlich, diese müssen softwaretechnisch nachgebildet werden. Alle Ereignisse der seriellen Schnittstelle kann man auf Interrupt-Ebene handhaben, für das Senden, das Empfangen und für den Fehlerfall (Parity, Overrun, Framing) gibt es jeweils eigene Unterbrechungsvektoren je Schnittstelle.

Die Evaluierungsplatine Oktagon stattet beide seriellen Schnittstellen des H8/338-Prozessors mit RS-232-Treibern aus. Eine Schnittstelle dient dem ROM-Monitor, die andere steht dem Anwender zur Verfügung. Eine Interrupt-gesteuerte



**Bild 6. Alle Ports sind quasi zweimal vorhanden: An der VG-Leiste und – fein separiert – an Pfostenleisten.**

Empfangsroutine wird von der Firmware des EVA-Kits bereitgestellt. Die Routine behandelt nicht nur die eigentliche Unterbrechungsanfrage, sie prüft auch das ankommende Zeichen, ob es ein Sonderzeichen oder als nicht gültig anzusehen ist. Die empfangenen Zeichen werden anschließend in einem Ringpuffer zwischengespeichert, bis sie von der Anwendungsroutine abgefragt werden.

### Analog/Digital-Wandler

Zur Aufnahme und Verarbeitung von analogen Signalen gibt es 'auf' dem H8 8-Bit-A/D-Wandler mit acht Kanälen. Bei einer Wandlungszeit von knapp über 12 µs dauert ein kompletter 'Scan' der Eingänge rund 100 µs. Der A/D-Wandler kann im Einzelmodus betrieben werden, unter Softwarecontroller wird dabei jeder einzelne Wandlungsvorgang gestartet. Im 'Continuous Scan Modus' arbeitet die A/D-Einheit – einmal gestartet – ohne weiteres Zutun der CPU. Kontinuierlich werden bis zu

vier Kanäle gewandelt. Die gelesenen Werte kommen in Zwischenregistern, bis sie von der CPU ausgelesen werden. Selbständig arbeitet der A/D-Konverter weiter und hält die Register jeweils auf dem neuesten Stand.

### Das Oktagon-Board

Mit Hilfe der Oktagon-Evaluierungsplatine läßt sich Software für den H8/338 und dessen interne Peripherie leicht erstellen. Der Prozessor wird mit 16 MHz betrieben, die Taktzykluszeit beträgt damit 125 ns, und ein Zugriff auf den externen Speicher dauert 375 ns (3 Taktzyklen). Auf der Platine ist ein großes Lochrasterfeld vorhanden, welches Platz für eigene Zusatzhardware läßt. Die Spannungsversorgung mit 5 V übernimmt ein Linearregler, so daß als Stromquelle ein unregelmäßiges Gleichstromnetzteil genügt. Alle Prozessorsignale sind auf eine VG-96-Leiste geführt. Die Adreß- und Datenleitungen sind nicht gepuffert, da nicht anzunehmen ist, daß hier große zusätzliche Lasten auf-

treten. Zusätzlich sind alle Signale von Port 4, Port 6, Port 7 und Port 8 auf Steckverbinder 2 x 8 Pins geführt, wobei acht Leitungen Portsignale sind und die verbleibenden zur Stromversorgung der daran angeschlossenen Hardware dienen können.

Der für die Platine implementierte Monitor ermöglicht es, einfachere Arbeiten auf Maschinenebene durchzuführen. Angeschlossen an einen PC lassen sich über die serielle Schnittstelle die folgenden Befehle ausführen:

- Laden einer Motorola S-Record-Datei,
- Speicher Schreiben/Lesen,
- CPU Register Schreiben/Lesen,
- Breakpoint setzen,
- Programm ausführen,
- Programm ausführen im Einzelschritt.

Weiter gibt es GNU-Cross-Entwicklungswerkzeuge, die eine Programmierung in Assembler oder 'C' erlauben. Die beigefügten Programm- und Anwendungsbeispiele erleichtern den Einstieg in die Welt der Hitachi H8/300-Controller.

Alle Komponenten sind aufeinander abgestimmt, und innerhalb weniger Minuten meldet sich die Evaluierungsplatine über das Terminalprogramm. Etwas aufwendiger gestaltet sich die Handhabung der GNU-Werkzeuge, sie können mit den Produkten der kommerziell orientierten Hersteller nicht mithalten. Alles hat eben seinen Preis. Aber mehr über die Programmierung in den kommenden Ausgaben. (hr)

### Stückliste

<b>Halbleiter</b>	
IC1	H8/338
IC2	27256, EPROM mit Monitor
IC3	RAM 32K x 8
IC4	MAX709
IC5	7404
IC6	MAX232
IC7	7805
D1	1N4004
D2	Leuchtdiode, 3 mm
<b>Widerstände</b>	
R1	470R
R15	1k
RN1	8 x 15k
<b>Kondensatoren</b>	
C1, 2, 3, 6, 7, 8, 11, 13	10µ
C12	100n
C14...C17	1µ
<b>Sonstiges</b>	
X1, X2	Sub-D-9w
X4, X6...X8	Pfostenleiste 2 x 8pol.
X5	VG-Leiste, 96pol.
Q1	Schwingquarz 16 Mhz
S1	Taster
J1, J3	Jumper
J2	Jumper
1 Platine 'Oktagon'	



Vertriebspartner in Ihrer Nähe:  
**München:** PTL 089/6018020  
**Stuttgart:** Busse 07154/8160810  
**Gießen:** TCI 0641/66464

BITBUS ist ein RS485-Feldbus mit dem synchronen SDLC-Protokoll als unterster Softwareschicht. Standardcontroller (z.B. 85C30) prüfen in Hardware SDLC-Telegramme auf Adresse und CRC. BITBUS ist einfach und daher leicht zu beherrschen, in Millionen von Exemplaren im Einsatz, seit Jahren und international!

## Steuern, melden, protokollieren - im BITBUS-Netzwerk

**ELZET 80 liefert BITBUS-Komponenten für alle Fälle:**

**IPC-BIT900**  
 Die BITBUS-Masterkarte für den PC mit großen FIFOs und beliebiger Nachrichtenlänge. Software: TSR und Windows-DLL.

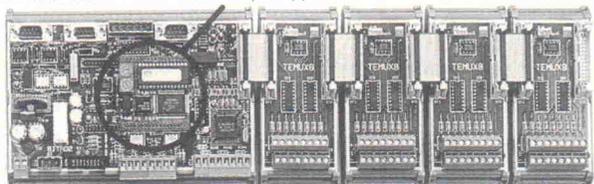
**BDETERM** (Foto links)  
 Das Terminal für die Datenerfassung im Betrieb mit Anschluß für Magnetkarte, Barcodepistole, ext. RS232, Ampel uvm. Als Wand- oder Tischgerät.

**DC900**  
 Der Slave-Knoten z.B. für die Gebäudeleittechnik mit Sensoreingängen und 24V-I/O.

**BITAD2** (Foto unten)  
 Meßdatenscanner mit 4 Sigma-Delta-ADCs (7716) und drei Zählereingängen. Erweiterbar durch vier 8er Multiplexer mit Verstärker, z.B. für Thermoelemente.

**NET/900** (Modul auf BITAD2)  
 5x5cm großes 16-Bit-Mikrocontrollermodul mit 6 Timern, 4x 10Bit -A/D, DMA, 2 asynch. und einer SDLC-fähigen (BITBUS)-ser.Schnittstellen. 32K RAM, 32K (F)EPROM

NET/900 wird u.a. eingesetzt in BDETERM, DC900 und BITAD2 und dient als Basis für kundenspezifische BITBUS-Slaves. Der große Bruder **NET/900+** (5x7,5cm) hat 128/512K RAM u. 2 (F)EPROM-Sockel bis 512K.



**ELZET 80 - Vaalser Str. 148 - D 52074 Aachen**

Wir stellen aus: Embedded Systems '96, Halle 1, Stand S1

0241 TEL 87 00 81 FAX 870 231

Ich glaub´ mein  
D-Flip-Flop  
klemmt!  
Oder haben die  
schon wieder die  
Setup-Time verletzt?

Juhuuh!  
Ich schwinde  
auf 150 MHz!  
Da kommt ja  
richtig  
Freude auf...

Wissen Sie,  
was ich hier mache?  
  
Und was mit der Filtergüte  
passiert, wenn Sie meinen Wert  
verdoppeln?

Hilft mir  
denn keiner  
aus der Sättigung  
heraus?

Hilfe!  
Ich glaube, ich sterb´  
gleich den Hitzetod.  
R93 ist doch viel zu klein!

Stöhn! Keuch!  
Immer am An-  
schlag... Warum  
hat denn hier  
keiner simuliert,  
bevor ich ein-  
gebaut wurde?

„Als könnten Sie  
Ihre Schaltungen jetzt  
sprechen hören...“

## Wissensbasierte Systeme

Mit den neuen wissensbasierten  
Systemen nutzen Sie die  
vollendete Integration von  
Wissen und Anwendung.

Das ist der völlig neue Weg,  
um Elektronik zu verstehen,  
Zusammenhänge zu erkennen  
und Schaltungen professionell  
zu entwickeln:

- ▶ Elektronik-Grundlagen
- ▶ Bauelemente-Know-how
- ▶ Analog- und Digitaltechnik
- ▶ Mathematik-Programme
- ▶ Schaltungssimulatoren

**Franzis'**



# Jetzt beherrschen Sie mit Ihrem PC die gesamte Elektronik!

In der neuen Elekta sind alle Hilfsmittel integriert, die Sie heute in der Elektronik brauchen, um Zusammenhänge zu ergründen und schnelle Lösungen zu finden

## Elekta - Das neue Lern- und Arbeitsmittel für Ihren PC!

Die Zeiten vergilbter Schulbücher und knochentrockener Formelsammlungen sind jetzt endgültig vorbei.

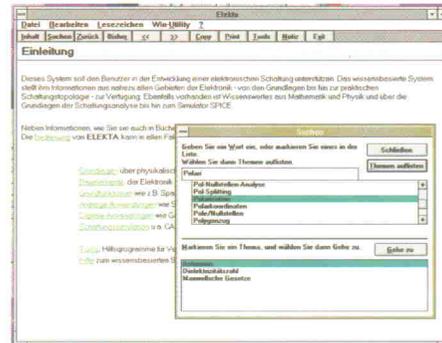
Mit der neuen Elekta machen Sie ehemals harte Lern- und Forschungsarbeit zur multimedialen Entdeckungsreise!

Denn Sie können Elektronik jetzt in voller Aktion erleben, ohne Ihre Schaltung vorher in stundenlanger Kleinarbeit durchzurechnen, zusammenzulöten und Schritt für Schritt zu optimieren.

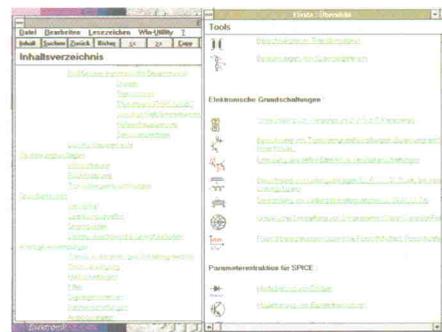
Sie nehmen einfach eine Beispielschaltung aus der Elekta-Bibliothek, passen sie an Ihre Wünsche an und probieren Sie sofort am Simulator aus.

Und das geht schnell! Denn Sie haben direkten Zugriff auf die Elekta-Know-how-Datenbank, auf spezielle Rechen-Module, auf Bauteile-Referenzen und vieles andere mehr.

Ja, Elekta eröffnet Ihnen ganz neue Dimensionen des Lernens und der Elektronikentwicklung.



Grundlagen und Expertenwissen im Direktzugriff: schnell gesucht und sofort gefunden



Beispiel „Grundschaltungen“:  
Alles über Vierpoltheorie, Verstärker, Stromquellen u.v.a.m.

**Integriert! Basiswissen!** Für Sie auf CD gepresst: Die kompletten Grundlagen der Elektronik, vergleichbar mit einem Buch von über 700 Seiten. Das ist fundiertes Basiswissen. Für Lehrlinge und Studenten. Und natürlich für Profis als Schnell-Referenz für die Fragen des Elektronik-Alltags: Wie rechnen Sie H-Parameter in Y-Parameter um? Wie hängt der Ausgangszustand eines Emitterfolgers von der Stromverstärkung  $\beta$  ab? Wann nehmen Sie am besten welche Filter?

**Integriert! Bauelemente!** Sie brauchen nur nachzusehen und schon wissen Sie, wie Sie die verschiedenen Bauelemente einsetzen und richtig beschalten: Vom Widerstand über aktive Bauelemente bis hin zu Spezial-Sensoren.

**Integriert! Mathematik!** 25 interaktive Profi-Tools: Vom Taschenrechner für Parallel- und Serienschaltung bis zum Rauschrechnungsprogramm.

## So urteilen Anwender über das neue Elekta:



Robert G.,  
Azubi der  
Kommunikations-  
elektronik,  
Leipzig

„Früher konnte ich mir nie so recht vorstellen, was wirklich in den Schaltungen passiert. Mit Elekta simuliere ich jetzt einfach eine Schaltung und schon habe ich alles kapiert. Elektronik macht mir jetzt endlich so richtig Spaß!“



Michel F.,  
Student der  
Elektrotechnik,  
München

„Die ganze Formel-Rechnerei war mir früher einfach umständlich. Mit Elekta weiß ich nun endlich, wie ich die Formeln in der Praxis einsetzen kann und wie sich die verschiedenen Parameter auf das Ergebnis auswirken.“



Günter L.,  
Hard- und  
Software-  
Entwickler,  
Hamburg

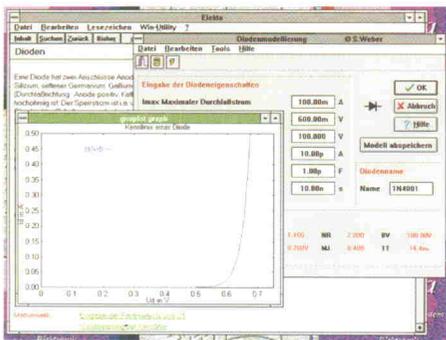
„Ich bin eigentlich ein reiner Digital-Entwickler. Wenn ich heute einen Filter oder einen kleinen Verstärker brauche, entwickle ich ihn einfach mit Elekta. Bisher habe ich immer ewig lange herumexperimentiert, bis endlich alles richtig funktioniert hat.“



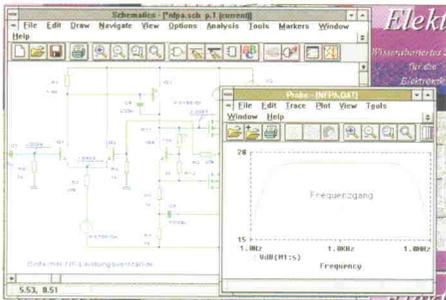
Hans R.,  
Funkamateure,  
Augsburg

Als engagierter Hobby-Elektroniker kenne ich mich zwar recht gut aus, aber ab und zu muß ich doch nachschlagen. Mit der Hypertext-Suchfunktion von Elekta finde ich jetzt alles auf Anhieb. Da ist die ganze Analog-technik drin und die Digitaltechnik kommt auch nicht zu kurz!“

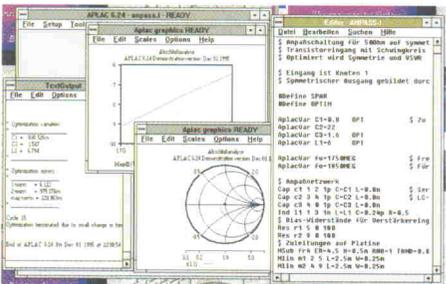
...mühen  
...probiert!



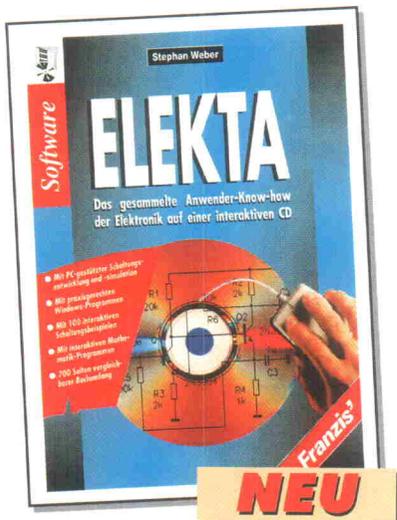
Professionelle Mathe-Tools und praxisgerechte Spezialprogramme bis hin zur SPICE/PSpice-Modellierung



Der Ideen-Pool: Einfach Beispielschaltungen aus der Bibliothek laden und mit PSpice simulieren



Moderne CAE-Methoden im Griff: Schaltungsoptimierung mit verschiedenen Verfahren in APLAC



**Elekta**  
Das wissensbasierte System für die gesamte Elektronik  
Dr. Stephan Weber, 1995  
ISBN-3-7723-8652-0  
Jetzt nur DM 98,-  
öS 728,- / SFr 96,-

**Integriert! Analogtechnik!**  
Operations-, Instrumenten-, Transimpedanz-, Transkonduktanz-, Breitband- und Leistungsverstärker, Stromversorgung, Schaltnetzteile, Ladungspumpen, Meßschaltungen, AD-Wandler, aktive Filter, Oszillatoren u.v.a.m.

**Integriert! Digitaltechnik!**  
Jetzt ganz einfach: Von der Booleschen Algebra bis zum Mikroprozessor. Mit großer Grundschriftungs- und Bauteilreferenz.

**Integriert! Beispielschaltungen!**  
Über 100 Schaltungen, fix und fertig für Sie vorbereitet. Vom RC-Tiefpaß bis zum Schaltnetzteil. Jede einzelne dieser Schaltungen können Sie sofort am Bildschirm an Ihre eigenen Bedürfnisse anpassen und professionell simulieren.

**Integriert! Simulation!**  
Schaltung laden, Frequenz- und Zeitbereich einstellen. Und schon können Sie Elektronik richtig erleben! Inkl. Evaluierungsversion von PSpice, dem bewährten Industrie-Standard, und APLAC, dem Spezialprogramm für HF- und Mikrowellenschaltungen. Zusätzlich: Schritt-für-Schritt-Anleitungen für den raschen Einstieg in die Simulationstechnik und jede Menge Experten-Tips für die professionelle Anwendung.

**Integriert! Optimierung!**  
Darüberhinaus bietet Ihnen Elekta weitere Design-Hilfen, z.B. 25 Zusatzprogramme für die Schaltungsdimensionierung.

**Mit dem vollem Bedienungskomfort von Windows**  
Sie brauchen nur einen PC ab 386 sowie Windows 3.1. Und schon können Sie loslegen.

**Ihr Zusatz-Infoarchiv**  
Ein Tastenklick genügt und schon haben Sie eigene Notizen und wertvolle Zusatz-Infos für spätere Zeiten gespeichert. An der richtigen Stelle und sofort wieder auffindbar.

Die ideale Alternative zu ordnerfüllenden Notizzsammlungen in der Entwicklung!

**Sofort-Ausdruck und Datenübernahme**  
Sie können alle Elekta-Infos, Schaltungen und Simulationsergebnisse sofort ausdrucken oder in Ihre eigenen Dokumente übernehmen.

Ihre technischen Dokumentationen, Wochenberichte, Studien- und Diplomarbeiten können Sie so ganz einfach mit exakten Daten ergänzen und blitzschnell „aufpeppen“.

**Elektronik multimedial erleben**  
Besitzen Sie eine Soundkarte, können Sie zusätzlich die multimedialen Fähigkeiten von Elekta voll nutzen und z.B. den Unterschied von weißem und rosa Rauschen zu hören.

*Füllen Sie Ihre Bestellkarte am besten jetzt gleich aus!*

## BESTELLKARTE

**Ja,** ich möchte mit meinem PC die gesamte Elektronik beherrschen!  
Senden Sie mir deshalb umgehend **Elekta**, das neue wissensbasierte System.

Menge	ISBN 3-7723-	Titel	Einzelpreis
<input type="text"/>	8 6 5 2 - 0	<b>Elekta</b> von Dr. Stephan Weber Das wissensbasierte System für die gesamte Elektronik auf CD-ROM	<b>98,- DM</b> 728,- öS 96,- SFr
<b>Ich zahle per</b> <input type="checkbox"/> Bankenzug <input type="checkbox"/> Scheck <input type="checkbox"/> Nachnahme <small>(6,- DM Porto Inland) (6,- DM Porto Inland) (11,- DM Porto Inland)</small>		<b>Gesamtsumme</b> Lieferung ins Ausland nur gegen Vorkasse Kunden-Nr. (falls vorhanden) <input type="text"/> zzgl. 5,20 DM Porto und Verpackung	
Meine Konto-Nr. <input type="text"/> bei (Kreditinstitut) <input type="text"/> Bankleitzahl <input type="text"/> Land <input type="text"/>		Name <input type="text"/> Vorname <input type="text"/> Straße / Haus-Nr. <input type="text"/> Postleitzahl <input type="text"/> Ort <input type="text"/> Datum <input type="text"/> Unterschrift <input type="text"/>	

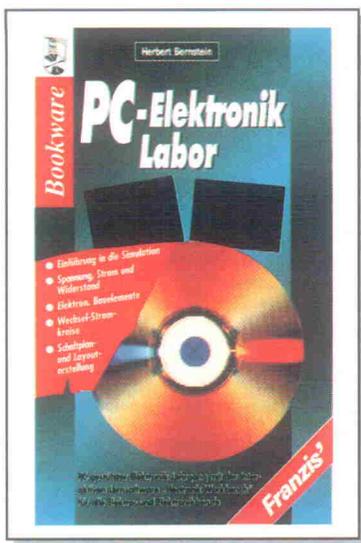
*Am besten noch heute absenden!*

# Das Labor

Auf dem PC experimentieren und schneller lernen

**CD mit interaktiver Lernsoftware inkl. 300seitiger Know-how-Bibliothek:**

**Interaktiv zum Elektronik-Profi**



Mit dieser neuen Lernsoftware machen Sie jetzt aus Ihrem PC ein universell einsetzbares Elektronik-Labor und bauen Ihr Wissen um die Elektronik und Elektrotechnik zu hochkarätigem Spezial-Know-how aus.

Die Basis für Ihr Labor bildet die auf CD mitgelieferte Software einer weltweit führenden Labor-Software-Firma, mit anerkannt hervorragenden Simulationseigenschaften.

In interaktiven Experimenten eignen Sie sich so ganz schnell und praxisgerecht das gesamte elektrische und elektronische Grundlagenwissen an.

Die früher nur Ingenieuren zugängliche Simulationstechnik ist nun für jeden Elektronik-Interessierten nachvollziehbar. Sie können also mit Ihrem PC-Training genau an der richtigen Stelle einsteigen, ganz gleich, ob Sie nun Azubi, angehende Techniker oder Meister sind!

## PC-Elektronik-Labor

Das Lernlabor

Gesamtausgabe in 4 Bänden, Herbert Bernstein  
ISBN-3-7723-5182-0

**Band 1 jetzt nur DM 78,- / öS 578,- / SFr 76,-**  
Band 2 bis Band 4 erscheinen 1996

*Füllen Sie Ihre Bestellkarte am besten jetzt gleich aus!*

# Die Referenz

Die weltweit umfangreichste Elektronik-Referenz

**Über 5.000 Stichworte, über 3.600 Abbildungen, über 450 Tabellen:**

**Unverzichtbar für den Praktiker**



**Aus dem Inhalt:** Grundsaltungen und Spezialanwendungen, Funktionsbeschreibungen, Tabellen, Vorschriften, Normen, Bauelemente, Kennlinien, Leistungskurven, Baureihen-Vergleiche, Formeln, Berechnungsbeispiele.

**Warum Sie von diesem einzigartigen Nachschlagewerk sofort profitieren:**

- 1. Sie sparen Zeit:** Alle Inhalte sind absolut praxisorientiert. Sie können Sie ohne Verzögerung sofort umsetzen.
- 2. Sie verwenden nur 100% geprüftes Know-how:** Ihre Schaltungen funktionieren auf Anhieb, mühsames Experimentieren entfällt.
- 3. Sie erleichtern sich Ihre Arbeit:** Über 10.000 Praxistips helfen Ihnen in unzähligen Situationen sofort weiter.
- 4. Sie haben den direkten Zugriff auf die aktuellsten Daten:** Sie haben zigtausende technischer Details Tag und Nacht parat, vom passiven Bauelement bis zum Mikroprozessor.
- 5. Sie finden die richtigen Antworten in Sekundenschnelle:** Einfach im Stichwortverzeichnis nachschlagen und schon wissen Sie bestens Bescheid!
- 6. Sie sind umfassender denn je informiert:** Die neueste Ausgabe wurde auf 3 Bände ergänzt und um insgesamt 20% erweitert.

## Das große Werkbuch Elektronik

Dieter Nührmann  
völlig überarbeitete und erweiterte 6. Auflage 1995  
ISBN-3-7723-6546-9

**Nur noch bis zum 31.01.96:**  
DM 248,- / öS 1.935 SFr 239,-  
für alle 3 Bände

Ab 01.02.96: Neuer Ladenpreis  
DM 328,- / öS 2.558 / SFr 316,-  
**Sie sparen jetzt DM 80,-**

*Gilt bis 01.02.96:  
Wenn Sie jetzt antworten, sparen Sie 80,- DM!*

Als Schnellantwort per Fax:  
089 / 9 91 15-103

Bitte ausreichend frankieren

Antwort

Franzis-Verlag  
Frau Kain  
Postfach 1149

85618 Feldkirchen

Franzis-Verlag  
Postfach 1149  
85618 Feldkirchen  
Tel. 089 / 9 91 15 - 0  
Fax 089 / 9 91 15 - 103

**Ja**, ich möchte direkten Zugriff auf umfassendes Elektronik-Know-how haben.  
Senden Sie mir deshalb schnellstmöglich:

Menge	ISBN 3-7723-	
	5 1 8 2	4
<b>Titel</b>	<b>Einzelpreis</b>	
Bernstein Herbert	<b>78,-DM</b>	
PC-Elektronik-Labor Band 1	578,- öS	
300 Seiten inkl. CD-ROM	78,- SFr	

Menge	ISBN 3-7723-	
	6 5 4 6	9
<b>Titel</b>	<b>Einzelpreis</b>	
Dieter Nührmann	<b>248,-DM</b>	
Das große Werkbuch Elektronik	(statt 328,- DM)	
Gesamtausgabe in 3 Bänden	2558,- öS	
	316,- SFr	

**Gesamtsumme**  
zzgl. 5,20 DM Porto und Verpackung

Datum \_\_\_\_\_ Unterschrift \_\_\_\_\_

Haben Sie Ihre Adresse auf der Rückseite eingetragen?

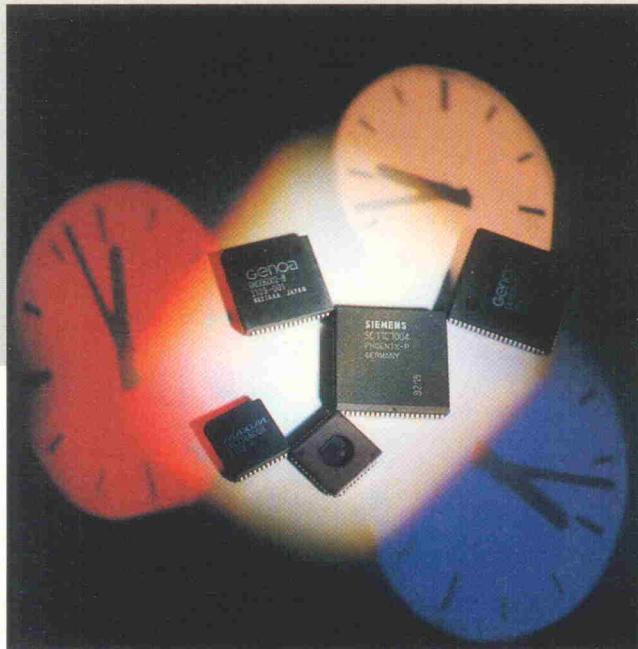


# Zeitmeister

## Echtzeitbetriebssysteme für Mikrocontroller

Dr. Jörg Fiedler,  
Dr. Jörg Wollert

Mittlerweile existiert kaum noch ein Waschvollautomat, eine Werkzeugmaschine oder ein Fax-Gerät, in dem nicht ein Mikrocontroller sein Werk verrichtet – auch ohne den lautstarken Hinweis 'xyz inside'. Selbst in solch 'simplen' Embedded-Anwendungen kommt man nicht mehr mit der herkömmlichen sequenziellen Denkweise zu Rande. Das angemessene Skelett heißt Multi-tasking auf Echtzeitbetriebssystemen.



**B**ei der Programmierung von Mikrocontrollern führt kein Weg an einer effizienten Softwareentwicklung vorbei. Dies erfordert leistungsfähige und ausgereifte Tools. Maßstäbe setzen hierbei die verbreiteten Standardsysteme (CP/M-Rechner, IBM PC, Workstations). In der Folge entstanden MCUs, die auf den Basisarchitekturen der Standardprozessoren beruhen. Besonders weit trieb Intel diesen Ansatz beim i386EX – und fand mit AMD (386SE, 386DE, Elan) und National Semiconductor (NS486SXF) prompt Nachahmer. Diese Chips enthalten neben der Controllerfunktionalität die relevanten Elemente eines vollständigen PCs. Damit steht ein großer Teil der für die Basisarchitektur vorhandenen Entwicklungswerkzeuge zur Verfügung. Doch auch spezielle Mikrocontroller müssen nicht ohne leistungsfähige Entwicklungswerkzeuge bleiben, wie die folgende Marktübersicht am Beispiel der Echtzeitbetriebssysteme (EZBS) zeigt. Vorteilhaft ist die Abstimmung dieser Werkzeuge auf die Bedürfnisse der Echtzeitverarbeitung.

Der sparsame Umgang mit Ressourcen ist eine besondere Tu-

gend der Mikrocontroller. Um damit zurechtzukommen, sind geeignete EZBS flexibel auf die jeweilige Anwendung hin konfigurierbar. Dies erlaubt dem Anwender, nur Komponenten einzusetzen, die das System auch wirklich benötigt. Kritisch ist die Modularität für Controller mit eingeschränktem Speicherangebot. Hier ist die benötigte Funktionalität mit der zur Verfügung stehenden Menge an Speicher zu realisieren. Die minimale Kernelgröße gibt dazu einen groben Anhaltspunkt.

Die Applikationserstellung erfolgt mittlerweile überwiegend in einer Hochsprache. Nur in Ausnahmefällen kommt in modernen Systemen Maschinsprache zum Einsatz, um die optimale Leistungsfähigkeit in bezug auf Zeitverhalten und Codegröße zu erzielen. Wichtig ist dabei, daß der Übersetzer den nötigen Sprachumfang (z. B. ANSI-C) beherrscht und die gewünschten Programmierwerkzeuge – beispielsweise Quellcodedebugger – bereitstehen. Kommen Compiler und Debugger nicht von einem Hersteller, so ist deren reibungslose Zusammenarbeit sicherzustellen.

Im Zusammenhang mit Echtzeitbetriebssystemen sind eine Reihe von Kenngrößen verbreitet. Eine davon betrifft die maximale Anzahl der Tasks. Hierbei sollte man beachten, daß in typischen Anwendungen die Task-Anzahl eher niedrig ist und die theoretischen Grenzen daher geringe praktische Relevanz haben. Gleiches gilt für die Prioritäten. Trotzdem ist eine Überprüfung der eigenen Erfordernisse unerlässlich.

Kenzeichen für ein EZBS sind schnelle Task-Wechselzeiten und kurze Interrupt-Latenzen. Bei den meisten Systemen sind diese Zahlen im Bereich von wenigen  $\mu$ s angesiedelt und weitgehend von der Zielhardware abhängig. Wichtiger ist der Overhead, der bei der Interrupt-Bearbeitung anfällt. Das Zeitverhalten bei kritischen Anwendungen beruht oft auf der konsequenten Ausnutzung der Interrupt-Fähigkeit. Erstrebenswert ist der vollkommene Verzicht auf Zeiten, in denen das Betriebssystem Interrupts sperrt. Auch sollte der Interrupt-Request möglichst direkt an die bearbeitende Routine gehen. Diese Philosophie liegt quer zu üblichen EZBS, die die Interruptbearbeitung weitestgehend an sich ziehen.

### Anpassung

Liegt ein Rechnersystem vor, das keinem verbreiteten Standard entspricht, so muß das EZBS angepaßt werden. Diese Notwendigkeit ergibt sich nahezu immer beim Einsatz von Mikrocontrollern. Grundvoraussetzung ist die Unterstützung der vorhandenen Basisarchitektur (CPU). Für einen minimalen Kern ist zumindest eine Anpassung an den eingesetzten Interruptcontroller und Timer erforderlich. Hierfür sollte der Systemhersteller geeignete Treiber mitliefern. Enthält das Zielsystem Elemente zur Ein-/Ausgabe, wie Tastatur, Video, Massenspeicher oder Netzwerke, muß das EZBS ermöglichen, daß der Programmierer entsprechende Treiber erstellt und einbindet. Ohne eine umfassende Unterstützung durch den Hersteller sind diese Anpassungen mit einem hohen Aufwand verbunden. Hilfreich ist in diesem Zusammenhang die Verfügbarkeit von Quellcode.

Bei den betrachteten Systemen handelt es sich fast ausschließlich um prioritätsgesteuerte,

# Anbieter

ARS Integrated Systems  
 Starnberger Str. 22  
 82131 Gauting  
 ☎ 0 89/8 50 60 81  
 ☐ 0 89/8 50 89 18

becom Software GmbH  
 Lister Damm 1  
 30163 Hannover  
 ☎ 05 11/9 65 25-0  
 ☐ 05 11/9 65 25-65  
 ✉ sbehens@becom.de

CC&I GmbH  
 Starnberger Str. 22  
 82131 Gauting  
 ☎ 0 89/8 50 97 18  
 ☐ 0 89/8 50 97 19

Creative Daten GmbH  
 Röhlweg 9  
 82166 Gräfelfing  
 ☎ 0 89/89 81 64-0  
 ☐ 0 89/89 81 64-14

Enea Data Software GmbH  
 Arnulfstr. 27  
 80335 München  
 ☎ 0 89/59 04 72 51  
 ☐ 0 89/59 04 72 00  
 ✉ http://www.enea.se/

HighTec EDV-Systeme GmbH  
 Postfach 1440  
 66364 Saarbrücken  
 ☎ 0 68 94/87 00 41

Dr. Rudolf Keil GmbH  
 Gerbard-Hauptmann-Str. 30  
 69221 Dossenheim  
 ☎ 0 62 21/86 20 91  
 ☐ 0 62 21/86 19 54  
 ✉ 0 62 21/86 42 28

Microtec Research GmbH  
 Postfach 1261  
 85504 Otterbrunn  
 ☎ 0 89/6 09 00 81  
 ☐ 0 89/6 09 96 59  
 ✉ andreas@mrq.mri.com  
 ✉ http://www.mri.com/

Motorola GmbH  
 Schatzbogen 7  
 81829 München  
 ☎ 0 89/9 21 03-0  
 ☐ 0 89/9 21 03-1 01  
 ✉ http://www.mot.com/

Profisoft M. Brenner  
 Gartenstr. 4  
 76848 Lug  
 ☎ 0 63 92/8 08  
 ☐ 0 63 92/8 11

Siemens AG  
 Automatisierungstechnik  
 Postfach 4848  
 90327 Nürnberg  
 ☎ 09 11/8 95-0  
 ☐ 09 11/8 98-37 35  
 ✉ http://www.siemens.de/

Sysgo Real-Time Solutions GmbH  
 Galileo-Galilei-Str. 10  
 55129 Mainz  
 ☎ 0 61 31/97 35 68  
 ☐ 0 61 31/97 35 19  
 ✉ sales@sysgo.de  
 ✉ http://www.lynx.com/

Thau Computer AG  
 Löwenstr. 21  
 CH-8953 Dietikon  
 ☎ +41-1-7 45 18 18  
 ☐ +41-1-7 45 15 67

WindRiver Systems GmbH  
 Freisinger Str. 34  
 85737 Ismaning  
 ☎ 0 89/96 24 45-0  
 ☐ 0 89/96 24 45-55

präemptiv arbeitende EZBS. Es bleibt abzuwarten, ob sich Systeme mit komplexeren Zuteilungsalgorithmen – beispielsweise Deadtime-Scheduling – in der Zukunft durchsetzen werden. Die Unterstützung umfangreicher Mittel zur Task-Kommunikation vereinfacht die Programmierung. Sollte ein Element fehlen, so läßt es sich zumeist mit Hilfe der vorhandenen nachbilden. Diese Aussage gilt jedoch nicht für die Prioritätenvererbung, die Bestandteil des Betriebssystems sein sollte, wenn sie benötigt wird.

Ein wichtiges Element bei modernen Anwendungen ist die Benutzerführung. Auch vor 'eingebetteten' Anwendungen macht der Fenstertrend nicht halt. Zum Teil verlangt der Markt grafisch gestaltete, fensterorientierte Lösungen. Die Auslegung und Programmierung ist mit einem erheblichen Aufwand verbunden, so daß eine weitgehende Unterstützung sinnvoll ist. Diese muß sich sowohl auf die verfügbaren Bibliotheken als auch auf die Entwurfs- und Gestaltungswerkzeuge beziehen.

## Portabilität

Bereits in erstellte Software getätigte Investitionen sollen möglichst für mehrere Rechnergenerationen Bestand haben. Also muß eine Applikation leicht auf ein anderes Betriebssystem portierbar sein. Hilfreich ist dabei, über ein BS der gleichen Familie zu verfügen oder aber auf den Standard POSIX zu setzen. In jedem Fall muß man das zeitliche Verhalten auf dem neuen Zielsystem überprüfen. Hier liegt der eigentliche Aufwand, den jedoch die Standardisierungsbemühungen bisher nur unvollständig abdecken.

Die bereits erwähnte Modularität wirkt sich zusätzlich auf

die Preisgestaltung aus. Man ist in den seltensten Fällen in der Lage, vergleichbare Produktkonfigurationen zu finden, die einem seriösen Preisvergleich standhalten. Darüber hinaus sind die Anbieter kaum bereit, allgemeingültige Aussagen zu den jeweiligen Preisen abzugeben. Letztendlich entscheidet hier das Verhandlungsgeschick und der Kontakt zum jeweiligen Distributor.

## AMX

Mit einer Kernelgröße von 8 KByte unterstützt AMX bereits MCUs der Serie i386EX. Zu diesem Typ gesellen sich eine Reihe weiterer Controller unterschiedlicher Ausprägung. Allen Ausführungen gemeinsam ist die Lizenzpolitik, die keine weiteren Gebühren nach Erwerb der Basislizenz verlangt. Feldbusseitig arbeitet AMX mit dem Profibus zusammen, für übergeordnete Netze bietet es TCP/IP-Support an. Als Besonderheit erlaubt AMX die Prioritätenvererbung. Für die unterschiedlichen Zielplattformen kann man aus den verbreiteten Werkzeugen eine Auswahl treffen. In-Circuit-Emulatoren unterstützt AMX allerdings nicht direkt.

## LynxOS

LynxOS ist kompatibel zu System V von AT&T, BSD 4.3 sowie POSIX 1003.1b. Mit 170 KByte Kerngröße stellt es ein noch relativ kompaktes System dar. Im Gegensatz zu Unix unterstützt LynxOS Threads. Das Entwicklungssystem ist entweder Unix-basiert, oder die Möglichkeit des 'Self-Hosting' (die Entwicklungsumgebung läuft auf dem Zielsystem/EZBS selbst) findet Anwendung. Der Funktionsumfang von LynxOS ist enorm, beispielsweise

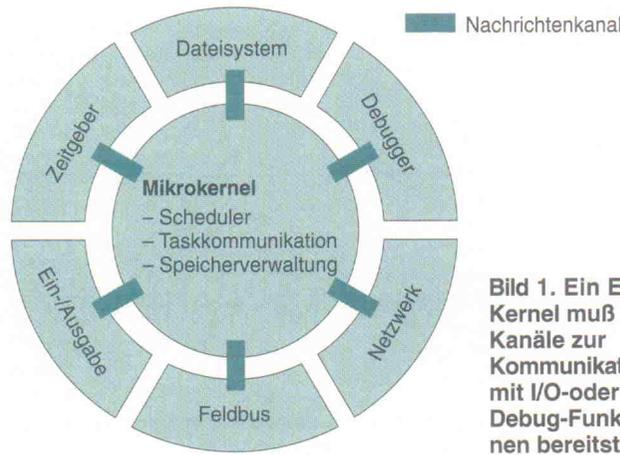
se berücksichtigt es fast alle wesentlichen Feldbusse und Netzwerke. Auch Spezialitäten, wie die Prioritätenvererbung oder das Deadline-Scheduling, bietet es. Neu hinzu kommen ein grafischer Debugger, der auch verteilte Systeme unterstützt sowie das Tool Timescan – eine Art Profiler, der zur Überwachung des Zeitverhaltens des gesamten Systems dient.

## OS-9/OS-9000

OS/9 stellt ein Unix-ähnliches Betriebssystem dar. Die Entwicklung der Software erfolgt gewöhnlich auf Cross-Entwicklungssystemen unter Unix oder MS Windows. Die Kommunikation mit dem Target geschieht über die serielle Schnittstelle oder TCP/IP-Ethernet-Verbindungen. Für Embedded-Lösungen stehen spezielle Board-Support-Pakete für verschiedene VME-Bus-Karten zur Verfügung. Während das 'Embedded'-Entwicklungspaket auf ein Hostsystem angewiesen ist, kann das 'Disk-Based'-System mit dem OS9/ToolKit zu einer residenten OS/9-Entwicklungsplattform erweitert werden. Neben den Implementationen für die Prozessoren der 680x0-Serie existieren auch Versionen (OS/9000) für den PowerPC und Intels 386/486-Familie. OS/9 wurde konsequent als Echtzeitbetriebssystem ausgelegt. So gibt es in der aktuellen Version 3.0 einen unterbrechbaren File-Manager und neue Kernel-Dienste zur weiteren Verbesserung des Echtzeitverhaltens.

## OSE

Die Domäne von OSE sind verteilte Systeme. Die Kommunikation zwischen den verteilten Prozessen erfolgt vollständig transparent über Signale. Diese regeln den Zugriff auf die benutzten Ressourcen und enthalten einen Zeiger auf gemeinsame Daten. Transparent bedeutet, daß ein Prozeß nicht wissen muß, auf welchem Rechner sein Kommunikationspartner läuft. Zur Fehlersuche bietet das System einen Mechanismus zur Verfolgung des Signalflusses. Diese Funktion kann sowohl schrittweise als auch in Echtzeit erfolgen. OSE enthält alles, was von einem Mikrokernel-basierten Echtzeitsystem mit Unix-Historie zu erwarten ist: die Netzwerktauglichkeit mittels TCP/IP, ein Dateisystem und die Unterstützung von virtuellem Speicher. Die



**Bild 1. Ein EZBS-Kern muß Kanäle zur Kommunikation mit I/O- oder Debug-Funktionen bereitstellen.**

Prozesse werden in drei Kategorien aufgeteilt: Zyklische Prozesse auf der Basis eines Zeitgeber-interrupts, priorisierte Prozesse und Hintergrundprozesse. Letztere erhalten ihre Rechenzeit im Timesharing-Verfahren, wenn kein Prozeß der beiden anderen Kategorien bereit ist. Das Betriebssystem existiert in verschiedenen Varianten für 8-Bit-Controller der Typen 68xx, 8051 und Z80 (OSE Basic), die 68xxx-Familie (OSE Classic) sowie die DSP-Serie TMS320 (OSE Auric).

### Precise/MQX

Für die Controller i386EX und 68xxx stellt Precise/MQX ein Echtzeitsystem zur Verfügung. Ausgehend von MSDOS und Windows 3.x als Host kann auf die Entwicklungsumgebung von Borland zurückgegriffen werden. Kontakte erlangt das Zielsystem dank des Netzwerkprotokolls TCP/IP. Die Kommunikation zwischen den einzelnen Tasks geschieht über Semaphore, Signale oder Mailboxen. Die maximale Kernelgröße liegt mit 25 KByte im Rahmen des Üblichen. Für die 68xxx-Familie ist ein Komplettpaket bestehend aus C-Compiler, Passkey-Debugger und einem Simulator verfügbar.

### pSOS

Von ARS Integrated Systems kommt das modulare EZBS pSOS. Als Zielsysteme kennt es die gängigen MCUs 80x86 und 680x0. Darüber hinaus unterstützt pSOS den PowerPC (603, 604 und 403), Motorolas 68360 und 68356, Intels i960 sowie die 80C166-Familie. Als Betriebssystemmodule bietet ARS mit pSOS+ einen kleinen effizienten Echtzeitkern an, die Erweiterung zum Multiprozessorkern übernimmt pSOS+m. In der Version 2.0 bietet pSOS Mechanismen zur Realisation fehlertoleranter Systeme und 'Hot-Swap'-Systeme. pRPC+ bietet SUN-kompatible Remote-Services zur Erstellung verteilter Applikationen. Das Filesystem pHILE+ unterstützt neben einem Echtzeitfilesystem MSDOS-Dateiformate sowie in Verbindung mit pNA+ und pRPC+ die Client-NFS-Dienste. Eine Echtzeitkernvariante stellt pSOSselect dar: Diese ist von einem Minimalsystem mit 1,8 KByte ROM und 320 Byte RAM bis hin zum vollständigen Leistungsumfang von pSOS+ frei konfigurierbar und

damit eine besondere Offerte für preissensitive Embedded-Applikationen. Als Programmiersprache stehen neben ANSI-C C++ und Ada zur Verfügung.

### PXROS

Als Softwarebaukasten für Echtzeitanwendungen beschreibt der Distributor HighTec sein System. Im Endausbau ist die komplette Funktionalität eines mit Unix vergleichbaren Systems vorhanden. Das Baukastenprinzip geht so weit, daß der Anwender als Option eigene Schedulingalgorithmen integrieren kann. Dank dieser Technik ist PXROS in der Lage, sowohl sehr kleine (80166) als auch komplexe Systeme (PowerPC) zu bedienen. Für alle Zielplattformen bietet der in zwei Varianten verfügbare Kern eine identische Funktionalität. Der Hang von PXROS zur effizienten Unterstützung zeigt sich in der Interruptbehandlung: Interrupts sind immer freigegeben, und es ist praktisch kein Overhead bei der Interrupt-Abarbeitung zu verzeichnen. Damit ist das auf PXROS basierte Echtzeitsystem in der Lage, die gleiche Interruptleistungsfähigkeit wie ohne Echtzeitbetriebssystem zu entwickeln – eine wichtige Voraussetzung für den Einsatz in kritischen Anwendungen.

### QNX

QNX basiert auf einem 10 KByte kleinen Mikrokern, der lediglich 16 verschiedene Aufrufe für die drei Bereiche Scheduling, Messagepassing und Interruptredirection beherrscht. Alle anderen Betriebssystem-Services stellen zusätzliche Resource-Manager bereit. Dies ermöglicht, Embedded-Systeme mit weniger als 256 KByte RAM zu bauen. Der Process-Manager (Proc) dient der Verwaltung von Prozessen und garantiert volle POSIX-1003.1- und 1003.1b-Kompatibilität. Für die Dateiverwaltung ist der Filesystem-Manager (Fsys) verantwortlich. Er unterstützt POSIX, DOS, ISO 9660, ROM und Flash-ROM sowie PCMCIA-Devices. Weitere Manager stehen für die Verwaltung von I/O-Devices oder für die Netzwerk-anbindung bereit. Eine Besonderheit des Netzwerks-Managers ist durch die enge Kopplung an den Mikrokern gegeben: Vernetzte Kerne funktionieren als eine logische Einheit, was transparent verteilte oder auch fehler-

tolerante Systeme erlaubt. Für grafische Benutzeroberflächen (GUI) hat QNX Photon im Gepäck. Dies ist ein speziell für eingebettete Systeme optimiertes GUI – aufgebaut als Mikrokern mit nur 20 KByte Code und 40 KByte Daten. Ein vollständiges Grafiksystem mit Treiber und Fenstermanager benötigt für Daten und Code um die 300 KByte.

### RMOS

Für die Controller i186 und i386EX bietet der Automatisierungsspezialist Siemens eine kompakte Lösung. Neben der Borland-Umgebung kann als Entwicklungssystem Organon eingesetzt werden, welches auf den Einsatz innerhalb von RMOS vorbereitet ist. Die Entwicklungsumgebung ist DOS- und Windows-basiert. Als Kommunikationsprotokolle spricht RMOS den Profibus im Bereich der Feldbusse und TCP/IP als übergeordnetes Medium an. Neben dem prioritäts-gesteuerten Scheduling existieren zusätzlich die Formen 'Deadline-gesteuert' und 'Round-Robin'. Die Sourcen zur Anpassung an spezielle

Einsatzgebiete stehen leider nicht zur Verfügung. Die Stärke von RMOS liegt in der Verfügbarkeit speziell angepaßter Übersetzer und Debugger sowie dem beruhigenden Gefühl, Unterstützung von einem namhaften Hersteller zu erhalten.

### RTEK

Eine verbesserte Variante von RTXC bietet Motorola unter dem Namen RTEK an. Bestandteil des Pakets ist das Systemgenerierungsprogramm RTEKgen, welches eine einfache Konfiguration erlaubt. Der Entwickler kann die benötigten Eigenschaften der Objekte und des Systems definieren. RTEKgen erzeugt dann den Quellcode, welcher danach zu übersetzen respektive zu assemblieren ist. Zwecks Anpassung an eigene Schnittstellen führt das System den Quellcode für Treiber und Hilfsprogramme im Lieferumfang mit.

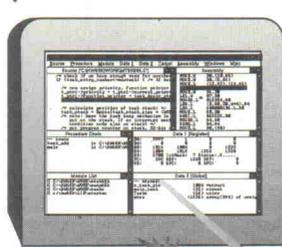
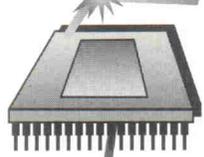
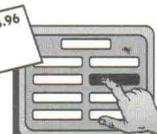
### RT-Kernel

Für Controller auf Basis von 80x86-Prozessoren (z. B. i186) bietet RT-Kernel eine preiswer-

**Mikrocontroller Kompetenz**

# DIESSNER

**Software Entwicklungs-  
werkzeuge für Hitachi und  
Motorola Mikrocontroller  
Assembler, C, Forth  
Mikrocontroller Boards  
Schulungen  
Touch Panels  
Infoterminals**


Sindelfingen • 14.-16.2.96  
**Embedded Systems  
STAND E4**

Wir stellen  
aus:  
Cebit Hannover • 14.-20.3.96  
**HALLE 8, 1. OG  
STAND E28/1**

Information und Demosoftware erhalten Sie bei: **DIESSNER**  
Furtwanger Str. 9 - D-71034 Böblingen **DatenTechnik**  
Telefon: 0 70 31 - 28 95 38, Fax: 0 70 31 - 28 95 41

te und erprobte Lösung, die zudem keinerlei Lizenzgebühren fordert. Weitergehende Anpassungen muß der Anwender selbst vornehmen. Auch ist die komplette Entwicklungsumgebung abzustimmen, als Übersetzer kommen Borland-C oder Microsoft-C in Frage. Einen geeigneten Locator und Debugger für den Controller heißt es zum Zusammenspiel mit den restlichen Komponenten zu überreden. Sind diese Hürden genommen, stellt der RT-Kernel ein zufriedenstellendes Betriebssystem zur Verfügung, zu dem alle Sourcen gegen einen geringen Aufpreis verfügbar sind.

### RTX-51/-251/-166

Diese Versionen von RTX sind auf kleine Controller abgestimmt (-51: 8051, -251: MCS251 und -166: 80166). Entsprechend dieser Aufgabenstellung fällt die Ausstattung aus. Der Anwender steht beim Anschluß von Feldbussen nicht im Nebel: Neben Profibus unterstützen diese RTX-Varianten auch CAN und Bitbus. Eine Hilfe bei der Fehlersuche bietet der Debugger dScope. Die Einschränkung auf maximal 256 Tasks und Prioritäten bedeutet bei der beabsichtigten Zielgruppe kein Hindernis. Zur Taskkommunikation stehen Semaphore und Mailboxen zur Verfügung.

### RTXC

Für unterschiedlichste Controller steht RTXC der Firma Cosmic zur Verfügung. Die minimale Kerngröße von 2 KByte gibt einen ersten Hinweis, daß das System auch für kleinere µCs geeignet ist. So finden sich beispielsweise auch 8051 und 68HC11 auf der Liste der unterstützten MCUs. Die bereitgestellten Funktionen entsprechen den Ansprüchen an ein kompaktes Echtzeitbetriebssystem – weitergehende Elemente wie Netzprotokolle sucht der Anwender jedoch vergebens. In dem Basissystem sind unbegrenzte Laufzeitlizenzen und der Quellcode enthalten. Als Entwicklungsumgebung kommen DOS und Windows in Frage. Neben den üblichen Compilern kann auch eine Cosmic-eigene Umgebung zum Einsatz kommen.

### SuperTask!

Als umfassende Entwicklungsumgebung versteht sich Super-

Task! Neben dem eigentlichen Echtzeitkern enthält es ein Entwurfswerkzeug mit integriertem C-Sourcecodegenerator (ViewTask) und eine Simulationsoberfläche für DOS-gestützte PCs. Letztere erlaubt es, ein Echtzeitprogramm zunächst auf dem Host zu debuggen, um es anschließend auf das Zielsystem zu übertragen. Das System ist für eine breite Auswahl von Controllern verfügbar. Der Funktionsumfang deckt alle elementaren Dienste zur Systemverwaltung, zum Interrupthandling, zur Zeitverwaltung und zur Taskkommunikation ab. Zusätzlich sind Funktionen zur seriellen Ein-/Ausgabe über Standard-Streamfunktionen enthalten. Bevorzugte Entwicklungssprache ist ANSI-C, das auch die Basis für den größten Teil des Quellcodes bildet. Der hohen Zahl der unterstützten Zielsysteme entspricht auch die Menge der verfügbaren Entwicklungsumgebungen. Der Hersteller ist bemüht, für eine reibungslose Zusammenarbeit zu sorgen. Im Zweifelsfall hilft eine Rückfrage.

### VRTX

Ein Novum bei Embedded-Applikationen stellt der Einsatz von objektorientierten Methoden bei der Systementwicklung dar. Seit 1991 beschäftigt sich Microtec Research mit der Realisation von C++-Compilern für die Anwendung im Embedded-Bereich. Mittlerweile haben echte C++-Compiler den bisher eingesetzten AT&T-Präprozessor abgelöst, was zu deutlich geringeren Übersetzungszeiten beiträgt.

Mit der VRTX-Familie unterstützt Microtec Research gleich eine ganze Palette echtzeitfähiger Komponenten. Auf einem Nano-Kernel basieren drei verschiedene Betriebssystemkerne. Speziell für kostensensitive Embedded-Anwendungen steht der kompakte Kernel VRTXmc zur Verfügung. Die Zielplattform umfaßt sämtliche populären 16- und 32-Bit-Prozessoren der Firmen Intel (80x86-Serie), Motorola (680x0-Serie), AMD (AM29k) und Sun (SPARC). Der Sourcecode ist dabei zwischen den Systemen vollständig kompatibel. Neben den Host-Systemen im Unix-Bereich wird auch ein vollständiges MS Windows-basiertes Cross-Entwicklungssystem angeboten.

### VxWorks/Tornado

Mit VxWorks in Höchstgeschwindigkeit zum Erfolg: So stellt sich der Entwickler WindRiver den Leistungsschub vor, den VxWorks durch die integrierte Entwicklungsoberfläche Tornado erhält. Zweifellos sind einige wichtige Elemente vorhanden, die dem Entwickler das Leben erleichtern: WindView erlaubt eine Sicht auf alle dynamischen Vorgänge zur Laufzeit. Damit lassen sich Optimierungen im Zeitverhalten überhaupt erst durchführen. Für die Oberfläche existiert eine offene Schnittstelle, die ermöglicht, Produkte anderer Anbieter zu integrieren. Laut Aussage von WindRiver ist in diesem Zusammenhang ein Produkt zur 'Rate-Monotonic-Analysis' verfügbar. Letztere gestattet eine Überprü-

fung der Einhaltung von Zeitschranken bei prioritätsgesteuerten Schedulingern zur Entwicklungszeit. Doch auch die zahlreichen anderen Werkzeuge lesen sich wie ein Auszug aus dem Schlaraffenland für Echtzeitentwickler. Der Interessent sollte sich jedoch Gedanken über die in seinem Kontext sinnvoll einzusetzenden Werkzeuge machen, denn im wahren Leben ist nichts geschenkt, wie der Blick auf die Preisliste zeigt.

### µC/OS

Wer beim Anblick der Preise verschiedener Anbieter Magendrücken verspürt oder aber über einen exotischen Controller verfügt, für den ist möglicherweise µC/OS von Jean J. Labrosse eine Alternative. Sein Buch [2] beschreibt die Implementation eines einfachen Echtzeitkerns am Beispiel des 80186. Portierungen auf andere Zielsysteme sind möglich und auch beispielsweise für die Controller/Prozessor-Familien 68HC11, CPU32 (speziell 68331), ARM oder DEC Alpha bereits realisiert. Dank der Unterstützung vieler Benutzer hat der Kern mittlerweile eine beachtliche Stabilität erreicht. Er stellt fundamentale Funktionen wie prioritätsgesteuertes Scheduling, Zeitverwaltung, Semaphore und Mailboxen bereit. Insgesamt stehen 64 Tasks zur Verfügung, die eine feste Priorität besitzen. Davon hat der Autor acht Tasks für zukünftige Systemerweiterungen reserviert.

Die Quellen sind in einen prozessorunabhängigen Teil in ANSI-C und einem prozessorabhängigen Part, der auf der jeweiligen Maschinsprache basiert, untergliedert. Für die passende Entwicklungsumgebung (Übersetzer, Linker, Locator und ggf. Debugger) sowie für die Portierung auf sein Zielsystem hat der Anwender selbst zu sorgen. Im allgemeinen muß er dazu nur wenige Zeilen Assembler- und C-Code anpassen. Die Quellen sind über das Internet erhältlich (siehe Kasten 'Websites und Newsgroups'). ea

### Literatur

- [1] Jörg Wollert, Jörg Fiedler, *Zeitsprung, Grundlagen und Marktübersicht zu Echtzeit-Betriebssystemen*, ELRAD 6/95, S. 48
- [2] Jean J. Labrosse, *µC/OS The Real-Time Kernel, R&D Publications, Lawrence, Kansas, 1992, ISBN 0-13-031352-1*

### Websites und Newsgroups

Automation and Process Control	<a href="http://www.ba-karlsruhe.de/automation/home.html">http://www.ba-karlsruhe.de/automation/home.html</a>
CPU Info Center	<a href="http://infopad.eecs.berkeley.edu/CIC/">http://infopad.eecs.berkeley.edu/CIC/</a>
Embedded and Real-Time Systems on the Internet	<a href="http://www.ifi.unizh.ch/groups/ailab/embedded.html">http://www.ifi.unizh.ch/groups/ailab/embedded.html</a>
Embedded Systems Internet Resources	<a href="http://www.compapp.dcu.ie/~cdaly/embed/embedsys.html">http://www.compapp.dcu.ie/~cdaly/embed/embedsys.html</a>
Microcontroller and Microprocessor Directory	<a href="http://www.cera.com/micro.htm">http://www.cera.com/micro.htm</a>
µC/OS	<a href="http://www.cs.umd.edu/~fwmilller/etc/realtime/code.html">http://www.cs.umd.edu/~fwmilller/etc/realtime/code.html</a>
Yahoo	<a href="http://www.yahoo.com/Computers_and_Internet/Operating_Systems/Realtime/">http://www.yahoo.com/Computers_and_Internet/Operating_Systems/Realtime/</a>
comp.arch.embedded	englischsprachige Diskussionsgruppe um Embedded-Architekturen
comp.realtime	dito zu Echtzeitanwendungen
comp.robotics.misc	dito zu diversen Robotik-Themen, häufig Mikrocontroller-relevante Beiträge
de.sci.electronics	deutschsprachige Arena um Elektronik allgemein, noch keine Feinunterteilung wie bei sci.electronics
sci.engr.control	englischsprachige Diskussionsgruppe zu Steuerungs- und Regelungsthemen

# Echtzeitbetriebssysteme für Mikrocontroller

Name	Distributor	Zielsysteme	Hostsysteme	Entwicklungs- umgebung	Debugger	Datensystem	Netzwerk	Feldbusse	Kerngröße (KB)	Grafiksystem	Anzahl Tasks/ Prioritäten	Task- kommunikation	Sonstiges	Source verfügbar	POSIX	Preis (DM)	Laufzeitanz (DM)
AMX	Creative Daten GmbH	1186, 1386EX, 683xx, Z80, 8085, R30xx, System+ AMID29k	DOS	Microsoft, Borland, Watcom, GNU, Metaware, System+ Software GNU	Insight-Debug, Borland, Code- view, Paradigm, Watcom, Softscope, Softprobe	TCP/IP	Profibus	8...25		unbegr./unbegr.	Semaphore, Messages, Mailbox, Signale, Pipes	Prioritäten- vererbung	ja		3000...8600 US\$	inklusive	
LynxOS	Sygo	1386EX, 680xx, PowerPC, Sparc	Unix	GNU	GDB, Total View	POSIX	TCP/IP	Profibus Interbus-S, CAN, Sinec	250... 1000	X-Windows, Motif, MGR	ungebgr./256	Semaphore, Messages, Mailbox, Signale, Pipes	ja	nein	ab 6715 inkl. Erw. Tools	1100...150 je nach Stückzahl	
OS-9	Dr. Keil GmbH	680xx, PowerPC	Windows, Unix	GNU, Ultra C/C++	HP-Emulator, FastTrak	POSIX	TCP/IP, SPX, IPX	Profibus Interbus-S, CAN	21...26	X-Windows, Motif	unbegr./65535	Semaphore, Signale, Pipes	ja	nein	auf Anfrage	auf Anfrage	
OSE Delta	Erea Data	PowerPC, AMID 29k, 1386EX	Unix, DOS/ Windows NT (ab 1. Q. 96)	Microtec, Cadul, DiabData, HP-Crossstools, XRAY, GNU	Distributed Debug Server (DDS), XRAY, DDBG, XDB	POSIX	TCP/IP	Profibus Interbus-S, CAN auf Anfrage	6...95	nein	unbegr./32	Semaphore, Signale, Pipes	ja	nein	auf Anfrage	auf Anfrage	
Precise/MOX	Thau Computer AG	680xx, 1386EX (ab Mitte 96)	DOS/ Windows 3.11	Borland, Intercol	Passkey, Softscope	nein	TCP/IP	nein	max. 25	nein	unbegr.	Semaphore, Mailbox, Signale	nein	nein	ab ca. 9000 je Projekt	inklusive	
pSOS	ARS Integrated Systems	x86, 680xx, PowerPC, i960, 80C166	DOS, Unix	Metaware High-C/C++, Cadul Organon	Softprobe, Organon, XRAY	DOS, NFS (Client & Server), RTFS (Unix-ähnlich)	TOPI/P CAN	CAN	min. 15	X11F4, Meta- Windows	65535/255	Events, Queues, Semaphore	nein	nein	ca. 23000 inkl. Debugger	200...20 je nach Stückzahl	
PXROS	HighTec EDV- Systeme	1386EX, 80166/167/186, PowerPC	DOS, Windows, OS/2, Unix	GNU, Borland (80186), Tasking, Watcom C++	GDB, Fastview/ Win (166), Unix, Kontrol und I-Hlex Emulatoren (80166/167)	FAT, Unix, POSIX	TOPI/P, IPX, FTL	Profibus, CAN	6...25	X-Windows	ca. 500/unbegr.	Semaphore, Messages, Mailbox, Signale, Pipes, Queues	ja	nein	ab 10000	30/1000er Lz., 20000 unbegr.	
QNX	becom Software GmbH	1386EX, NS486SHXF, AMID Elan	Unix	Watcom C++	GDB, Win (166), Emulatoren (80166/167)	FAT, Unix, POSIX	TOPI/P, IPX, FTL	Profibus, CAN, LON, Hi, L1, Allen-Bradley, Modbus	7...32	eigene	ca. 500/unbegr.	Semaphore, Messages, Mailbox, Signale, Pipes, Queues	nein	ja	ab 1590		
RMOS	Siemens AG	1386EX, i186	DOS, Windows	Borland, Organon CC	Organon XDB RMOS	FAT	TCP/IP	Profibus	max. 53	nein	32/768/256	Semaphore, Messages, Mailbox, Signale	nein	nein	ab 2750	auf Anfrage	
RTEK	Motorola GmbH	680xx, MPC5xx	Windows 3.11 (680xx), DOS/ Unix (MPC5xx)	ANSI C/C++		abhängig vom Mikrocontroller										auf Anfrage	auf Anfrage
RTX-51/ -251/-166	Dr. Keil GmbH	8051, MCS251, 80166	DOS/ Unix (MPC5xx)	Keil	dScope, No-Hu	nein	nein	Profibus, CAN, Bitbus		nein	max. 256	Semaphore, Mailbox	nein	nein	ab 3950 je nach Typ	inklusive	
RTXC	CC&I	8051, 68HC11/16, 1386EX, 680xx	DOS, Windows 3.11, Windows 95, Unix	Microsoft, Borland, Watcom, Intel, Cosmic	EST BDM-Emulatoren	nein	nein	nein	min. 2	nein	unbegr.	Messages, Mailboxen, Signale	ja	teilweises	ab 5000	inklusive	
SuperTask!	Profisoft	680xx, 68HC11/ 16, Z170/80, 8051, 8019196, x86, i960, MIPS, Sparc, SH7000, PowerPC	DOS	gängige ANSI-C- Compiler		nein	TCP/IP, UDP, ARP über Zusatz- produkt Usenet	nein	min. 6	nein	256/256	Semaphore, Nachrichten, Signale	ja, im Preis enthalten	nein	11400...17100	inklusive	
VRTXmc	Microtec Research	683xx, CPU32	DOS, Windows, Unix	Microtec	XRAY-Debugger	nein	nein	Profibus, CAN, LON	4...9	nein	256/256	Messages, Mailbox, Signale, Pipes	ja	nein	auf Anfrage	auf Anfrage	
VRTXsa/32	Microtec Research	683xx, 1386EX, PowerPC, CPU32, i960, AMID29k	DOS, Windows, Unix	Microtec, für 386 auch MS, Borland	Microtec	FAT, Unix	TCP/IP, IPX	Profibus, CAN, LON	16...26	diverse	unbegr./256	Semaphore, Messages, Mailbox, Signale, Pipes	nein	nein	auf Anfrage	auf Anfrage	
VXWorks	Wind River Systems GmbH	680xx, 1386EX	Windows 95, Windows NT, Unix	GNU, eigene	GDB, eigener, HP Emulator, Kontrol	FAT	TCP/IP	Profibus, Interbus-S, CAN über Partner	20... 600	X11, low level, Windows	unbegr./ 256	Semaphore, Messages, Signale, Pipes	ja	ja	24750	1500...45 je nach Stückzahl	

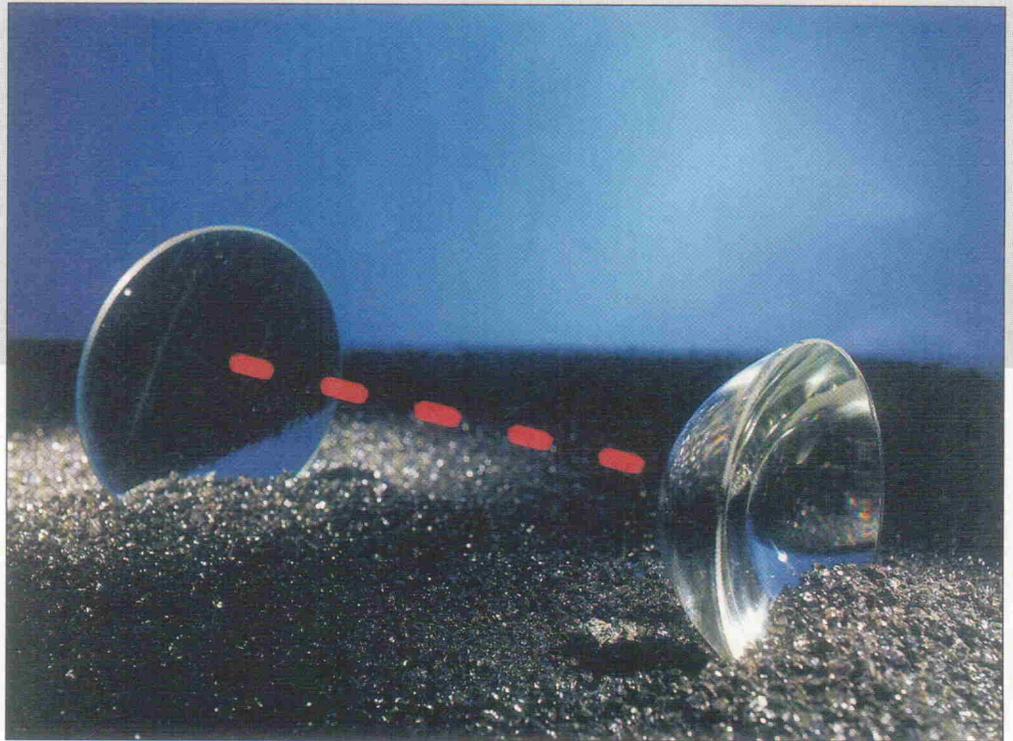
Windows = Win 3.x, Win 95 und Win NT

# IrDA

## Datenübertragung via Infrarotlicht

### Prof. Jürgen Plate

**Das ist doch ein alter Hut! – Mit diesem Gedanken könnte man weiterblättern, schließlich kommunizieren schon seit längerem Mäuse, Tastaturen oder Drucker auf kurze Distanz per Infrarotlicht mit einem PC oder Laptop. Aber wenn der Barcodeleser des Herstellers x mit dem Etikettendrucker der Firma y Kontakt aufnehmen soll, steht der Entwickler meist im dunkeln. Der übergreifende internationale Standard IrDA soll digitalen Daten den infraroten Weg weisen.**



**B**ereits 1979 erschien der erste Taschenrechner mit Infrarot-Druckerport, der HP 41 C. Inzwischen können sogar Multi-Meter ihre Meßwerte auf infraroten Wegen weitergeben. Bisher verwendete aber jeder Hersteller sein eigenes Verfahren für den Datenaustausch – mit dem Erfolg, daß die Geräte inkompatibel sind. Einen einheitlichen Standard wie beispielsweise RC5 bei den Infrarot-Fernbedienungen für die Unterhaltungselektronik gibt es bisher nicht. Das will jetzt die 'Infrared Data Association' (IrDA) mit dem gleichnamigen Standard ändern. Hier haben sich derzeit mehr als 100 Unternehmen aus dem Bereich Computer und Kommunikation zusammengeschlossen, um einen gemeinsamen Standard für die Infrarot-Kommunikation ins Leben zu rufen.

Mitglied in der Infrared Data Association (Adresse siehe Kasten 'Anbieter und Hersteller', S. 65) kann jeder werden: Für 3000 US-\$ bekommt man die Unterlagen, wird zu den Meetings eingeladen und hat Zugriff

auf den Update-Service (affiliate membership). Für den doppelten Betrag erwirbt man zusätzlich das Stimmrecht (executive membership). Wer nur die Standardisierungs-Unterlagen will, ist mit 500 US-\$ dabei. Für das 'IrDA Compliance Trademark' zahlt eine Mitgliedsfirma 500 US-\$ und ein Nichtmitglied das Zweifache.

Schon in der Planungsphase wurde festgelegt, daß ein Standard entstehen sollte, der eine einfache, sichere und preiswerte Datenübertragung zwischen einzelnen Geräten erlaubt. Womit schon der Rahmen für die technische Realisierung festliegt:

- geringer Hardwareaufwand; bei den heutigen Peripheriepreisen darf das Infrarot-Interface höchstens ein paar Mark kosten.

- niedriger Stromverbrauch; batterie- oder akkubetriebene Geräte zeichnen sich immer noch durch unbefriedigende Betriebszeiten aus, jeder zusätzliche Stromverbrauch verringert diese weiter.

- hohe Störsicherheit; die Übertragung muß trotz anderer Infrarotquellen – beispielsweise Infrarot-LAN, Fernbedienungen, Lampen, Sonnenlicht – gewährleistet bleiben.

- einfach nachrüstbar; Systeme sollten sich auch nachträglich mit IrDA-konformen Komponenten ausstatten lassen.

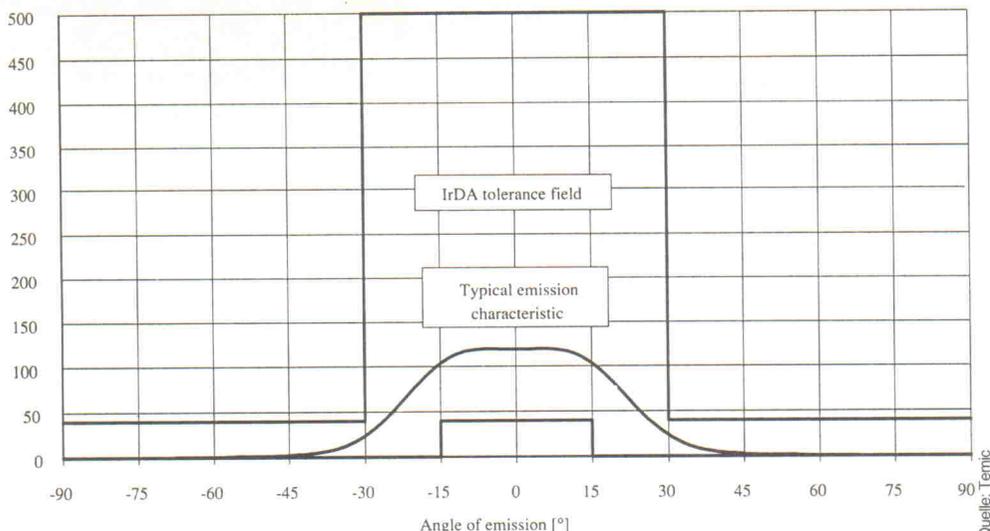
Die Datenübertragung erfolgt seriell mit 115,2 kBit/s halbduplex, so daß sich ein Infrarot-Interface auch mit einer vorhandenen seriellen Schnittstelle versteht. Die Übertragungsrates ist nicht willkürlich gewählt, sondern stellt die maximale Geschwindigkeit des UART (Universal Asynchronous Receiver Transmitter) in IBM-kompatiblen PCs dar. Die Störsicherheit gewährleisten einerseits Software-Protokolle, andererseits die Maximaldistanz von einem Meter.

### Differenz ...

Fernbedienungen und Infrarot-LANs setzen auf diffuse Streu-

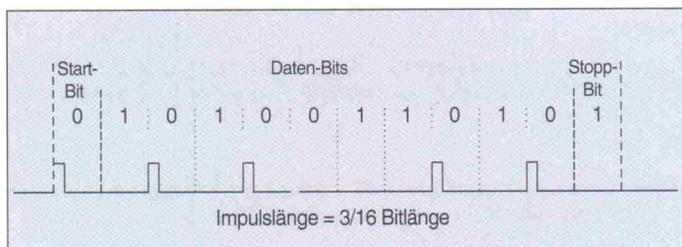
*Prof. Dipl.-Inform. Jürgen Plate studierte von 1976 bis 1982 an der TU München Informatik/Elektrotechnik. Anschließend war er über sechs Jahre als Entwickler und Redakteur in der Industrie tätig. Seit 1985 ist Prof. Plate Co-Autor und Co-Moderator der Fernsehserie 'Computertreff' (BR3, SWF3, ORB).*

Radiant intensity [mW/sr]

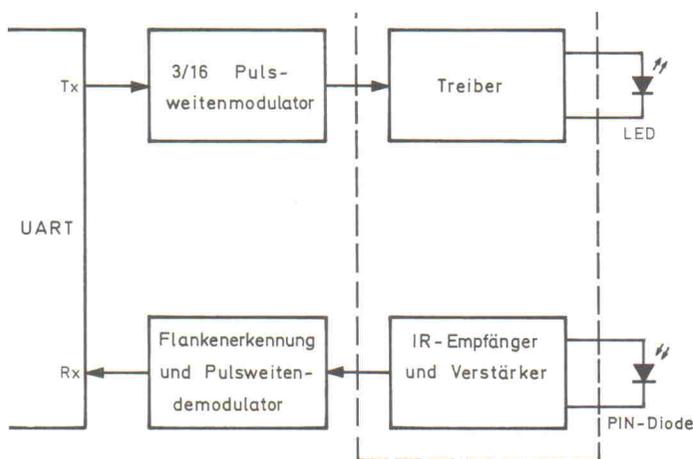


Quelle: Temic

**Bild 1.** IrDA spezifiziert einen zwischen  $\pm 15^\circ$  und  $\pm 30^\circ$  breiten Kegel, innerhalb dessen der Sender eine bestimmte Lichtleistung einhalten muß.



**Bild 2.** Da der Ruhepegel der seriellen Schnittstelle logisch 1 ist, repräsentiert der Zustand 'kein Licht' diesen Wert, um in Sendepausen Energie zu sparen.



**Bild 3.** Den Hauptbestandteil einer IrDA-Anschaltung stellen die Pulsformer zur Modulation respektive Demodulation der Datenpulse dar.

ung der Signale. Dort gibt es zwischen zwei und acht SendeleDs und oft auch mehrere Photodioden für den Empfang. Die LEDs selbst haben einen breiten Abstrahlwinkel von maximal  $30^\circ$  und arbeiten meist mit Frequenzmodulation im Bereich zwischen 30 kHz und 50 kHz. Reflexionen an der Decke und den Wänden des Raums sind die Regel und werden beim Übertra-

gungsprotokoll von Infrarot-LANs berücksichtigt. Beispielsweise gab es vor etwa zwei Jahren Geräte des Herstellers Infralink zur Ansteuerung von Druckern über die diffuse Streuung des Lichts im Raum. Dieses System hat sich jedoch nicht durchsetzen können.

IrDA erhebt dagegen die Direktverbindung zum Prinzip.

send. Start- und Stoppbits umrahmen wie bei der seriellen Schnittstelle die einzelnen Datenbytes. Ein Infrarotimpuls, dessen Länge zwischen  $1,6 \mu\text{s}$  (maximale Impulslänge bei 115,2 kBit/s) und  $3/16$  einer Bitperiode liegt, repräsentiert eine logische '0'. Bei einer logischen Eins bleibt der Sender inaktiv. Da das Startbit immer logisch '0' ist, leitet ein Puls die Übertragung jedes Bytes ein (Bild 2). Im April 1995 wurden auch die höheren Übertragungsraten 1,15 MBit/s (beispielsweise beim IBM ThinkPad) und 4 MBit/s abgesegnet.

### ... in rot

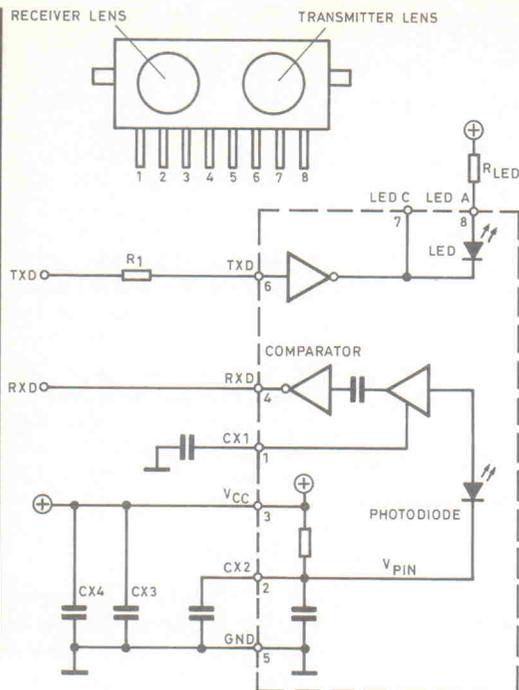
Das Interface ist einfach gehalten. Die Sendeseite besteht lediglich aus einer Infrarot-Sende-LED mit Impulsformer und Treiber. Den Empfangstrakt bildet eine PIN-Diode mit nachgeschaltetem Verstärker und Schmitt-Trigger (Bild 3). Für den Anschluß an eine serielle V.24-Schnittstelle kommt ein Pegelwandler hinzu. Der Verstärker besitzt eine Automatik, die unterschiedliche Entfernungen zwischen Sender und Empfänger ausgleicht. Diese Verstärker- und Decodertechnik kommt im Bereich der Infrarotfernsteuerungen für die Unterhaltungselektronik schon seit langem zum Einsatz.

So besteht ein IrDA-Interface nur noch aus einer kleinen Platine oder einem vergossenen Modul, das einen Block mit LED, PIN-Diode mit Verstärker und einen SMD-Schaltkreis mit der Impulsformer-Elektronik enthält.

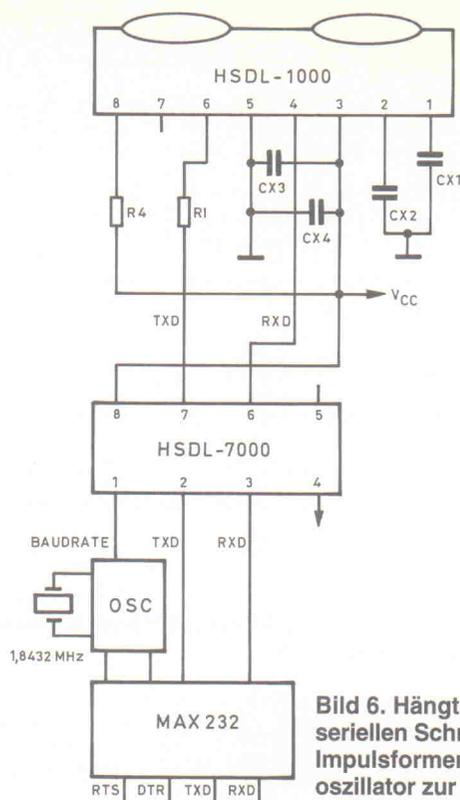
National Semiconductor und Standard Microsystems inte-

### IrDA-Spezifikationen

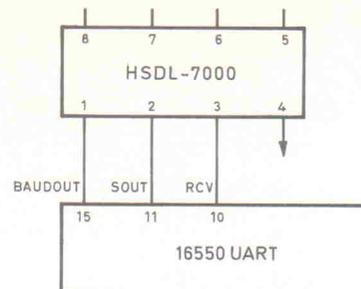
<b>Sender</b>	
Wellenlänge	850...900 nm
Intensität	40...500 mW/Sr
Abstrahlwinkel	$\pm 15^\circ \dots \pm 30^\circ$
Anstiegs-/abfallzeit (10%/90%)	max. 0,6 $\mu\text{s}$
Impulsbreite	max. 1,6 $\mu\text{s}$
Jitter	max. 0,2 $\mu\text{s}$
<b>Empfänger</b>	
Empfindlichkeit	4...500 mW/cm <sup>2</sup>
Empfangswinkel	$\pm 15^\circ \dots \pm 30^\circ$
Jitter	max. 0,2 $\mu\text{s}$
<b>Interface</b>	
Datenrate	114...116 KBit/s
Abstand Sender/Empfänger	0...1 m
Bitfehlertrate	max. $10^{-9}$



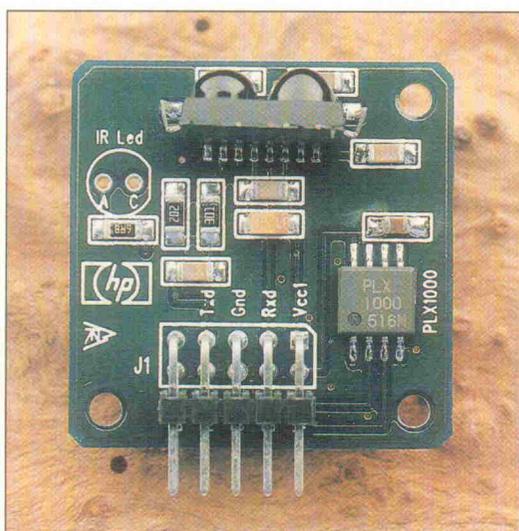
**Bild 4.** HPs HSDL-1000 stellt das integrierte Infrarot-Frontend für eine IrDA-Schnittstelle dar.



**Bild 6.** Hängt der HSDL-1000 an einer seriellen Schnittstelle, dann benötigt der Impulsformer HSDL-7000 einen Quarzoszillator zur Bereitstellung der Baudrate.



**Bild 7.** Bei Anschluß des HSDL-1000 an einen RS-232-UART übernimmt der HSDL-7000 die Impulsformung. Den Bittakt liefert dabei der Schnittstellenbaustein.



**Bild 5.** Das Evaluation-Board zum HSDL-1000 mißt lediglich 32 x 32 mm.

grieren das Infrarot-Interface in einen Baustein (National: PC87334V, SMC: FDC 37C665/666IR), der Floppy-Controller, IDE-Interface, Druckerschnittstelle und zwei serielle Schnittstellen enthält. Andere Hersteller wie Sharp oder Crystal bieten Schaltkreise, die nicht nur IrDA, sondern auch ältere Protokolle (HP-SIR, Sharp, RC 5) beherrschen. IR-Sender und Empfänger sind in der Regel in einem gemeinsamen Gehäuse untergebracht.

Als Beispiel für einen IrDA-konformen Transceiver dient der HP-Chip HSDL-1000 mit

der notwendigen Beschaltung (Bild 4). Auf der Senderseite gibt es nur zwei Widerstände: R1 hat nominell 300 Ω. Der Strombegrenzer für die LED liegt je nach Versorgungsspannung zwischen 4 Ω und 10 Ω. Man wählt den Wert so, daß der Strom durch die Leuchtdiode auch an der unteren Grenze der Versorgungsspannung bei mindestens 250 mA liegt. Für bestimmte Anwendungen (z. B. den oben erwähnten NSC-Chip), bei denen die Impulse größer als 90 µs werden könnten, ist vor TxD noch ein Differenzierglied (0,1 µF, 2 kΩ gegen Vcc) zu schalten.

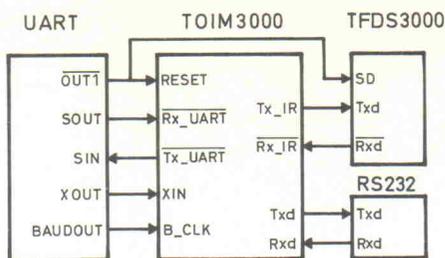
Vier externe Kondensatoren beeinflussen das Verhalten des Empfangsteils: CX1 dient der Tageslichtunterdrückung. Er hat einen Standardwert von 0,22 µF, von dem der Entwickler normalerweise nicht abweichen sollte. Höhere Kapazitätswerte beeinträchtigen die Unterscheidbarkeit einzelner Bits, bei geringeren Werten sinkt die Empfindlichkeit. CX2 stellt den Entkopplungskondensator für die PIN-Diode dar. Er hat einen Wert von etwa 0,4 µF, je nach vorhandenem Platinenplatz kann dieser Kondensator auch größer ausfallen.

CX3 und CX4 entkoppeln den HSDL-1000 vom Rest der Schaltung. Der Keramik Kondensator CX3 hat 100 nF und muß so nahe wie möglich an den Pins 3 und 5 positioniert werden (Maximalabstand 5 mm). CX4 fällt minimal 4,7 µF – bei Bedarf auch größer – aus. Störsignale oder Spannungsschwankungen müssen unter 10 mV liegen. Notfalls kann in die V<sub>+</sub>-Leitung zwischen CX4 und CX3 eine Drossel von 10...100 µH eingefügt werden. Unterhalb des HSDL-1000 und der passiven Bauteile fordert das Datenblatt eine Massefläche von etwa 3 cm Ausdehnung in allen Richtungen. Signalquellen sollen mindestens 5 cm Abstand halten. HP bietet ein entspre-

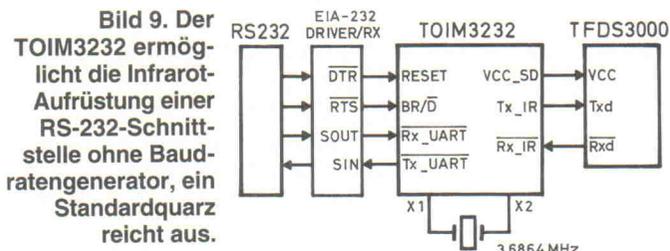
chend aufgebautes Evaluation-Board (Bild 5) an.

Bild 3 zeigt, daß zwischen UART respektive V.24-Schnittstelle und Transceiver zwei Komponenten liegen, die für die Impulsformung in Sende- und Empfangsrichtung sorgen. Bei HP übernimmt dies der Baustein HSDL-7000 (Bild 6). Man muß lediglich über einen Baudratengenerator den Takt zuführen, damit die Ausgangsimpulse die richtige Länge besitzen. Hängt der HSDL-7000 direkt an einem UART, dann kann gegebenenfalls der Baudratengenerator entfallen und der Takt aus dem UART zum Zuge kommen (Baudout-Ausgang, Bild 7).

Temec bietet für den Transceiver TFDS3000 zwei verschiedene Impulswandler an: Zum ersten den TOIM3000 für einen Infrarot-Port im Computer oder Peripheriegerät. Dieser Baustein gewinnt die Baudrate aus dem UART (Bild 8). Über den frei steuerbaren Ausgang OUT1 läßt sich das Infrarotsystem in den Stromsparmodus versetzen (Reset-Pin des TOIM3000 und Shutdown-Pin am Transceiver). Zusätzlich schleift der Chip die seriellen Datenleitungen durch. Auf diese Weise kann der UART über einen Pegelwandler auch als 'normale' serielle Schnittstelle fungieren.



**Bild 8.** Der Pulsformer TOIM3000 von Temic reicht die RS-232-Signale durch, so daß man keine serielle Schnittstelle 'verliert'.



**Bild 9.** Der TOIM3232 ermöglicht die Infrarot-Aufrüstung einer RS-232-Schnittstelle ohne Baudratengenerator, ein Standardquarz reicht aus.

## IrDA-Komponenten

Firma	Produkt
Crystal Semiconductor	CS8130 Multistandard-IR-Transceiver (IrDA, HPSIR, ASK, TV-Remote), CDB8130 Evaluation-Kit
Hewlett-Packard	IR-Transceiver HSDL-1000, Impulsformer HSDL-7000, PIN-Dioden, IR-LEDs
Irvine Sensors (bei Atlantik Elektronik)	Infrarot-Empfängerbaustein SIR2, Evaluation-Board SIREV4
Linear Technology	Universal-IR-Receiver LT1319 (IrDA, SIR, FIR, 4PPM, Sharp/Newton, TV-Remote)
National Semiconductor	Super-I/O-Controller PC87334V (FDC, DUART, IrDA, IEEE1284-Parallelport, IDE)
Sharp	DASK-Transceiver, DASK/IrDA-Transceiver in Vorbereitung
Siemens	IrDA-Transceiver IRM3001/IRM3105 (IrDA, TV-Remote)
Temic	IrDA-Transceiver TFDS3000, Pulsformer TOIM3000/3232

Soll die IrDA-Hardware unabhängig von einem UART laufen, verbindet man den Transceiver mit dem Impulswandler TOIM3232, der einen Baudratengenerator enthält (Bild 9). Aus der externen Quarzfrequenz von 3,6364 MHz erzeugt dieser den Transceiver-Takt von 1,8432 MHz. Über zwei Steuerleitungen RESET und BR/D läßt sich der Baustein programmieren.

RESET verbindet man beispielsweise mit DTR. Solange diese Leitung auf '1'-Pegel liegt, ist der Baustein zurückgesetzt. Danach arbeitet er zunächst mit einer Baudrate von 9600 Bit/s. Der Pin BR/D kann beispielsweise mit RTS verbunden werden. Liegt dieses Signal auf '0'-Pegel, dann läuft der Baustein im Normalbetrieb. Setzt man BR/D auf '1', dann nimmt das IC die nächsten acht Datenbits von

der RS-232-Schnittstelle als Steuerwort:

Bit 7,6 unbenutzt  
 Bit 5 reserviert (user programmable)  
 Bit 4 Sendeimpulse: 1 = 1,6 µs, 0 = 3/16 Bit-Time  
 Bit 3...0 B3...0 (Baudrate)

Der Initialisierungsvorgang für den TOIM3232 läuft folgendermaßen ab:

1. RESET auf '1' setzen, BR/D beliebig
2. RESET auf '0' setzen, mindestens 7 µs warten, BR/D beliebig
3. BR/D auf '1' setzen, mindestens 7 µs warten
4. Steuerwort seriell senden, anschließend mindestens 1 µs warten
5. BR/D auf '0' setzen

Damit ist der Baustein betriebsbereit und der Infrarot-Übertra-

# Embedded Systems'96

14.-16. Februar  
in Stuttgart-Sindelfingen

für den  
**Entwickler**

von elektronischen Steuerungen und Regelungen mit integriertem Mikroprozessor/-Controller

für den  
**Konstrukteur**

der für seine Steuer-Aufgaben maßgeschneiderte Embedded-Control-Lösungen sucht

kostenlose

Gastkarten

bei den

Ausstellern

## das große Messe- und Kongreß-Ereignis

### das wird gezeigt

Mikro-Prozessoren/-Controller, Single-Board-Computer, Entwicklungs-Kits und -Systeme, komplette Mikrocomputer-Steuerungen und -Regelungen, Emulatoren, Simulatoren, Logikanalysatoren, Programmiergeräte, Echtzeit-Betriebssysteme, Assembler, Compiler, Debugger, Fuzzy Tools, programmierbare Logik, ASICs, AD-/DA-Wandler, DSPs, Interface-Bausteine, Meßgeräte, EDA-Werkzeuge, Ein-/Ausgabe-Bausteine, OOP-Tools, LCDs, Hochsprachen, Funktions-Bibliotheken und andere Komponenten für Embedded Systems.

### Top-Aussteller

Stand 10.95 Advanced Micro Devices

Ahlers EDV Systeme • Applied Microsystems  
 AppliWare • ARM • ARS Integrated Systems  
 Ashlin Mikrosysteme • ATEN • Becom  
 Software • CAD-UL • Ceibo • Centralp  
 Cosmic Software • Diessner Datentechnik  
 dli • Dr. Krohn & Stiller • Dr. Lascar • Dr. Rudolf  
 Keil • dSPACE • Elcotec • Electronic tools  
 ELRAD • ENEA Data Software • ETAS • Farnell  
 Force Computers • FS Forth Systeme • Fujitsu  
 Hewlett-Packard • HighTec • HILF! • Hitachi  
 Europe • Hitex • HSP • IAR Systems • IBDS  
 IDT • iSystem • Kontron Elektronik • Kleinhenz  
 Elektronik • Lauterbach • MAZeT • Microchip  
 Technology • MicroSys • Microtec Research  
 Motorola • National Semiconductor • nbn  
 Systemkomponenten • Nohau • Orsys Orth  
 System • Owen Electronic • Parsytec Computer  
 Pentica • PEP • Phillips • pls • Reichmann micro-  
 computer • Rein Components • Roth Hardware  
 + Software • Rutronik • Scantec • Schweers Intec  
 Scientific Computers • SEI Jermyn • SGS • Sharp  
 Electronics • Siemens HL • Siemens AUT • Softec  
 Sparc Technology • Steinhoff • Sun Microsystems  
 Synatron • SYSGO RTS • SysLogic Datentechnik  
 Tasking Software • Tektronix • Texas Instruments  
 Thomson Software Products Alsys • Toshiba  
 Ultratronik • VSystems • Wind River Systems • Zilog

## Infos:

Ludwig Drebing GmbH: 089/38 30 72 70, Fax 33 27 61

# HDLC

Das HDLC-Protokoll (Highlevel Data Link Control) funktioniert bitorientiert und codeunabhängig. Die Datenblöcke werden nummeriert und mit CRC-Prüfinfo (vgl. 'Bit-Check', Seite 30) versehen. HDLC-Kommunikanten können mehrere Blöcke auf einmal quittieren, was den Overhead verringert. Dank der Adressierungsmöglichkeit kann eine Leitung bis zu 4096 virtuelle Verbindungen (logische Kanäle) führen. Das Protokoll fußt auf dem Master-Slave-Prinzip, bei dem eine Station – die *Primary Station* – mit einer oder mehreren *Secondary Stations* Daten austauscht. Dabei geht jegliche Initiative immer von der *Primary Station* aus. Von ihr kommen Kommandos und Daten zu den anderen Stationen und bei ihr landen deren Daten. Welche der an einer Übertragung beteiligten Stationen zur *Primary Station* wird, legen die Teilnehmer beim Verbindungsaufbau fest. Sind lediglich zwei Teilnehmer in einer 'Point-to-Point'-Verbindung beteiligt, dann bietet IrLAP auch die Möglichkeit, daß *Primary* und *Secondary Station* wechseln, ohne die Verbindung abzubauen. IrLAP verwendet die Standardframes von HDLC.

FLAG	ADR	CTRL	DATA	CRC	FLAG
------	-----	------	------	-----	------

**Das Adreßfeld im HDLC-Datenstrom umfaßt 32 Bit, was für die Erkennung individueller Geräte innerhalb des IrDA-Senderadius wohl ausreicht.**

- Das FLAG dient der Block-Synchronisierung. Jeder HDLC-Block (Frame) beginnt und endet mit einer Blockbegrenzung (Bitfolge '01111110'). Das Ende-Flag eines Blocks kann gleichzeitig Start-Flag des nächsten sein. Die sechs aufeinanderfolgenden '1'-Bits sind die einzige Möglichkeit für den Empfänger, den Blockanfang zu erkennen. Deshalb dürfen innerhalb eines Frames nicht mehr als fünf '1'-Bits aufeinanderfolgen. Ein besonderes Verfahren (Zero-Insertion, siehe unten) stellt dies sicher.
- Das Feld *ADR* ist ein Byte lang und enthält die Adresse der Gegenstation. Dieses Feld kann bei Bedarf vergrößert werden.
- *CTRL* ist ein acht Bit langes Steuerfeld, das Commands und Responses transportiert. Bei sequentieller Übertragung mehrerer Datenblöcken enthält es die Folgenummer.
- *DATA* befördert die Nutzdaten. Frames, die nur Steuerungsaufgaben erfüllen, enthalten kein Datenfeld.
- Die *CRC* liefert die Prüfinformation als 16-Bit-CRC gemäß CCITT. Zur Bildung der Prüfsumme dienen alle Bits des Frames mit Ausnahme der Flags und zusätzlich eingefügter Nullen. Das Feld heißt bisweilen auch FCS (Frame Checking Sequence).

Kommen im Datenstrom mehr als fünf '1'-Bits vor, fügt der Sender automatisch nach jeder fünften '1' eine '0' ein. Der Empfänger entfernt diese Nullen wieder. Damit enthält das Flag-Byte als einziges mehr als fünf aufeinanderfolgende '1'-Bits.

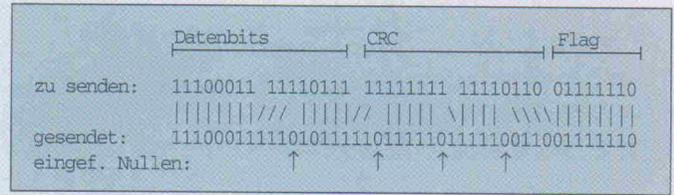
gung steht nichts mehr im Wege. Zum Dateitransfer zwischen Notebook und Desktop-PC könnte man beispielsweise Laplink verwenden – dabei ersetzt die Infrarotstrecke das serielle Kabel.

## Schichtwechsel

Mit der Definition der physischen Schicht hört der IrDA-Standard nicht auf, er legt auch

zwei Software-Protokollschichten fest. Die Ansteuerung der Hardware übernimmt IrLAP (IrDA Link Access Protocol). Darauf bauen drei Protokolle der zweiten Schicht auf: Discovery, Link Control und Multiplexing (Bild 10).

Der ursprüngliche Ansatz von IrLAP kommt von IBM und basiert auf dem HDLC-Protokoll (Highlevel Data Link Control,



**Das Einfügen von Null-Symbolen in den Datenstrom ermöglicht die Erkennung des Flags.**

Das HDLC-Protokoll kennt drei Frametypen mit unterschiedlichen Aufgaben, die das Steuerfeld identifiziert. Dessen beide niederwertige Bits bestimmen den Rahmentyp: Der I-Frame (Information) dient der Datenübermittlung. Er besitzt daher immer ein Datenfeld, wogegen die S- und U-Frames keinen Datenblock enthalten. Der S-Frame fungiert als Steuerblock mit Folgenummer. Er enthält Überwachungs- und Steuerinformationen (Auforderungen, Bestätigungen). Der U-Frame stellt einen Steuerblock ohne Folgenummer dar, er dient dem Auf- und Abbau eines Übermittlungsabschnitts.

Die sogenannte Folgenummer stellt sicher, daß der Empfänger den Verlust kompletter Blöcke bemerkt. Sender und Empfänger lassen einen Blockzähler Modulo 8 mitlaufen. Jeder empfangene Block wird bestätigt. Damit die Kommunikation effizienter abläuft, kann die Empfangsbestätigung in einem I- oder S-Frame zur Information im Steuerfeld dazugepackt werden. So müssen wesentlich weniger Blöcke fließen, die nur eine Empfangsbestätigung enthalten. Weiterhin wird ein sogenanntes 'Fenster' eingeführt. Bei einer Fenstergröße von beispielsweise 3 dürfen bis zu drei unbestätigte Blöcke auf den Weg gehen – der Sender muß also nicht die Bestätigung eines jeden Blocks abwarten, bevor er den nächsten abschickt.

Frame-Typ	Bitnummer							
	8	7	6	5	4	3	2	1
I-Frame	N(R)		P/F		N(S)		0	
S-Frame	N(R)		P/F		S		0 1	
U-Frame	M	M	M	P/F	M	M	1	1

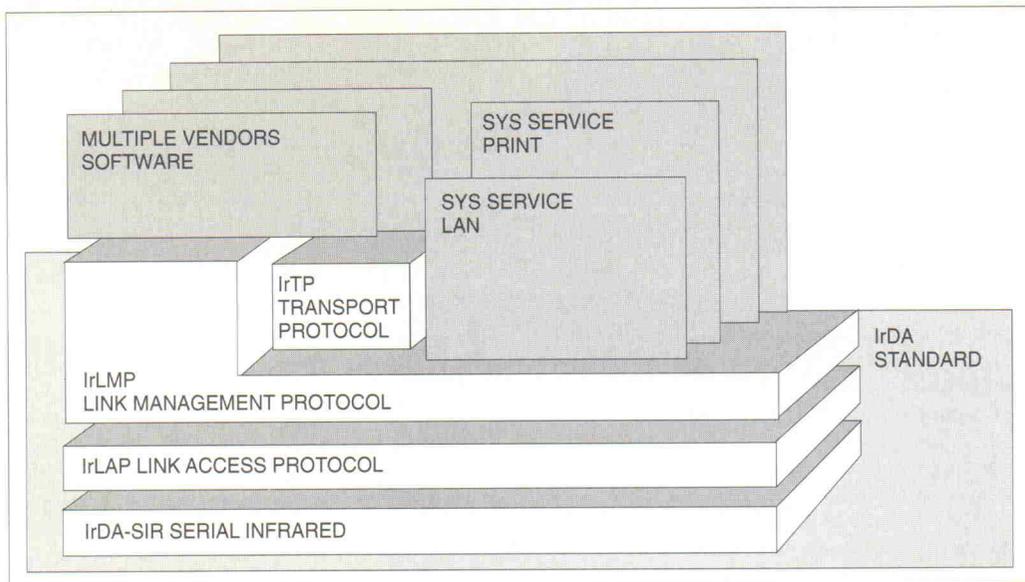
N(R) Empfänger-Folgenummer ('Block N(R) empfangen')  
 N(S) Sender-Folgenummer ('Dies ist Block N(S)')  
 S Befehlscode für Steuerfunktion S mit der Folgenummer N(R)  
 M Befehlscode für Steuerfunktion M (keine Folgenummer)  
 P/F Poll- oder Finalbit '0' = keine Funktion  
 '1' = bei Befehlen Sendeaufforderung, bei Meldungen eine Ende-Anzeige

**Der HDLC-Steuerblock (CTRL) besteht aus einem von drei Frames, die Kommandos oder Folgenummern transportieren.**

siehe Kasten), das schon seit langem für Halbduplexverbindungen dient. IrLAP beschreibt außerdem die Abweichungen vom Ur-HDLC, die aufgrund der speziellen Gegebenheiten der Infrarot-Übertragung vorliegen. Man will nämlich erreichen, daß der Verbindungsaufbau möglichst automatisch abläuft. Im Ruhezustand wartet jede Station, ob sich auf der Empfangsseite etwas regt ('snif-

ting'). Eine sendewillige Station setzt nun entweder einen Rundruf ab, der dann von allen empfangsbereiten Geräten aufgenommen wird, oder sie spricht ein bestimmtes Empfängergerät direkt an.

Nach der Antwort eines Empfängers beginnt der Verbindungsaufbau mit 9600 Bit/s, wobei der Initiator versucht, *Primary Station* zu werden. In



**Bild 10.** Die IrDA-Spezifikation definiert 'Dienstleistungen', auf die Applikationen aufsetzen.

der Anfangsphase handeln die Teilnehmer alle nötigen Parameter, wie zum Beispiel die Übertragungsrate oder die Größe eines Datenblocks, aus. Außerdem erhält jeder Kommunikationspartner eine 32-Bit-Adresse. Hierüber ist jedes Gerät individuell ansprechbar. Danach erfolgt der Datenaustausch und der Abbau der Verbindung. Während des Datenflusses überwacht IrLAP die Verbindung; Bleibt einer der Partner längere Zeit (Standardwert 500 ms) inaktiv, wird die Verbindung abgebaut.

## Obenauf

Über IrLAP wacht eine weitere Protokollschicht namens IrLMP (IrDA Link Management Protocol). Weil die Koppelung beliebiger Geräte möglich sein soll, kann man sich beim IrDA-Standard schlecht festlegen – wer kann schon vorhersehen, was Hard- und Softwareentwicklern in Zukunft noch einfällt. IrLMP ist daher offen und legt spezielle Eigenschaften und Adressen dynamisch fest. Dabei geht es um die drei Elemente *Discovery*, *Link Control* und *Multiplexing*.

*Discovery* bedeutet die gegenseitige Erkennung zweier Kommunikationspartner. Während der Verbindungsaufnahme einigen sich diese über die verwendeten Dienste und Protokolle. Dabei kann jedes Gerät Auskunft über seine Möglichkeiten (Dateitransfer, Drucken, Fax, etc.) geben. So könnte beispielsweise ein Computer die

Verbindung mit einem Drucker aufnehmen und erhält von diesem Informationen über Hersteller, Treiber und Typ. Als Service würde dann 'Druckausgabe' ausgehandelt.

Sobald die grundlegenden Parameter feststehen, kommt das Element *Link Control* zum Zug. Dieses überwacht und steuert die Kommunikation. Hier kann prinzipiell auch schon ein Anwenderprogramm auf IrLAP zugreifen (z. B. bei Dateitransfer zwischen zwei Rechnern). Ebenso ist es möglich, per *Multiplexing* mehrere Applikationen oder Softwaretreiber über eine Infrarot-Verbindung kommunizieren zu lassen. IrLMP überwacht zudem die verfügbaren Ressourcen aller erreichbaren Systeme und erlaubt gleichzeitige Kommunikation mit bis zu 127 anderen Systemen.

Auf IrLMP kann bei Rechnern das Betriebssystem direkt zugreifen. Die unmittelbarste ist die oben erwähnte direkte Ansteuerung durch ein Anwenderprogramm. Das ist zwar effizient, dafür muß das Programm alle Informationen über die anderen Geräte und deren Eigenschaften gespeichert haben. Die bessere Methode ist, gerätespezifische Treiber einzubinden, die zwischen Betriebssystem und IrLMP liegen – ähnlich denen, die heute für Grafikkarten, CD-ROM-Laufwerke, Scanner und andere PC-Hardware existieren. Oberhalb dieser Schicht hat man es mit den üblichen Betriebssystemaufrufen zu tun. So können prinzipiell alle Programme oder LAN-Dienste

die Möglichkeiten der IrDA-Kommunikation nutzen.

Die letzte Stufe wären Routinen zur Realisierung von Netzwerkdiensten über IrDA, beispielsweise um einen Notebook-Rechner in ein LAN einzubinden. Ein erster Ansatz hierfür liegt mit IrTP (Infrared Transport Protocol) vor. Die relativ spärlichen Informationen darüber scheinen darauf hinzuweisen, daß es sich um eine Implementierung von TCP/IP (Transport Control Protocol/Internet Protocol) über die IrDA-Schnittstelle handeln wird. Was an sich nicht verwunderlich ist, denn IP über serielle Schnittstellen gibt es schon länger in Form der Protokolle SLIP (Serial Line IP) oder PPP (Point-to-Point-Protocol) – Programmquellen dazu sind erhältlich.

## IrLAP für alle

IBM hat eine Referenz-Implementierung für IrLAP geschaffen. Diese kommt zwar ohne tolle Benutzerschnittstelle daher und stellt auch kein Endverbraucherprodukt dar. Sie ist aber eine DOS-Software, die die ersten Schritte erleichtert. Die Implementierung liefert einen lauffähigen Prototyp zusammen mit einigen Diagnose- und Testprogrammen. Die inklusive Quelltexten vorliegende Software ist von den IBM Watson Laboratories frei erhältlich. Das selbstentpackende Archiv IRLAP10R.ZIP liegt auf [software.watson.ibm.com:/pub/irda/ref/](http://software.watson.ibm.com:/pub/irda/ref/) oder in der ELRAD-Mail-

box (05 11/53 52-4 01). Einige Test-Spezifikationen stehen als PostScript-Dateien auf [ftp.gen-tech.com:/FTP/IrDA](http://ftp.gen-tech.com:/FTP/IrDA) zur Verfügung.

Nachdem der IrDA-Standard abgesehen ist und sich bereits zahlreiche Firmen damit beschäftigen, darf man eine weitere Verbreitung auf der kommenden CeBIT erwarten. Vielleicht stimmen sich ja in einigen Jahren Videorecorder und Fernseher per IrDA mit der Stereoanlage über das Abendprogramm ab – der Medienkonsument hat dann gar nichts mehr zu melden. *ea*

## Anbieter und Hersteller

Atlantik Elektronik  
Fraunhoferstr. 11a  
82152 Planegg  
☎ 0 89/8 95 00-0  
☎ 0 89/8 95 05-1 00

Crystal Semiconductor  
Mühlfelder Str. 2  
82211 Herrsching  
☎ 0 81 52/4 00 88  
☎ 0 81 52/4 00 77  
☎ <http://www.cirrus.com/prodtech/crystal.html>

Hewlett-Packard GmbH  
Promotion-Team Literaturservice  
Postfach 53  
35647 Waldsolms  
☎ 0 60 85/98 22-21  
☎ 0 60 85/98 22-22  
☎ <http://www.hp.com/>

Linear Technology GmbH  
Untere Hauptstr. 9  
85386 Eching  
☎ 0 89/3 19 74 10  
☎ 0 89/3 19 48 21  
☎ <http://www.linear-tech.com/>

National Semiconductor GmbH  
Industriestr. 10  
82256 Fürstentfeldbruck  
☎ 0 81 41/35-0  
☎ 0 81 41/35-15 06  
☎ <http://www.nsc.com/>

Sharp Electronics Europe GmbH  
Sonninstr. 3  
20097 Hamburg  
☎ 0 40/23 76-26 39  
☎ 0 40/23 07 64

Siemens AG  
Geschäftsbereich Halbleiter  
Postfach 801709  
81617 München  
☎ 0 89/41 44-80 94  
☎ 0 89/41 44-80 16  
☎ <http://www.siemens.de/>

Temec Telefunken GmbH  
Theresienstr. 2  
74025 Heilbronn  
☎ 0 71 31/67-0  
☎ 0 71 31/23 40  
☎ <http://www.temec.de/>

Informationen zum Standard  
The Infrared Data Association  
Postbox 3883  
Walnut Creek, CA 94598, USA  
☎ 0 01-5 10-9 43-65 46  
☎ 0 01-5 10-9 34-52 41  
☎ [jaroche@net.com.com](http://jaroche@net.com.com)

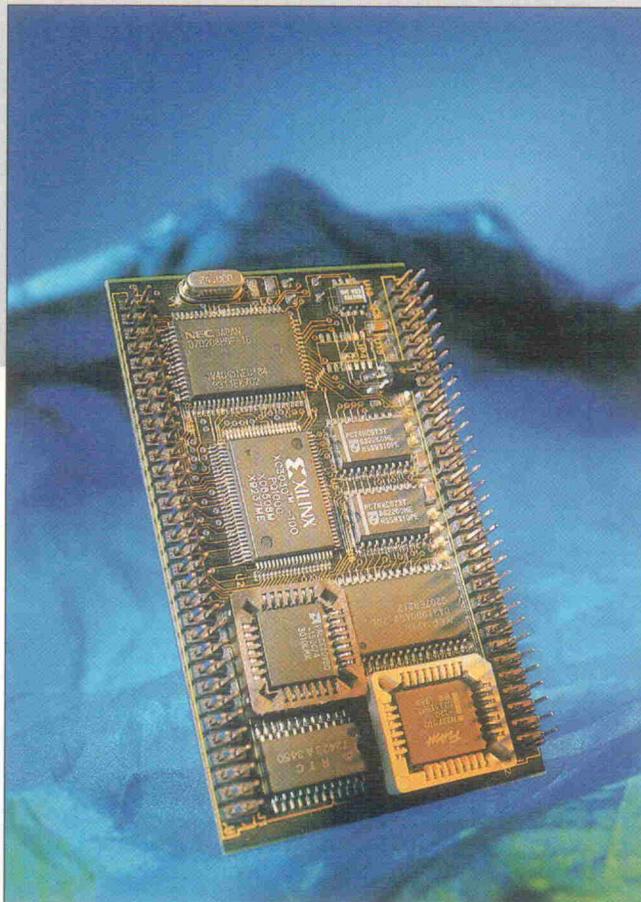
# Im Gleichklang

## Adaptiver Einplatinencomputer mit V40HL und XC3000, Teil 1

Projekt

Michael Krämer

Ein Einplatinencomputer ohne zusätzliche Hardware als schneller Impulsgenerator, Frequenzzähler oder gar als Grafikkarte? Was, wenn der ausgesuchte AD/DA-Wandler oder das EEPROM zum Abspeichern der wichtigen Parametrierungsdaten ein exotisches Interface hat? Oder mal wieder zwei Portpins und ein Timer zu wenig, dafür aber die DMA-Controller überflüssig sind? Dann ist die Zeit reif für einen Einplatinencomputer mit adaptiver Hardware.



**S**oftware, die sich auf die jeweiligen Gegebenheiten beim Benutzer einstellt, gibt es schon lang. Man denke hier nur an das adaptive Filter. Feldprogrammierbare Bausteine bieten nun die Möglichkeit, zu implementierende Funktionen erst nach Fertigstellung einer Platine zu bestimmen – die mit ihnen realisierte Hardware wird adaptiv.

Dieser Beitrag stellt den ersten adaptiven Einplatinencomputer mit dem Namen 'miniMAX-40' vor. Als Prozessor wird ein V40HL von NEC verwendet, dessen Befehlssatz kompatibel zum 80188 von Intel ist. Der programmierbare Logikbaustein ist ein 3000er-LCA von Xilinx. Der Kasten 'Leistungsmerkmale' gibt einen Überblick über die Bauteile des Boards.

In den folgenden Ausgaben wird das passende Entwicklungssystem 'EMU-40' sowie ein Mul-

titasking-Betriebssystem mit Echtzeit- und/oder Zeitscheibensteuerung vorgestellt (Universal Multitasking Operating System, 'UniMOS'). In diesem Zusammenhang darf natürlich auch die Xilinx-Entwicklungsumgebung nicht fehlen. Ein analog/digitaler Signalgenerator, realisiert mit miniMAX, wird die Artikelserie abschließen.

### Ausgewählt

Entwurfsziele für den adaptiven Computer waren neben geringen Abmaßen ein niedriger Energieverbrauch und der Einsatz eines komplexen programmierbaren Logikbausteins. Zum möglichen Einsatz vorhandener Softwarewerkzeuge sollte die CPU zum Befehlssatz des PC kompatibel sein. Die Integration der fast immer benötigten Peripheriebausteine Timer, Interrupt-Controller, DMA-Control-

ler und serielle Schnittstelle sowie das Preis/Leistungsverhältnis führten zur Auswahl des V40HL von NEC.

Die Entscheidung für einen programmierbaren Logikbaustein war nicht ganz so einfach. Es gibt inzwischen diverse Produktfamilien verschiedener Halbleiterhersteller, und jede davon hat ihre Daseinsberechtigung.

Die CPLDs haben sich aus den PALs und GALs entwickelt. Sie gestatten insbesondere eine genaue Vorhersage der Signallaufzeiten, die zudem recht niedrig sind (10 bis 20 ns). Außerdem ermöglichen sie die Kombination vieler Signale in einem Term (beispielsweise 16). Damit sind sehr einfach schnelle Adreßdekoder oder breite Synchronzähler zu implementieren. Diese Eigenschaften werden allerdings durch einen hohen Versorgungsstrom (100 bis 300 mA) auch im Ruhezustand ohne Takt erkaufte. Außerdem sind die meisten nur etwa einhundert Mal reprogrammierbar, OTP-Varianten kann man bereits bei einem Fehlsuch 'verschrotten'.

Feldprogrammierbare Gate Arrays (FPGAs) bestehen aus einer vom Typ abhängigen Anzahl identischer Grundelemente. Diese konfigurierbaren logischen Blöcke sind über programmierbare Verdrahtungssegmente miteinander und mit den Gehäusepins zu verbinden. Die Komplexität eines FPGAs gibt man in Gatteräquivalenten an: das IC ersetzt eine entsprechende Anzahl von NAND- oder NOR-Gattern mit je zwei Eingängen. Diese Angaben sind allerdings mit Vorsicht zu genießen [1].

Die Komplexität eines Logikblocks variiert je nach der Philosophie des Herstellers zwischen einigen wenigen und etwa hundert Gattern (die sogenannte Granularität). Dementsprechend unterschiedlich ist auch die Blockanzahl: Sie erreicht bei einfachen Strukturen einige tausend und ist bei einer komplexeren Grundstruktur kleiner als hundert. Man spricht hier auch von 'feinkörnigen' oder 'grobkörnigen' Strukturen.

FPGAs nehmen normalerweise sehr viel weniger Strom auf als ein CPLD. Da zumeist nur diejenigen Blöcke nennenswert Energie benötigen, die getaktet werden, variiert der aufgenommene Strom stark mit der Taktfrequenz und der Anzahl getakteter Blöcke. Die Signallaufzei-

ten einer FPGA-Schaltung hängen stark von der Platzierung der logischen Blöcke und der internen Verdrahtung des IC ab. Da die Anzahl der Eingangssignale in einen logischen Block weit unter niedriger als bei CPLDs ist, muß man bei breiteren Eingangsvektoren im allgemeinen mehrere Blöcke hintereinanderschalten. Die Signallaufzeit durch einen Block liegt zwar typischerweise bei 5 bis 10 ns. Interne Verzögerungen auf Leitungen und in den I/O-Blöcken führen jedoch schnell auf Gesamtlaufzeiten von 50 bis 100 ns. Durch geschicktes Platzieren und Routen sowie durch die Auswahl schnellerer Varianten kann man diese Zeiten allerdings auch deutlich unterbieten.

FPGAs unterscheiden sich wesentlich durch die Art und Weise ihrer Programmierung. Einmal programmierbare ICs sind etwas preisgünstiger und oftmals auch schneller. Es muß im Rahmen dieses Projekts jedoch möglich sein, einen Baustein mehrfach oder besser noch beliebig oft zu programmieren – und wenn möglich in der Schaltung. Damit scheiden OTP-Varianten von vornherein aus.

Die Wahl fiel deshalb auf die Bausteine der XC3000-Familie von Xilinx, die ihre Konfigurationsdaten in SRAM-Zellen ablegen und beliebig oft beschreibbar sind. In der Entwicklungsphase ist das ein 'geldwerter Vorteil'. Da sie auch während des Betriebs rekonfigurierbar sind, kommt ein Gerät mit mehreren Funktionen, die nicht gleichzeitig verfügbar sein müssen, mit einem relativ kleinen Logikbaustein aus. So kann beispielsweise aus einem Frequenzzähler in wenigen Millisekunden ein Pulsgenerator werden, kurz gesagt: die Hardware ist adaptiv. Ein nur einmal programmierbares FPGA muß beide Funktionen immer eingebaut haben, weshalb dann ein komplexerer Baustein nötig wäre.

Aus Platzgründen kam nur ein Baustein im QFP-Gehäuse mit einem Pinabstand unter 0,65 mm in Betracht, damit er notfalls von Hand einlötlbar ist. Beides erfüllt das 100-Pin-QFP-Gehäuse, in dem die unterschiedlich komplexen, aber pinkompatiblen Typen XC3020/3120, XC3030/3130 und XC3042/3142 sowie deren entsprechende A- und L-Versionen erhältlich sind.

Den Schaltplan von miniMAX zeigen Bild 1 und 2. Die geringe

Baugröße (55 mm × 90 mm, etwa Kreditkartengröße) erfordert – bis auf die Steckerleisten – nur SMD-Bauteile. Zur Anpassung an verschiedene Hardwarekonfigurationen sind die vier Brücken JP1 bis JP4 vorgesehen. Dabei handelt es sich um 'integrierte' Brücken auf der Leiterplatte, die normal-offen oder normal-geschlossen sein können. Eine normal-geschlossene Brücke ist durch eine Leitung überbrückt, sie muß zum Öffnen auf der Leiterplatte weggekratzt werden. Die normal-offene Brücke kann mit etwas Lötzinn geschlossen werden.

## Getaktet

Mit seinem eingebauten Oszillator genügen dem V40HL-Prozessor ein externer Quarz und zwei Kondensatoren zur Takterzeugung. R2 parallel zum Quarz stellt den Arbeitspunkt ein und ist in der Regel verzichtbar. Für den Betrieb mit 32 MHz (entsprechend 16 MHz Prozessortakt) war bis vor kurzem ein Oberwellenquarz notwendig. Inzwischen sind auch 32 MHz Grundwellenquarze verfügbar, allerdings zu etwas höheren Preisen. Bei Einsatz eines preisgünstigeren Oberwellenquarzes ist der Resonanzkreis L1/C15 erforderlich: Ohne ihn schwingt dieser Quarz nur auf seiner Grundwelle, mit dem LC-Filter auf einer Oberwelle (meistens der dritten). Die angegebene L1/C15-Dimensionierung gilt für einen 32-MHz-Oberwellenquarz.

Der integrierte Reset-Generator MAX703 erzeugt den automatischen Power-on-Reset und erkennt einen manuellen Reset über den Taster PB1. Der MAX703 schaltet außerdem die Betriebsspannung des RAM und der Uhr auf Batterieversorgung durch die Lithium-Knopfzelle B1 um, sobald die Versorgungsspannung VCC unter die Batteriespannung fällt.

## Gespeichert

Die verwendeten Speicherbausteine haben im Gegensatz zum Prozessor einen separaten Adreß- und Datenbus. Die gemultiplexten CPU-Signale A[7...0] und A[19...16] müssen darum in einem Adreßlatch (74HC573) gespeichert werden, damit sie während des gesamten Buszyklus gültig sind. Das Abspeichern erfolgt mit der fallenden Flanke des ASTB-Signals. ASTB hat jedoch eine kleine Unzulänglichkeit: es wird im

Bus-hold-Zustand nicht hochohmig. Das würde zu einem Konflikt führen, wenn ein weiteres Bauteil (beispielsweise das LCA) Bus-Master auf dem gemultiplexten Adreß-Datenbus werden wollte. Dieser Fall ist nicht sehr wahrscheinlich, da der V40HL bereits vier DMA-Controller integriert hat. Ein 74HC125-Buffer, der ASTB im Bus-hold-Zustand abschaltet, sorgt dennoch für die mögliche Implementierung eines weiteren Masters. Die Brücke über JP4 muß in diesem Fall aufgetrennt werden, wenn der Tri-State-Buffer bestückt wird.

Bild 1 zeigt die Speicher und die Uhr: U14 legt die Chip-Select-Leitungen der batteriegepufferten Bausteine auf inaktiv (High), wenn Reset aktiv ist. Zum einen ist dies eine der Bedingungen für niedrigsten Energieverbrauch. Andererseits wird hierdurch ein Schreibzugriff während undefinierter Systemzustände verhindert.

Es sind 32 kB, 128 kB oder 512 kB CMOS RAM einsetzbar. Pin 30 hat bei jedem dieser Bausteine eine unterschiedliche Funktion: Beim Einsatz eines 512 kB RAM muß die Adreßleitung A17 über JP1 an Pin 30 geführt werden. Der Jumper legt normalerweise die batteriegepufferte Versorgungsspannung VCCLP für die anderen RAM-Typen an diesen Pin.

Auch für das Flash-EPROM sind unterschiedliche Speichergrößen einsetzbar, nämlich 128 kB, 256 kB oder 512 kB. Hier sind geringfügige Unterschiede bei den Herstellern AMD und Intel zu beachten. Die Intel-Bausteine N28F010 und N28F020 benötigen eine 12-V-

Programmierspannung an Pin 1. Bei den Typen AM29F010 und AM29F040 von AMD wird die Programmierspannung auf dem Chip erzeugt. Dann ist Pin 1 entweder unbenutzt oder wird für die Adreßleitung A18 verwendet. Dabei muß JP2 umgeschaltet werden. Die Programmierspannung VPP wird nicht auf miniMAX erzeugt. Man muß sie extern zuführen, falls ein Intel (-kompatibler) Baustein während des Betriebs umprogrammiert werden soll.

Die Adreßdekodierung nimmt ein 20V8 PAL oder GAL vor. Diesen Typ bieten diverse Hersteller in unterschiedlichen Geschwindigkeitsversionen an. Außerdem gibt es ihn als 'Quarter-Power', 'Zero-Power' oder als 3-V-Ausführung. Einer batteriebetriebenen Schaltung steht mit diesen Versionen nichts mehr im Wege.

Der V40HL hat einen eingebauten Wait-State-Generator. Die Adreßdekodierung ist jedoch so schnell, daß man bei 16 MHz Betriebsfrequenz (32 MHz Quarz) mit 70 ns schnellen Speichern selbst bei einem langsamen 25-ns-PAL noch ohne Wait-States arbeiten kann. Mit einem Wait-State lassen sich auch langsame Speicher bei einem Takt bis 20 MHz betreiben.

## Aufgeweckt

Der Uhrenbaustein RTC72423 belegt 16 aufeinanderfolgende Adreßbytes im I/O-Adreßraum des V40HL. Die Tabelle 'Speicherbelegung' zeigt ihre genaue Definition. (Die mit EMU-40 gekennzeichneten Einträge und das Standard-LCA sind Gegenstand des nächsten Artikels.) Es

## Leistungsmerkmale

### Prozessor:

V40HL-16, 16-Bit-Prozessor mit externem 8-Bit-Datenbus, 16 MHz interner Takt, dynamisch reduzierbar, vier DMA-Controller, drei Timer/Counter, serielle Schnittstelle mit Baudratengenerator, Interrupt Controller mit sieben externen Eingängen, Wait-State und Refresh-Generator

### RAM:

32 kB, 128 kB oder 512 kB statisches CMOS RAM

### ROM:

128 kB, 256 kB oder 512 kB Flash-EPROM

### FPGA:

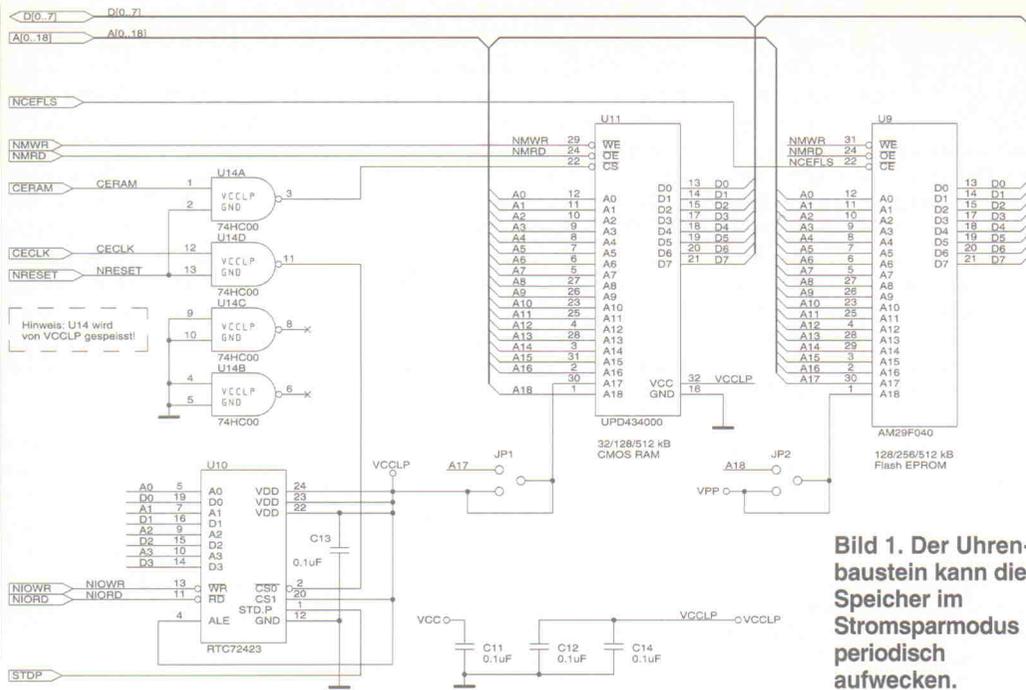
Xilinx XC3020, XC3030, XC3042, XC3120, XC3130 oder XC3142 sowie die entsprechenden A- und L-Versionen

### Uhr:

RTC72423 für Datum und Uhrzeit, erzeugt periodische Impulse

### Sonstiges:

Batteriepufferung für RAM und Uhr, eindeutige prozessorlesbare 64-Bit-Seriennummer, Reset-Generator mit manuellem Eingang



**Bild 1. Der Uhrenbaustein kann die Speicher im Stromsparmodus periodisch aufwecken.**

sind hier nur die Datenleitungen D[3...0] angeschlossen, da auf diesen Baustein nibbleweise (also 4-Bit-weise) zugegriffen wird. Die restlichen vier Datenbits D[7...4] ignoriert das Programm. Der RTC72423 stellt Datum und Uhrzeit in Sekundenauflösung zur Verfügung und erkennt auch Schaltjahre. Außerdem erzeugt er optional Impulse mit einstellbarer Periodendauer (1/64 Sekunde, 1 Sekunde, 1 Minute oder 1 Stunde) am STD.P-Pin. So läßt sich beispielsweise ein zum Stromsparen abgeschaltetes Modul periodisch aufwecken.

Die Adressen für die Uhr und das LCA werden nicht vollständig ausdekodiert. Dadurch sind sie mehrfach im I/O-Adressraum des Prozessors gespiegelt. Ist dies beispielsweise wegen Überlappungen mit anderen externen I/O-Einheiten unerwünscht, kann der SELECT-Eingang des PAL bei Zugriffen auf die entsprechenden Adressen auf Low gezogen werden. Der SELECT-Eingang wird auch vom Emulator benutzt, um das Flash-EPROM auf miniMAX auszublenden und durch ein RAM zu ersetzen. Daher muß man SELECT mit einem Open-Drain-Treiber ansteuern, wenn miniMAX zusammen mit dem Emulatorboard zum Einsatz kommen soll.

SELECT und einige weitere Prozessor-, PAL- und LCA-Pins sind an relativ hochohmige Pull-up- oder Pull-down-Widerstände (47 k) angeschlossen, um sie statisch auf dem jeweiligen

Normalpegel zu halten. Dies ist notwendig, damit beim Benutzen der Leitungen möglichst wenig Strom fließt. Schnell schaltende Signale mit Open-Drain-Treibern (wie beispielsweise SELECT) besitzen einen viel zu großen Widerstand, als daß sie saubere Flanken erreichen könnten. Denn schließlich muß sich ihre interne Kapazität zuerst über diesen entladen. Daher muß man auf der Zielplatine entweder einen Widerstand parallelschalten (z. B. 2,2 k), oder es muß ein Treiber verwendet werden, der auch gegen High-Pegel einen Strom ziehen kann (mit den oben erwähnten Einschränkungen für EMU-40).

### Adaptiert

Obwohl miniMAX auch ohne LCA lauffähig ist, wird es doch erst durch das FPGA zum *adaptiven* Einplatinencomputer. Abhängig vom verwendeten Typ können zwischen 64 und 82 externe I/O-Pins benutzt werden, von denen miniMAX bis zu 32 zur freien Verfügung läßt (I/O[32...1]). Da die meisten der restlichen I/Os fest mit Prozessorpins verbunden sind, behandelt die CPU das LCA nach der Konfiguration wie einen Peripheriebaustein.

Etwas vereinfacht dargestellt befindet sich ein Xilinx LCA immer in genau einem von vier Zuständen: dem Reset, der Initialisierung, der Konfiguration oder dem normalen Betriebszustand. In die Initialisierungsphase gelangt man entweder nach einem vom LCA intern erkanntem

Power-on-Reset oder indem man während des Normalbetriebs den Open-Drain-Pin DONE/PG auf Masse zieht. Erstgenannter Status kann zudem durch den externen Reset-Eingang verlängert werden. Während der Initialisierungsphase wird der LCA-interne Speicher von 'alten' Konfigurationsdaten befreit und der /INIT-Ausgang (open-drain) auf Low gezogen. Nach einigen hundert Mikrosekunden ist die Initialisierung beendet, das LCA geht in die Konfigurationsphase und zeigt dies durch /INIT = 1 an.

Nun werden die Konfigurationsdaten in einer von drei möglichen Methoden in das LCA kopiert: Im Slave Mode erfolgt dies auf die Initiative eines anderen Bauteils, beispielsweise der CPU, während sich das LCA im Master Mode die Daten selbst holen muß. Der Datentransfer kann bitweise seriell oder byteweise parallel vorgenommen werden. Der jeweils verwendete Modus wird über die Pins M[2...0] eingestellt. miniMAX verwendet ausschließlich den parallelen Slave Mode. Damit verhält sich das LCA wie ein Peripheriebauteil.

Wenn /CS0 und /CS1 low und CS1 high sind, ist der Xilinx-Baustein selektiert, ein Konfigurationsbyte am Datenbus AD[7...0] wird mit der steigenden Flanke von /WS übernommen. Das ist also ein 'ganz normaler' I/O-Buszyklus. Anschließend dauert es eine gewisse Zeit, bis das LCA die Daten in-

tern verarbeitet. Währenddessen zieht der XC3000 den /BUSY-Pin auf Low. Weil der Prozessor eine wesentlich höhere Taktrate als das LCA besitzt, fügt miniMAX mit diesem Signal über die READY-Leitung des V40 Wartezyklen ein. /BUSY geht erst dann auf Low, wenn das Konfigurationsbyte bereits geschrieben und der Buszyklus beendet ist. Dadurch werden die Wartezyklen also nicht im aktuellen, sondern erst im folgenden LCA-Buszyklus eingefügt. Da aber der Prozessor daran gehindert wird, das nächste Byte zum LCA zu schreiben, solange /BUSY = 0 ist, ist das vollkommen unerheblich. Nachdem das letzte Byte geschrieben wurde, geht DONE/PG auf High und das LCA ist im normalen Betriebszustand.

Wird der externe Reset-Eingang während der Konfiguration aktiv, leitet das LCA eine neue Initialisierung ein. Während des Normalbetriebs hat Reset eine andere Bedeutung: Alle schaltungsinternen Flipflops werden zurückgesetzt, die Konfiguration bleibt erhalten. Es wird also die in den Baustein einprogrammierte Schaltung zurückgesetzt, nicht jedoch das FPGA selbst.

Will man das LCA neu programmieren, etwa um ihm eine andere Funktion zu geben, muß der Open-Drain-Pin DONE/PG für mindestens 6 µs auf Low liegen. Anschließend geht das FPGA vom Normalbetrieb über die Initialisierungsphase in die Konfigurationsphase. Der V40 hat keine universellen I/O-Pins, mit deren Hilfe die Steuerung der /INIT- und DONE/PG-Signale erfolgen könnte. Eine kleine State-Maschine im PAL führt deshalb die Zustände *INI*, *CONF* und *RUN* des LCA nach: Den Reprogrammierzyklus initiiert einfach ein Lesezugriff auf die LCA-Adresse, den Rest erledigt die State-Maschine. Sie fügt solange Wartezyklen für die CPU ein, bis das LCA die Initialisierungsphase wieder beendet hat, also /INIT-High-Pegel besitzt. Anschließend werden die Konfigurationsdaten nach obigem Schema durch Schreibzugriffe auf die LCA-Adresse übertragen.

Im Betriebszustand werden die Chip-Select- und Datenleitungen des LCA universell verwendbare I/O-Pins. Sie übernehmen dann ihre während der Konfiguration einprogrammierte Funktion. Alle wichtigen Prozessorsignale und einige der integrier-

ten Peripheriesignale (Interrupts, DMA, Timer) sind fest mit dem LCA verbunden. Weitere notwendige CPU-Signale kann man über die Steckerleisten an einen der Pins I/O[32...1] anschließen.

## Identifiziert

Außer den genannten Signalen ist auch noch der STD.P-Ausgang der Uhr und die 'Silicon Serial Number' (SSN) DS2401 mit dem LCA verbunden. STD.P kann miniMAX beispielsweise zyklisch aus dem Stop-Modus aufwecken. In diesem Modus ist der Oszillator des Prozessors abgeschaltet, wodurch der V40HL nur noch Leckströme im Mikroampere-Bereich aufnimmt. Verwendet man ein Zero-Power-PAL, kann man den insgesamt von miniMAX aufgenommenen Strom sogar deutlich unter 1 mA absenken.

Die SSN ist ein Baustein von Dallas Semiconductor, in dem vom Hersteller eine eindeutige 64-Bit-Seriennummer einprogrammiert wurde (genau genommen sind es nur 48 Bit, aber mit dem 8-Bit-'Device Identifier' und der 8-Bit-Prüfsumme wird eine eindeutige 64-Bit-Nummer ausgegeben). Einerseits eignet sie sich als (zugegeben einfaches) Dongle zum Erschweren illegaler Softwarekopien. Andererseits ist mit ihr ein miniMAX-Modul in einem Netzwerk eindeutig zu identifizieren, ohne daß man zum Beispiel mit DIP-Schaltern eine Adresse einstellen müßte.

Die Ansteuerung des DS2401 ist recht interessant – es werden nämlich nur zwei Pins benutzt. Einer davon liegt ständig an Ground, während der Data-Pin (DQ) den Baustein mit (wenig) Energie versorgt. Gleichzeitig erfolgt über DQ die serielle Ausgabe der Bits in einem definierten Protokoll. DQ ist über

einen Pull-up-Widerstand an VCC gelegt und wird von einem Open-Drain-Treiber angesteuert. Ein Bittransfer beginnt, indem sich dieser Treiber für mindestens 1 µs abschaltet (DQ geht über R13 auf High) und anschließend für mindestens 1 µs wieder einschaltet (DQ führt Low-Pegel). Dann läßt der Treiber wieder los, und an DQ stellt sich für maximal 15 µs der Pegel des gerade gelesenen Bits, also 0 oder 1, ein. Anschließend geht DQ wieder auf High, und das nächste Bit kann gelesen werden. Eine genauere Beschreibung dieses Ein-Draht-Protokolls befindet sich in [2].

## Spannungsarm

Wie bereits erwähnt kann miniMAX auch mit einer Versorgungsspannung von 3 V arbeiten. Dies reduziert die Leistungsaufnahme, und das ohnehin recht gute EMV-Verhalten verbessert sich ebenfalls. Allerdings sind beim Betrieb mit 3 V einige Einschränkungen zu beachten, denn nicht alle verwendeten Bauteile können mit dieser niedrigeren Spannung arbeiten.

Zunächst muß der Reset-Generator MAX703 gegen einen MAX704R ausgetauscht werden, der bereits bei 2,65 V den Reset beendet. Auch dieser Baustein schaltet bei Ausfall der Versorgungsspannung auf die Batterie um – was nicht selbstverständlich ist, schließlich liegt die Batteriespannung mit ihren 3,6 V jetzt deutlich über VCC.

Der Prozessor V40HL kann standardmäßig mit einer Versorgungsspannung zwischen 3 und 5 V arbeiten, darf bei 3 V aber nur halb so schnell getaktet werden. Die eingesetzten Speicher gibt es inzwischen von einigen Halbleiterherstellern als echte 3-V-Versionen, andere geben für ihre 5-V-Produkte spezielle Spe-

zifikationen zum Betrieb mit niedrigeren Spannungen heraus. Xilinx-LCAs mit dem Suffix 'L' sind mit 3 V zu betreiben. Lediglich die Uhr wird zur Zeit nicht als 3-V-Version angeboten.

## Vorausgeschaut

Der nächste Artikel befaßt sich mit dem passenden Entwicklungssystem. Die Emulatorplatine 'EMU-40' läßt sich als 'Sandwich' zwischen miniMAX und die Zielhardware stecken. Sie ersetzt das Flash-EPROM durch ein RAM und gestattet es, Programme herunterzuladen und auszuführen. Nach erfolgreichem Test kann dann das Flash-EPROM direkt programmiert werden. Selbstverständlich kann man sich mit EMU-40 auch Speicher- und I/O-Bereiche ansehen und modifizieren, Speicher testen, füllen oder Zeichenketten suchen.

Softwarewerkzeuge für den PC erzeugen ein relocatibles EXE-File. Um ein solches Programm an eine absolute Speicheradresse zu laden, ist ein 'Locator'-Programm zum Ersetzen der relativen durch absolute Adressen notwendig. Es muß zudem ein Ausgabeformat erzeugen, das von einem EPROM-Programmiergerät oder auch vom Emulatorboard verstanden wird. Dazu ist das Programm 'UniLOC' geeignet, das im Rahmen dieser Serie besprochen wird und dann auch in der ELRAD-Mailbox steht. *uk*

## Literatur

- [1] G. Stock, P. Heusinger, K. H. Ronge, Club Royale, Was steckt hinter PREP-Benchmarks?, ELRAD 6/94, Seite 56 ff.
- [2] F. P. Volpe, S. Volpe, Knopfzellen, Grundlagen und PC-Anschluß für Touch-Memories DS199x, ELRAD 10/95, Seite 63 ff.

## miniMAX-Speicherbelegung

Adresse	Typ	Device	Gespiegelt bei	Bemerkung
8000-800F	I/O	Real Time Clock	8010-BFFF	
C000	I/O	LCA	C001-FFFF	mindestens 1 Wait-State
FF00-FF2F	I/O	reserviert	–	EMU-40
7000-700F	I/O	LCA	–	Standardkonfiguration
x000:0-xFFF:F	memory	64 kB CMOS RAM	–	optionales RAM auf EMU-40
0000:0-07FF:F	memory	32 kB CMOS RAM	–	
0000:0-1FFF:F	memory	128 kB CMOS RAM	–	je nach Bestückung
0000:0-7FFF:F	memory	512 kB CMOS RAM	–	
8000:0-8FFF:F	memory	reserviert	–	EMU-40-Monitorprogramm
E000:0-FFFF:F	memory	128 kB Flash EPROM	–	
C000:0-FFFF:F	memory	256 kB Flash EPROM	–	je nach Bestückung
9000:0-FFFF:F	memory	512 kB Flash EPROM	–	

## Neu Platinen-CAD für WINDOWS

### TARGET V3 professional

- Ein Programm für Schaltplan und Platine
- Echte WINDOWS Oberfläche in deutsch
- Software Made in Germany!
- Echtzeit forward- and backannotation
- Echtzeit Masseflächen-Berechnung
- Echtzeit Luftlinien-Berechnung
- Echtzeit Autoplacer (abschaltbar)
- Kopieren von Moduln via Zwischenablage
- Mit F3 vom Schaltplan zur Platine und zurück
- Drag & Drop Bibliotheksbrowser
- Design-Rule-Check
- neuer, verbesserter Autorouter
- Undo/Redo-Funktion
- Gerber-Daten einlesen aus anderen ECAD-Programmen
- beliebig formbare Lötunkte (online)
- generieren von Teardrops
- und vieles mehr ...

Und das zu einem Preis, bei dem unsere Konkurrenz ins Schwitzen kommt!

## Fassen Sie Ihr Ziel ins Auge!

Weitere Informationen gratis. Die Auslieferung erfolgt nach der CeBIT im April '96!

TARGET V3 als Light und Vollversion weiterhin ab DM 298,- (zzgl. P+V) erhältlich!

Ing. Büro FRIEDRICH

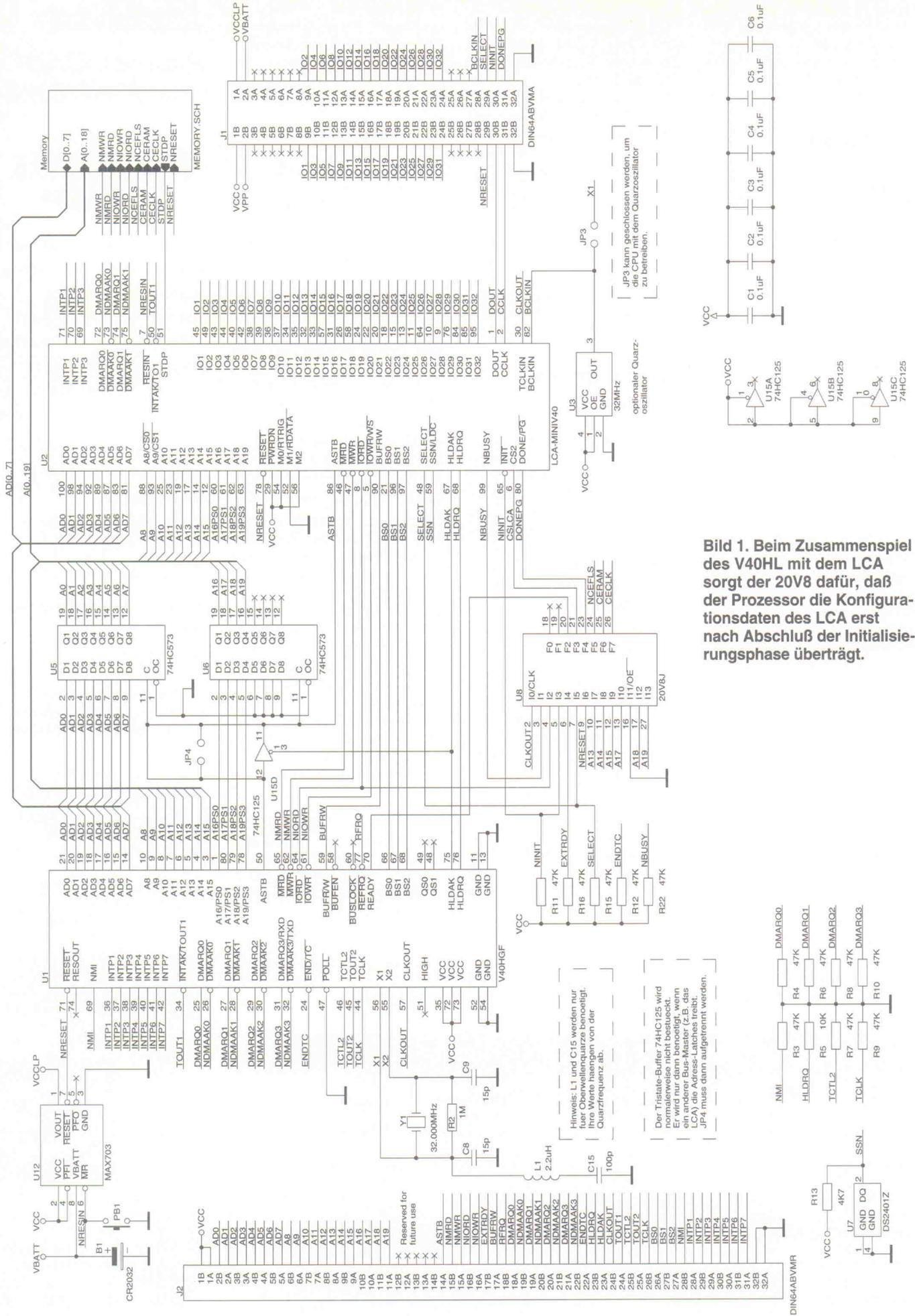
Harald Friedrich Dipl.-Wirtsch.-Ing (FH)

**CeBIT '96**  
HANNOVER  
14.-20.3.1996  
Halle 20,  
Stand E 17

Fuldaer Straße 20  
D-36124 Eichenzell



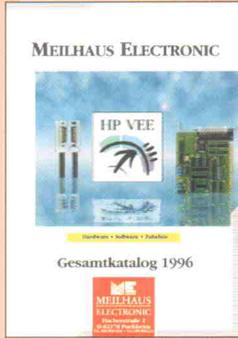
Tel.: (0 66 59) 22 49  
Fax.: (0 66 59) 21 58



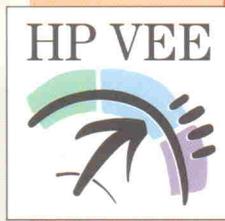
**Bild 1.** Beim Zusammenspiel des V40HL mit dem LCA sorgt der 20V8 dafür, daß der Prozessor die Konfigurationsdaten des LCA erst nach Abschluß der Initialisierungsphase überträgt.

**MEILHAUS ELECTRONIC  
Gesamtkatalog 1996**

Über 200 Seiten mit Einsteckkarten, Software und Zubehör für die computergestützte Meßtechnik.



**MEILHAUS ELECTRONIC GmbH**  
Fischerstraße 2  
D-82178 Puchheim  
Fon: 089/89 01 66-0 • Fax: 089/80 83 16



Das grafische  
Programmierwerkzeug  
für Test und  
Meßtechnik von  
**HEWLETT-PACKARD**

**HP VEE** für Win. 3.1 (Vollvers.)  
nur **1672,-DM\***  
(Hochschul-Rabatt 50%)

MEILHAUS ELECTRONIC GmbH  
Fischerstraße 2  
D-82178 Puchheim  
☎ (089)8901660  
Fax (089)808316



**[ha:pe:wie?]**  
Sie lesen richtig:  
**HP VEE**

PC-Meßstechnikkarten  
von  
**MEILHAUS ELECTRONIC**

Fragen Sie  
nach unseren  
**Einführungs-Bundles!**

**HP-IB/IEEE488.2-Bus  
Interface-Karten**



**Power-Pack HP 82345B**  
nur **2107,-DM\***

\*zzgl. ges. MwSt.

**Im Lieferumfang:**

- **HP VEE** (Vollversion) für Win. 3.1
- **HP 82340** IEEE488.2-Bus-Karte
- 2 m **IEEE488-Bus-Kabel** (doppelt geschirmt)
- 3 m **RS-232 Kabel** 9pol.↔9pol.
- 3 m **RS-232 Kabel** 9pol.↔25pol.
- **RS-232 Connector-Extender**



**ELRAD Direkt-Kontakt**

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

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

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

**ELRAD-**

**Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen**

**Direkt-Kontakt**

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

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

Anzeige

Beilage über

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

Bitte Zutreffendes ankreuzen bzw. ausfüllen.

**Absender nicht vergessen!**

**1 Eurokarte\***  
+ Einrichtung  
+ Photoplot  
+ MwSt.  
= **DM 99.-**

\*doppelseitig, durchkontaktiert

**Pay more ?**

**NO !**

**INFO:**  
FAX-ABRUF: 06120 - 907015  
INTERNET: <http://www.pcb-pool.com>



**Ja,** hiermit bestelle ich \_\_\_ Stck.  
Power-Packs HP 82345B zum  
Preis von je **2107,-DM**  
(zzgl. ges. MwSt.)

- Ich will HP VEE kennenlernen! Bitte senden Sie mir weitere Gratis-Infos!
- Bitte senden Sie mir die neue Ausgabe Ihres Gesamtkataloges zu!

**Absender**

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

Vorname: \_\_\_\_\_

Firma: \_\_\_\_\_

Abteilung: \_\_\_\_\_

Straße/Postf.: \_\_\_\_\_

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

Fon: \_\_\_\_\_

Fax: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Ort, Datum, Unterschrift (nur bei Bestellung)

Bitte  
ausreichend  
frankieren

Postkarte

**MEILHAUS ELECTRONIC GmbH**

Fischerstraße 2  
D-82178 Puchheim

**MEILHAUS ELECTRONIC  
Gesamtkatalog 1996**

Über 200 Seiten mit Einsteckkarten, Software und Zubehör für die computergestützte Meßtechnik.

**Aus dem Inhalt:**

- **Alles für die rechnergestützte Meßtechnik:**  
Software, PC-Meßtechnik, PCMCIA-Karten, Andere Bussysteme: S-, PCI-, VME-Bus, Busadapter
- **Sensorik und Feldbus:**  
ISM-Serie, RS485-RS232-Konverter, Signalkonditionierung
- **Alles für den IEEE488-Bus:**  
HP-IB/IEEE488.2-Bus Interface-Karten, Controller, Analysatoren, Interfaces

**MEILHAUS ELECTRONIC GmbH**  
Fischerstraße 2  
D-82178 Puchheim

**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 \_\_\_\_\_

Bitte mit der jeweils gültigen Postkartengebühr freimachen

Postkarte

Firma \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Straße/Postfach \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

PLZ \_\_\_\_\_ Ort \_\_\_\_\_

**ELRAD Direkt-Kontakt**

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

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

**Angefordert**

Ausführliche Unterlagen

Telefonische Kontaktaufnahme

Besuch des Kundenberaters

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Meine Adresse / Fax-Nummer:

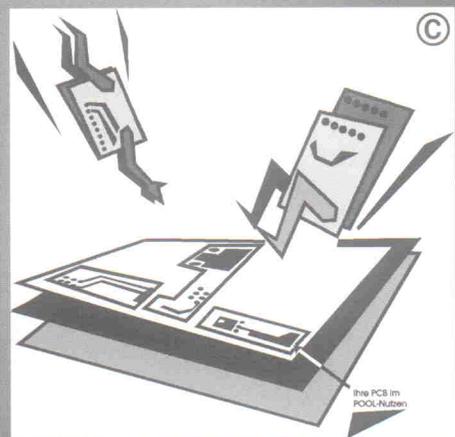
\_\_\_\_\_

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 Info-Abruf 907015  
Fax 6487  
Mailbox analog1 6489  
Mailbox analog2 907016  
Mailbox Isdn 907018  
<http://www.pcb-pool.com>

**Leser werben Leser**

- Sie erhalten als Dankeschön für Ihre Vermittlung **einen Band „Laborblätter“** nach Wahl. (Bitte umseitig ankreuzen).
- Der neue Abonnent bekommt ELRAD jeden Monat pünktlich ins Haus, das heißt, die Zustellung ist bereits im günstigen Preis enthalten. Das Abonnement gilt zunächst für 1 Jahr, danach ist die Kündigung **jederzeit** möglich.

• **Vertrauensgarantie (gilt ab Vertragsabschluss): Diese Bestellung kann innerhalb von 8 Tagen beim Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG, Helstorfer Str. 7, 30625 Hannover, widerrufen werden.**

• Dieses Angebot gilt nur bis zum 29. 2. 1996.

• Der neue ELRAD-Abonnent und der Prämienempfänger dürfen nicht identisch sein. Das Angebot gilt nicht für Geschenkabonnements und nicht für Abonnements zum Studentenpreis. Die Zusendung der Prämie erfolgt nach Zahlungseingang. (Lieferzeit danach ca. 2 Wochen).

• Um einen neuen Abonnenten zu werben, brauche ich selbst kein Abonnent zu sein.

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

Vorname/Zuname \_\_\_\_\_ Firma \_\_\_\_\_  
 Straße/Nr. \_\_\_\_\_  
 PLZ/Wohnort \_\_\_\_\_  
 Ich wünsche folgende Zahlungsweise:  
 Bargeldlos und bequem durch Bankeinzug Bankleitzahl: \_\_\_\_\_  
 Konto-Nr. \_\_\_\_\_ Geldinstitut: \_\_\_\_\_  
 Gegen Rechnung. Bitte keine Vorauszahlung leisten. Rechnung abwarten.  
 Datum \_\_\_\_\_  Unterschrift des neuen Abonnenten (unter 18 Jahren der Erziehungsberechtigte)

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

Datum \_\_\_\_\_  2. Unterschrift des neuen Abonnenten (unter 18 Jahren der Erziehungsberechtigte) 1829  
 Bitte beachten Sie, daß diese Bestellung nur dann bearbeitet werden kann, wenn beide Unterschriften eingetragen sind.  
 Schicken Sie die Prämie an diese Adresse, sobald der neue Abonnent bezahlt hat:

Vorname/Zuname \_\_\_\_\_  
 Straße/Nr. \_\_\_\_\_  
 PLZ/Wohnort \_\_\_\_\_  
**Dieses Angebot gilt nur bis zum 29. 2. 1996.** Der neue ELRAD-Abonnent und der Prämienempfänger dürfen nicht identisch sein. Das Angebot gilt nicht für Geschenk-Abonnements und nicht für Abonnements zum Studentenpreis. Die Zusendung der Prämie erfolgt nach Zahlungseingang (Lieferzeit danach ca. 2 Wochen). 1842



**Bestellung**

Ich gebe die nachfolgende Bestellung **gegen Vorauszahlung** auf  Scheck liegt bei.  
 Den Betrag buchen Sie bitte von meinem Konto ab  Eurocard  
 Visa  
 American Express  
 Konto-Nr. \_\_\_\_\_ BLZ \_\_\_\_\_  
 Bank \_\_\_\_\_  
 Den Betrag habe ich auf Ihr Konto überwiesen.  
 Kreissparkasse Hannover, BLZ 250 502 99, Konto.-Nr. 4 408. Card-Nr. \_\_\_\_\_  
 Gültigkeitszeitraum von \_\_\_\_/\_\_\_\_ bis \_\_\_\_/\_\_\_\_  
 Monat/Jahr Monat/Jahr

Menge	Produkt/Bestellnummer	à DM	gesamt DM
1x	Porto und Verpackung (Inland)	6,-	6,-

**Absender nicht vergessen!** \_\_\_\_\_   
 Datum Unterschrift (unter 18 Jahren der Erziehungsberechtigte)

**ELRAD-Kleinanzeige**

**Auftragskarte**

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

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

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

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

**ELRAD-Kleinanzeigen**

**Auftragskarte**

Bitte veröffentlichen Sie in der nächsterreichbaren Ausgabe folgenden Text im Fließsatz als  private Kleinanzeige  gewerbliche Kleinanzeige\* (mit  gekennzeichnet)

4,30 <sup>DM</sup> (7,20) \_\_\_\_\_  
 8,60 (14,40) \_\_\_\_\_  
 12,90 (21,60) \_\_\_\_\_  
 17,20 (28,80) \_\_\_\_\_  
 21,50 (36,00) \_\_\_\_\_  
 25,80 (43,20) \_\_\_\_\_  
 30,10 (50,40) \_\_\_\_\_  
 34,40 (57,60) \_\_\_\_\_

Pro Zeile bitte jeweils 45 Buchstaben **einschl. Satzzeichen und Wortzwischenräume**. Wörter, die **fettgedruckt** erscheinen sollen, unterstreichen Sie bitte. Den genauen Preis können Sie so selbst ablesen.

\*) Der Preis für gewerbliche Kleinanzeigen ist in Klammern angegeben. Soll die Anzeige unter einer Chiffre-Nummer laufen, so erhöht sich der Endpreis um DM 6,10 Chiffre-Gebühr. **Bitte umstehen Absender nicht vergessen!**

## ELRAD- Leser werben Leser

**3** Bände „Laborblätter“  
stehen zur Auswahl  
Einer für Sie...  
(bitte ankreuzen)



1



2



3

### Absender

(Bitte deutlich schreiben)

Name/Vorname

Beruf

Straße/Nr.

PLZ/Ort

Telefon

### 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 Hannover, 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 Leser werben Leser

Abgesandt am

199

zur Lieferung ab

Heft

199

Bitte  
ausreichend  
frankieren.

Antwortkarte

eMedia GmbH  
Postfach 61 01 06

30601 Hannover

## eMedia Bestellkarte

Abgesandt am

Bestellt/angefordert

Abbuchungserlaubnis erteilt am:

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

**TELEFAX**

# ELRAD

**Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen**

**AN**  
(Empfänger)

Firma

Straße, Nr.

PLZ, Ort

Telefon

Fax-Nr.

Ich bitte um weitere Informationen zu

Anzeige

Beihefter

Beilage

Ausgabe Nr.

Seite

Produkt

Schlagzeile

Senden Sie mir Ihre Unterlagen

Rufen Sie mich bitte an

Ich wünsche Ihren Besuch

**VON**  
(Absender)

Firma

Abteilung

Name

Vorname

Straße, Nr.

PLZ, Ort

Telefon

Fax-Nr.

*Kleiner Tip:* Kopieren Sie sich diese Seite.



**iiyama**  
IIYAMA ELECTRIC GmbH

# Vision Master™ 17



Bestellnr.:  
**PC-VGA MF8617E**

- 0.26mm Lochmaske
- 160MHz Bandbreite
- Plug-and-Play
- Signaleingänge in Sub-D sowie BNC
- On-Screen-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-8617E**

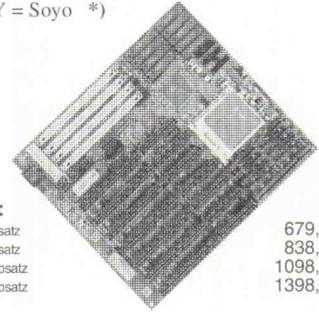
**1499,-**

## CD-ROM Laufwerke \*)



<b>CD Leerhülle</b>	1,-		
<b>CD Leerhülle 2</b>	1,90	Doppelhülle	
PC-CDR FX400		Mitsumi quadro /IDE	259,-
PC-CDR XM3701		Toshiba 6-fach / SCSI	689,-
PC-CDR Contr.		IDE-CD-Rom Controller	25,-
PC-CDR Caddy		Universälträger	9,90

## Motherboards Y = Soyo \*)



<b>Pentium PCI + ISA</b>	(PB-Cache):	
PC-PCli586-75 YT	75MHz T-Chipsatz	679,-
PC-PCli586-90 YT	90MHz T-Chipsatz	838,-
PC-PCli586-120 YT	120MHz T-Chipsatz	1098,-
PC-PCli586-133 YT	133MHz T-Chipsatz	1398,-

<b>Boards ohne CPU:</b>	Sis-Chipsatz	219,-
PC-PCli486-BOARD	T-Chipsatz	359,-
PC-PCli586-BOARD		

## Monitore \*)

<b>36cm 14":</b>		
PC-VGA M36C	1024x768/MPRII	429,-
<b>39cm 15":</b>		
PC-VGA M39C-DI	1024x768/ni/MPRII Flicker Free / 0,28 Lo.	619,-
<b>43cm 17":</b>		
PC-VGA M43C-DI	1280x1024/ni/MPRII Flicker Free / 0,26 Lo.	1079,-
<b>iiyama 51cm 21":</b>		
PC-VGA MT 9121	1600x1200 (72Hz) /ni/ h:30-90KH/z: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>PCI</b>		
PC-VGA SD12 PCI	Miro 1MB	159,-
PC-VGA SD22 PCI	Miro 2MB	298,-
PC-VGA P64 PCI	Spea Mirage 2MB	339,-
PC-VGA GE PH1T	Genoa 1MB	189,-
PC-VGA GE PH2T	Genoa 2MB	279,-
PC-VGA GE PH2V	Genoa 2MB Video	299,-
PC-VGA GE PH4P	Genoa 4MB	769,-

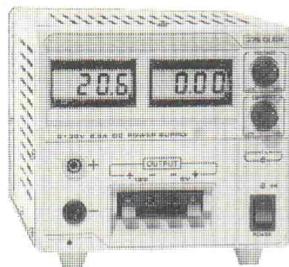
## Festplatten \*)

<b>AT-Bus:</b>		
PC-HD 540MB IDE		319,-
PC-HD 635MB IDE		329,-
PC-HD 850MB IDE		369,-
PC-HD 1,2GB IDE		479,-
PC-HD 1,6GB IDE		659,-
<b>SCSI/SCSI-2:</b>		
PC-HD 1GB SCSI		479,-
PC-HD 2GB SCSI		1239,-

## Stabilisiertes Digital-Labornetzgerät

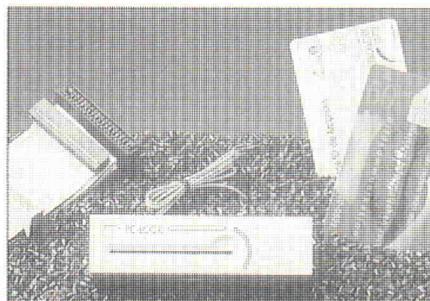
Ausgangsspannung und Strombegrenzung kontinuierlich einstellbar mit 4mm Sicherheitseinbaubuchsen kurzschlußfest für max 60min

0..30V / 0..2,5A  
5V / 0,5A fest  
12V / 0,5A fest



**DLN 325-21**  
DM 198,-

## PC-LOCK



Diese PC-Sicherung auf Soft- und Hardwarebasis bietet bis zu 15 Benutzern eines PCs die Sicherung gegen unbefugte Benutzung und Datendiebstahl. Die Chipkarten der berechtigten Benutzer erlauben die Verwendung des PCs auf jeweils einer von drei Ebenen: 1. Schreib- und Lesezugriffe / 2. nur Lesezugriffe / 3. kein Zugriff auf Floppylaufwerke. Ohne gültige Karte wird der Rechner gesperrt. Mit der Masterkarte kann der Systemverwalter jederzeit neue Karten für verschiedene Benutzer und Zugangsebenen erstellen bzw ändern.

**TOW-PCL 1.0 DM 129,-**

## PC-CHIPDRIVE V1.7 intern

Der PC-Chipdrive V1.7, vorgesehen für den direkten Einbau in IBM-kompatible Rechner, liest und beschreibt alle gängigen Memorycards der namhaften Hersteller. Es ist sowohl in der Entwicklungsphase als auch in den verschiedensten Applikationen einsetzbar.

**TOW-CDR V1.7 DM 198,-**

## Simm-Module \*)

Simm 1Mx9-70	63.00
Simm 1Mx9-60	79.00
Simm 1M-9Chip-70	68.00
Simm 4Mx9-70	243.00
Simm 4Mx9-60	287.00

## PS/2 Module \*)

<b>inkl. Parity</b>		
PS/2 4MB MP	1MBx36	242.00
PS/2 8MB MP	2MBx36	476.00
PS/2 16MB MP	4MBx36	972.00
<b>ohne Parity</b>		
PS/2 4MB OP	1MBx32	194.00
PS/2 8MB OP	2MBx32	393.00
PS/2 16MB OP	4MBx32	874.00

## Programmierbare Fernbedienung

Mit der URC 108 bieten wir Ihnen eine lernfähige, vom Benutzer programmierbare Fernbedienung, die die Befehle gerätebezogener Fernbedienungen auswendig lernt. Mit der URC 108 steuern Sie also Ihren Fernseher, Videorecorder, Disc-Player usw. mit nur noch einer Fernbedienung.

**URC 108-21 DM 39,-**

Batterien (nicht im Lieferumfang):  
**UCAR 4-MICRO DM 5,95**



**KATALOG KOSTENLOS**  
TEL: 0 44 21 - 2 63 81  
FAX: 0 44 21 - 2 78 88

Stand 2.1.96

# Steuermann

## 68HC11-basierte industrietaugliche SPS, Teil 1: CPU-Board

Projekt

**Michael Kern,  
Timo Wölfl**

Sei es ein Garagentor, Kettenförderer oder Schlauchfilterabreiner – Kompakt-SPS steuern groß wie klein, nehmen wenig Platz im Schaltschrank weg und lassen sich leicht programmieren. Aber was tun, wenn ein Dutzend Ein- und Ausgänge zu wenig oder die AWL-Abarbeitung zu langsam ist?



**A**uf dem Markt der Kompakt-SPS (Speicherprogrammierbare Steuerung) tummeln sich überwiegend Geräte mit geringer I/O-Anzahl, bei 12 bis 20 Ein- und Ausgängen ist meist Schluß. Will man mehr, müssen modulare Erweiterungen her – was sich im Preis niederschlägt. Die Alternative stellt der über IBM-kompatible PCs programmierbare Steuermann dar. Er enthält im Grundausbau bereits je 24 binäre Ein- und Ausgänge, vier Zähler/Impulseingänge sowie vier A/D-Ports. Optional kann man je zwei A/D- und D/A-Kanäle nachrüsten und eine LCD-Anzeige anschließen.

Der Befehlssatz ähnelt weitgehend dem der verbreiteten Simatic S5 von Siemens. Das Gerät eignet sich jedoch auch als indu-

strietaugliches Controllerboard für Eigenentwicklungen, wenn man die SPS-Firmware nicht verwenden will, sondern auf Maschinensprache setzt.

Als Antrieb des Steuermanns fungiert der 8-Bit-Mikrocontroller MC68HC11 von Motorola. Diese MCU ermöglicht eine einfache Programmierung auf Assemblerebene und bietet ein sehr günstiges Preis-/Leistungsverhältnis. Die Schaltung verteilt sich auf drei Boards: CPU mit Signalkonditionierung, Anzeigeplatine sowie Netzteil.

Der Schalter S2 (Bild 1) legt zwei von vier möglichen CPU-Betriebsarten fest. Diese Modi sind 'Special Bootstrap' für die Inbetriebnahme des Geräts und 'Expanded Multiplexed' für den regulären Betrieb. Im folgenden

wird immer vom letzteren Fall ausgegangen. In dieser Konfiguration greift der Prozessor auf einen externen Speicher (64 KByte) zu. Dieser unterteilt sich GAL-gesteuert (siehe Listing 'Freigabe', S. 81) folgendermaßen:

Adresse	Funktion
\$0000...\$00FF	int. RAM
\$0100...\$0FFF	ext. RAM (IC11)
\$1000...\$103F	int. Register
\$1040...\$11FF	frei
\$1200...\$12FF	I/O-Ports
\$1300...\$13FF	AD/DA-Wandler
\$1400...\$7FFF	ext. RAM (IC11)
\$8000...\$CFFF	ext. RAM/EPROM (IC12)
\$D000...\$FFFF	ext. RAM/EPROM (IC13)

An Speicher muß man mindestens IC11 und IC13 bestücken. IC11 ist grundsätzlich als SRAM zu 32 KByte ausgelegt.

*Die Autoren absolvierten eine Ausbildung zum staatlich geprüften Elektrotechniker an der betrieblichen Schule für Technik in Siegen. Das vorliegende Projekt entstand als gemeinsame Abschlussarbeit. Michael Kern befaßt sich bei der Firma CC-Kontrollanlagen mit der Entwicklung und Inbetriebnahme von Steuerungen. Timo Wölfl leistet derzeit seinen Zivildienst.*

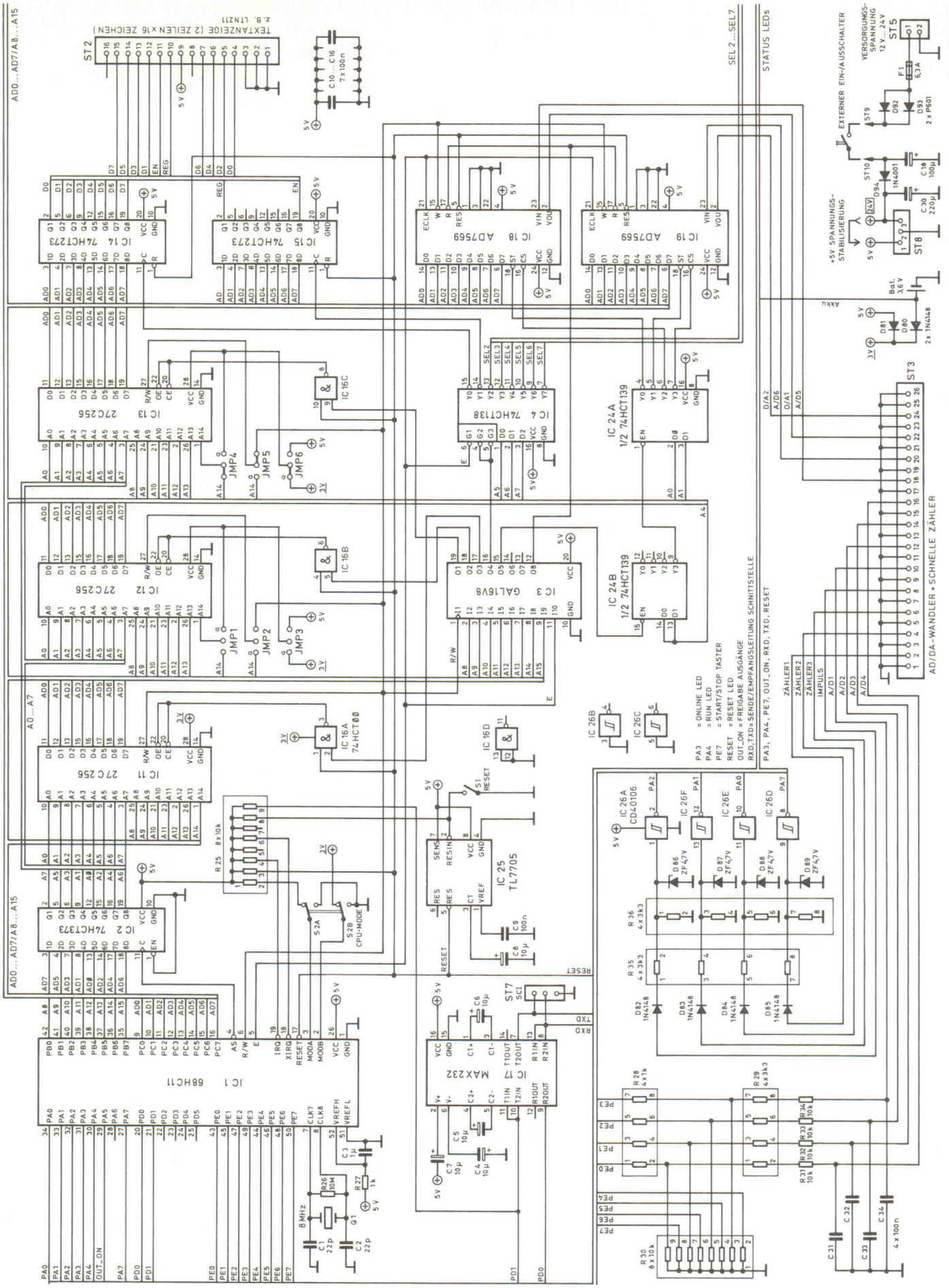


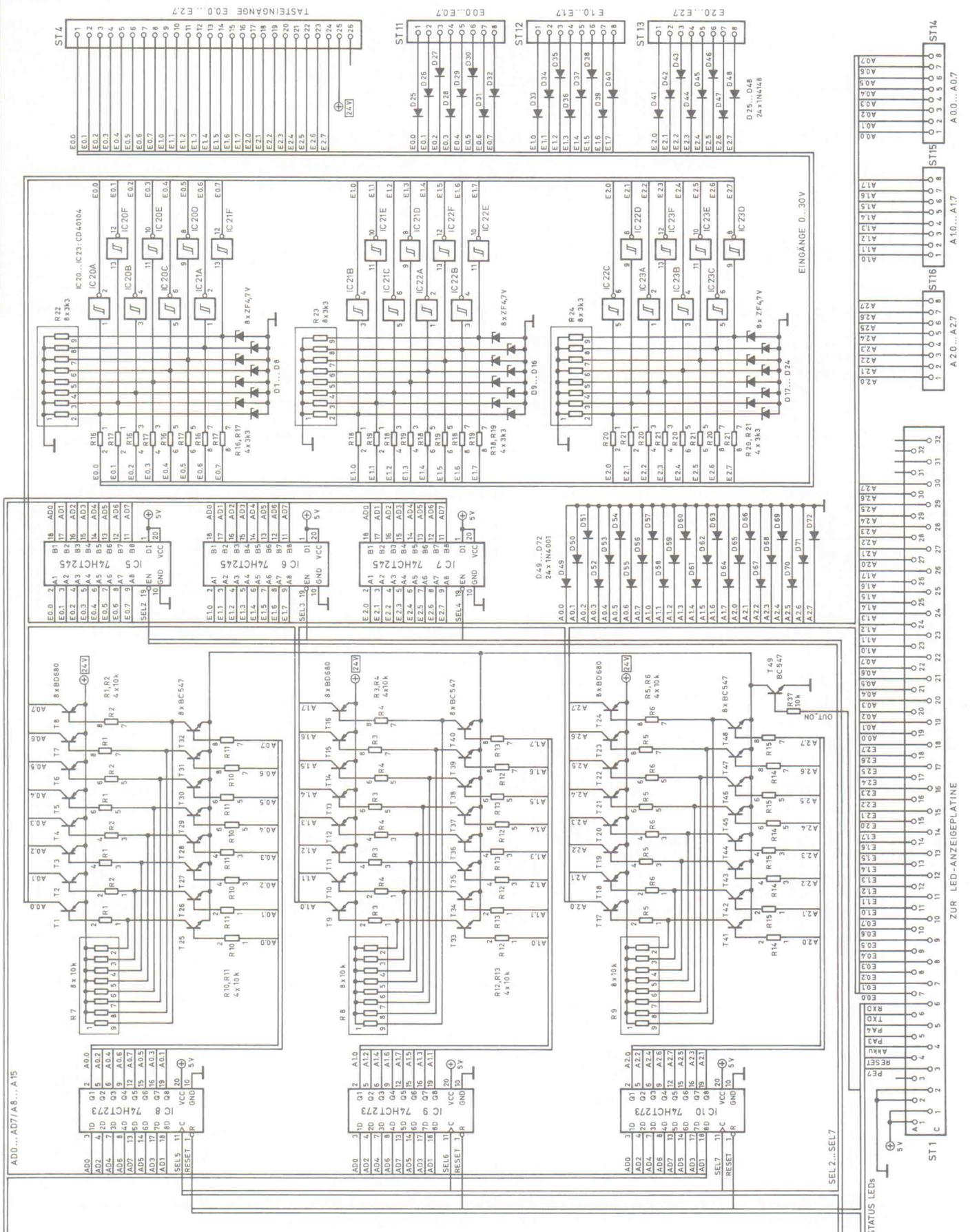
Bild 1. Reserve: IC12 bleibt im Steuermann unbestückt. Zieht man das Board als 68HC11-Plattform für andere Anwendungen heran, kann die Fassung entweder ein 32-KB-EPROM oder ein 32-KB-SRAM aufnehmen.

**Bild 2. Neben dem Verpolungsschutz der binären Anlagensignale E0.0 ... E2.7 an ST11....13 sorgen die Dioden D25...48 für die Entkopplung der Testeingänge an ST4.**

Hier residiert unter anderem das eigentliche SPS-Programm. Eine Batterie stellt den Datenerhalt bei ausgeschalteter Versorgungsspannung sicher. IC12, eine optionale Speichererweiterung, ist für die Funktion der SPS nicht erforderlich. Das SPS-Betriebssystem steckt in einem EPROM (IC13, 27C256). In dessen Sockel kann man für Testzwecke einen

RAM-Baustein wie für IC11 einsetzen. Da die Anschlußbelegungen von RAM und EPROM nicht identisch sind, muß eine Vor-

Da die Anschlußbelegungen von RAM und EPROM nicht identisch sind, muß eine Vor-



auswahl über die Jumper 1...3 für IC12 und die Jumper 4...6 für IC13 erfolgen. Die im Bild 1 eingezeichneten Brücken stellen die Standardbelegung dar.

Ein Reset-Baustein (IC25, TL7505) sorgt für das saubere Anlaufen des Gesamtsystems. Das IC erzeugt bei einer Betriebsspannung unter 4,7 V ein Reset-Signal. Dies garantiert, daß alle angeschlossenen Bausteine zum gleichen Zeitpunkt freigegeben oder zurückgesetzt werden.

## Ein- und Auswärts

Die SPS besitzt drei Ports mit insgesamt 24 binären Eingängen (Bild 2). Da industriell für den Anschluß von externen Gebern – wie beispielsweise Lichtschranken oder Initiatoren – ein Signalpegel von 24 V Gleichspannung üblich ist, liegen vor den Ports Widerstands-Netzwerke (R16...24), die zusammen mit Zener-Dioden (D1...24) für den intern erforderlichen 5-V-Pegel sorgen. Zusätzliche Dioden (D25...48) schützen zudem die Logik gegen unbeabsichtigte Verpolung. Nachfolgende CMOS-Schmitt-Trigger (IC20...23) verhindern 'Bit-Flattern' bei verräucherten oder langsam ansteigenden Signalen. Die Widerstände sind so dimensioniert, daß das zugehörige Gatter bei einer Eingangsspannung von etwa 6 V eine logische 1 erkennt.

In Gegenrichtung stellt die SPS 24 binäre Ausgänge (drei Ports)

zur Verfügung. Der Strom je Ausgang soll 0,5 A nicht überschreiten. Dabei muß der Gesamtstrom aller Ports außerdem unter 6 A bleiben. Jeder Ausgang enthält eine Freilaufdiode (D49...72), die den problemlosen Anschluß induktiver Verbraucher, wie beispielsweise Schütze oder Magnetventile, gestattet.

## Aushang

Die SPS kann eine handelsübliche Textanzeige (z. B. LTN211 mit zwei Zeilen zu 16 Zeichen) ansteuern. Diese Displays sind für den direkten Anschluß an den Datenbus von Mikroprozessoren vorgesehen. Damit beim An- oder Abkoppeln des LCD der Mikrocontroller nicht ins Koma fällt, trennen zwei Portbausteine (IC14, IC15) Anzeige und MCU. Als Zoll für die Datensicherheit muß sich jetzt der µC um die Steuersignale für die Textanzeige kümmern. Dies geschieht softwaremäßig auf Betriebssystemebene, so daß der Anwender damit nicht konfrontiert wird. Nach dem Anschluß des LCD muß man jedoch beachten, daß das Betriebssystem die Anzeige erst nach einem Stop-Start-Wechsel initialisiert.

Die analogen Ein- und Ausgänge der Steuerung sind über einen 25poligen Sub-D-Stecker auf der Frontseite zugänglich. Die notwendigen Bausteine (IC18, IC19, AD7569) kann man bei Bedarf nachbestücken, das Betriebssystem erkennt sie automatisch. Als weitere Fea-

## Freigabe

```
chip sps_v1.0 GAL16V8
i1 i2 i3 i4 i5 i6 i7 i8 i9 GND
i11 o12 o13 o14 o15 o16 o17 o18 o19 VCC
quations
; Adressierung IC12 $8000 - $CFFF
o19 = i6 * /i7 * i8 * i9 * i11
+ i7 * i8 * i9 * i11
; Adressierung IC13 $D000 - $FFFF
o18 = /i8 * i9 * i11
+ /i6 * /i7 * i8 * i9 * i11
; Adressierung IC11 $0100 - $0FFF, $1400 - $7FFF
o17 = i2 * /i3 * /i4 * /i5 * /i6 * /i7 * /i8 * /i9 * i11
+ i3 * /i4 * /i5 * /i6 * /i7 * /i8 * /i9 * i11
+ i4 * /i5 * /i6 * /i7 * /i8 * /i9 * i11
+ i5 * /i6 * /i7 * /i8 * /i9 * i11
+ i4 * /i5 * i6 * /i7 * /i8 * /i9 * i11
+ i5 * i6 * /i7 * /i8 * /i9 * i11
+ i7 * /i8 * /i9 * i11
+ i8 * /i9 * i11
; Port-Adressierung $1200 - $12FF
/o16 = /i2 * i3 * /i4 * /i5 * i6 * /i7 * /i8 * /i9
; AD/DA-Wandler-Adressierung $1300 - $13FF
/o15 = i2 * i3 * /i4 * /i5 * i6 * /i7 * /i8 * /i9 * i11
; R/W-Leitung für AD/DA-Wandler
o12 = /i1
```

tures bietet die Steuerung drei schnelle Zähler bis 5 kHz und eine Pulsbreitenmeßeinrichtung.

## Firmware

Das Betriebssystem ist in erster Linie für den einwandfreien Programmablauf und die Kommunikation der SPS mit dem PC verantwortlich. Es läuft im Hintergrund und überwacht ständig die Arbeitsweise des Anwenderprogrammes. Es greift nur dann ein, wenn Fehler auftreten und erkannt werden. Solche Fehler sind beispielsweise:

- Zykluszeit überschritten
- Stacküberlauf
- defekter Speicher

Die Zykluszeit kann überlaufen, wenn der Anwender versehent-

lich eine Endlosschleife definiert. Das Programm würde dann die weiteren Befehle nicht mehr abarbeiten. In solchen Fällen greift das Betriebssystem sofort ein und rettet die SPS vor dem 'Aufhängen'.

Ein Stacküberlauf ist einer der schwerwiegendsten Fehler in einem Mikroprozessorsystem. Diese 'Entgleisung' führt häufig zum Absturz des Gesamtsystems, da durch den Stack das komplette Programm überschrieben werden kann. Das Betriebssystem überwacht nun ständig den Stack und bringt die SPS kurz vor dem Überlauf in den Stop-Zustand. Ein Stacküberlauf tritt beispielsweise auf, wenn der Anwender die maximale Schachtelungstiefe von Programmbaustein-Aufrufen über-



**SYSGO**  
Real-Time Solutions GmbH

Galileo-Galilei-Straße 10 • D - 55129 Mainz  
Tel. 0 61 31 - 97 35 68 • Fax 0 61 31 - 97 35 19  
sales@sysgo.de

## Darf's ein bißchen mehr sein?

Mit der Entwicklung immer leistungsfähigerer und dabei kostengünstigerer Prozessoren werden Echtzeit-Applikationen immer anspruchsvoller und komplexer – traditionelle Echtzeitkerne stoßen hier mehr und mehr an ihre Grenzen.

Um Ihre Softwareinvestitionen auch für die Zukunft zu sichern, sollten Sie daher von Ihrem Echtzeit-Betriebssystem mehr als nur schnelle Antwortzeiten verlangen: Portabilität, Hardware-Unabhängigkeit und die Erfüllung von Industriestandards.

Warum wir Ihnen das alles sagen? Weil wir mit **LynxOS** ein Betriebssystem anbieten, das Ihnen UNIX/POSIX Standard auf allen gängigen Plattformen (80x86, PowerPC, 68K, SPARC) zur Verfügung stellt. TCP/IP, NFS, Streams, XWindow, Motif, GNU sind hier keine Add-Ons, sondern integrierter Bestandteil. Und darunter steckt ein Echtzeitkern, den andere gerne hätten, skalierbar vom ROM-basierten Controller bis zum kompletten self-hosted Entwicklungssystem.

Mit weniger sollten Sie sich nicht mehr zufrieden geben!

## Stückliste

### Busplatine

#### Widerstände

R1...6,10...15	R-Array 4 x 10k
R7...9,25	R-Array 8 x 10k
R16...21,35...36	R-Array 4 x 3k3
R22...24	R-Array 8 x 3k3
R26	10M
R27	2k2
R28	R-Array 4 x 1k
R29	R-Array 4 x 100k
R30	R-Array 8 x 27k
R31...34,37	10k

#### Kondensatoren

C1,2	22p
C3	1µ/MKS
C4...7,9	10µ/Tantal
C8,10...16,19...29	100n
C18,30	220µ/35V
C31...34	100n/MKS

#### Halbleiter

D1...24,86...89	ZF4V7
D25...48,80...85	1N4148
D49...72,94	1N4001
D92...93	P600A
T1...24	BD680
T25...49	BC547
IC1	68HC11A1FN
IC3	GAL 16V8AS25
IC4	74HCT138
IC5...7	74LS245
IC2,8...10,14,15	74HCT273
IC11	62256, 70ns
IC13	27C256, 120ns
IC16	74HCT00
IC17	MAX232
IC18,19	AD7569
IC20	CD40106
IC24	74HCT139
IC25	TL7705
IC26	CD40106

#### Sonstiges

F1	6,3A, Halter RM 10 stehend
JMP1...7	3polige Jumper
Q1	8MHz
S1	Taster
S2	Zweifach-Umschalter
ST1	64polige Pfofenwanne
ST2	14polige Pfofenwanne
ST3,4	26polige Pfofenwanne
ST5	Printklemme 2polig, RM 5,08 (z. B. Conrad #529346 und #731676)
ST7	optionale Buchsenreihe 3polig
ST8	Platinensteckverbinder 3polig, RM 2,54, z. B. Conrad #741221
ST11...16	Printklemme 8polig, RM 5,08 (z. B. Farnell)
Batterie	Lithium-Zelle 3,6V/0,9Ah
Kühlkörper	SK 105 (z. B. Conrad #188476)

schreitet oder eine Routine sich rekursiv aufruft, ohne daß ein Abbruchkriterium eintritt.

Eine defekte Speicherzelle bemerkt die CPU beispielsweise, wenn sie einen unbekanntem Befehl aus dem Speicher holt. In solchen Fällen ist ein einwandfreies Weiterarbeiten nicht mehr möglich und muß zum kontrollierten Programmabbruch führen.

## Grundlage

Das Betriebssystem hat neben den überwachenden Aufgaben auch steuernde Funktionen. Diese sind unter anderem:

- Einlesen der Eingänge bei Zyklusbeginn
- Setzen der Ausgänge bei Zyklusende
- Bereitstellen von Systemmerkern
- Verwaltung von Merkern, Zählern und Timern

Eine SPS liest an jedem Zyklusbeginn alle vorhandenen Eingangszustände ein und speichert diese, so daß während der Abarbeitung des Applikationsprogramms konstante Signale vorliegen. Dies garantiert, daß ein in einem Zyklus mehrmals abgefragter Eingang immer das gleiche Eingangssignal liefert. Die Ausgänge der SPS werden immer am Zyklusende gesetzt, damit mehrmalige Ausgangsweisungen in einem Zyklus nicht zum mehrmaligen Schalten der an die Ausgänge angeschlossenen Peripherie führt.

Das Betriebssystem stellt außerdem Systemmerker zur Verfügung, die der Anwender für seine Aufgaben verwenden kann:

- EZ (erster Zyklus) führt im ersten Zyklus nach Starten der SPS ein '1'-Signal. EZ kann beispielsweise zur Initialisierung dienen.
- TM (Timer Merker), diese Merker stellen zwei verschiedene Blinktakte (1 Hz bis 10 Hz) mit einem Tastverhältnis von 50 % zur Verfügung.
- TP (Timer Puls), diese erzeugen in bestimmten Abständen (10 ms, 100 ms, 1 s) einen Impuls von genau einer Zykluslänge. Sie eignen sich unter anderem als Zählakte.
- ZS (Zwischenspeicher), dieser Merker enthält bei jedem Ladebefehl das aktuelle VKE

(Verknüpfungsergebnis) boolescher Logik.

Die SPS besitzt remanente und nichtremanente Merker und Zähler. Remanente Merker behalten ihren Zustand dank der Pufferbatterie auch über einen Ausfall der Versorgungsspannung hinweg. Das Betriebssystem muß bei jedem Start der Steuerung dafür sorgen, daß nur die nichtremanente Merker gelöscht werden. Des weiteren ist eine Flankenerkennung implementiert, da die Zähler nur auf Flanken reagieren dürfen.

Bei der Programmierung sollte man darauf achten, daß im Datenbaustein 19 ausschließlich Systemeinstellungen vorgenommen werden und keine Programmdatei in ihn übertragen werden. Diese Systemeinstellungen können sein:

- Entnahme der A/D-Wandelergebnisse
- Anwahl von rotierendem oder stehendem Text in der Anzeige
- Einstellung der Zyklusüberwachungszeit

## Verbindung

Die RS-232-Schnittstelle ermöglicht die Programmierung der SPS von IBM-kompatiblen PCs aus. Das Betriebssystem bietet dafür Funktionen zum Senden, Empfangen, Kopieren oder Löschen von Daten. Damit man die Funktionen auswählen kann, muß zunächst die Online-Verbindung aufgebaut werden. Das heißt, der Entwicklungs- und Inbetriebnahme-Rechner sendet Daten, die mit einem bestimmten Echo beantwortet werden müssen. Entspricht dieses nicht dem erwarteten Wert oder erhält der PC nach spätestens 0,5 s keinen neuen Wert, dann bricht der PC die Verbindung ab. Das bedeutet, daß selbst wenn keine Funktionen angewählt sind, ständig Daten fließen müssen, um die Verbindung aufrechtzuerhalten. Umgekehrt geht die Steuerung in den inaktiven Zustand über, wenn der PC nichts mehr von sich hören läßt.

Über die Funktion 'Daten senden' können nun Anwenderprogramme in die SPS gelangen. Dafür teilt der Sender zuerst die Startadresse und anschließend die Länge des Datenpakets in Byte mit. Antwortet die SPS darauf, beginnt die eigentliche Übertragung.

Mit der Funktion 'Daten empfangen' kann der PC Daten aus der Steuerung lesen. Er muß dem Gerät lediglich die Start- und die Endadresse mitteilen. Die Funktion 'Daten kopieren' ermöglicht, Speicherbereiche innerhalb der SPS zu kopieren oder zu verschieben. Fügt der Anwender beispielsweise einen Befehl ein, so teilt der PC der Steuerung mit, daß der Speicherinhalt ab dem neuen Befehl um dessen Länge nach hinten verschoben wird. Anschließend schiebt er mittels 'Daten senden' den neuen Befehl auf den jetzt freien Speicherplatz.

Auf die gleiche Weise funktioniert das Löschen von Befehlen: Die Steuerung verschiebt den auf den zu löschenden Befehl folgenden Speicherblock um die Befehlslänge nach 'vorn'. Die Funktion 'Daten löschen' überschreibt einen Speicherbereich. Dazu gibt man ihr die Start- und Endadresse sowie den Wert an, mit dem der Block gefüllt werden soll.

Mit diesen Grundfunktionen läßt sich die Programmierung der SPS mit minimalem Übertragungsaufwand realisieren. Das Betriebssystem überprüft dabei ständig die angesprochenen Speicherbereiche und verhindert somit das Überschreiben von Daten, die das Betriebssystem für sich beansprucht.

## Software

Die Leistungsmerkmale der SPS-Programmiersoftware umfassen unter anderem das Erstellen von Zeitdiagrammen mit freier Operandenwahl, die On- und Offline-Programmierung, Kommentarverwaltung sowie das Drucken von Querverweis-, Programm- und Belegungslistings.

Im nächsten Heft folgen die Schaltpläne für Statusanzeige und Netzteil, Bestückungspläne sowie Hinweise zu Aufbau und Inbetriebnahme der Steuerung. Daran schließt sich eine mehrteilige Einführung in die SPS-Programmierung an. Die dazugehörigen Beispiele kann man direkt auf dem vorliegenden Gerät nachvollziehen, sie lassen sich aber auch leicht auf andere Typen - speziell Simatic S5 - übertragen. *ea*

## Literatur

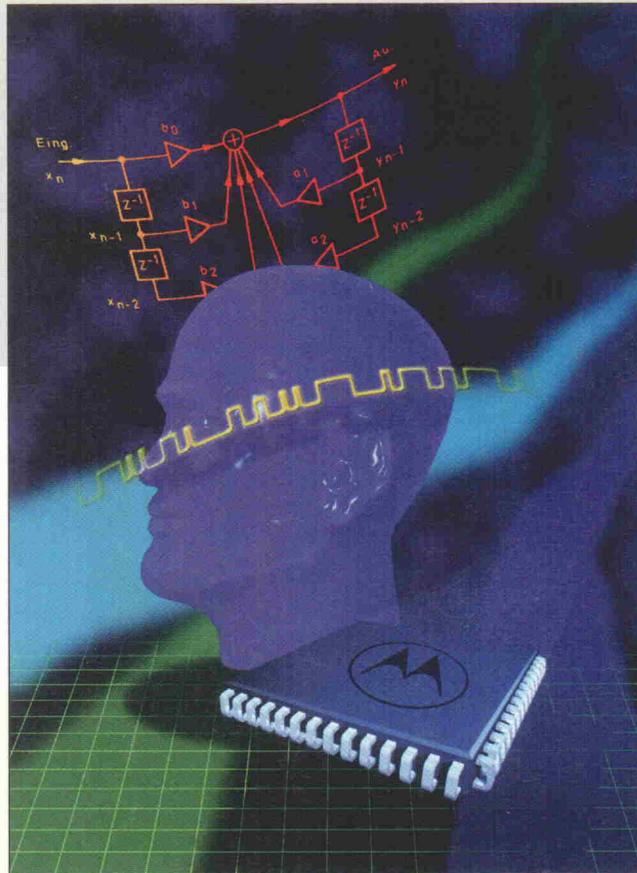
- [1] Ernst Ahlers, *Kleines Dutzend, Zwölf Kompakt-SPS auf dem Prüfstand, ELRAD 11/94, S. 55*

# Signal Processing

## Einführung in die digitale Signalverarbeitung, Teil 3

Dipl.-Ing. Holger Strauss

In dieser Folge werden die Operationen Addition (Subtraktion) und Multiplikation bei Signalen vorgestellt, die bereits ausreichen, um eine einfache Stereobasisverbreiterung zu realisieren. Im Signalprozessor finden diese Operationen in der arithmetisch-logischen Einheit (ALU) statt, die hier genauer unter die Lupe genommen wird.



**D**er praktische Teil befaßt sich jedoch noch einmal mit Quantisierungsrauschen, Aliasing und dem im letzten Heft vorgestellten Programm PASS-TRUH.CLD. Das kurze Listing (2) ist schnell erklärt: Zunächst wartet der DSP darauf, daß Bit 2 im Register SSISR (Statusregister des synchronen seriellen Interface) gelöscht und wieder gesetzt wird. Dieses Register befindet sich wie alle Register zum Ansprechen der internen Peripherie im X-Speicher zwischen Adresse \$FFC0 und \$FFFF. Durch Bit 2 des SSISR wird signalisiert, daß ein neues Stereosample vom A/D-Wandler vorliegt. Die beiden Eingangssamples werden durch die eingebundenen Interrupt-Routinen automatisch in zwei aufeinanderfolgende Stellen des X-Speichers geschrieben, auf die das Symbol RX\_BUFF\_BASE verweist. Die auszugebenden Samples entnimmt die Interrupt-Rou-

tine ebenso aus dem X-Speicher, hier jedoch aus den beiden Speicherstellen, die über das Symbol TX\_BUFF\_BASE angesprochen werden können. Zum Durchschleifen der Audiodaten müssen also nur die beiden Samples aus dem Eingangspuffer gelesen und in den Ausgabepuffer geschrieben werden. Dies machen die vier 'move'-Befehle. Allgemein dient der 'move'-Befehl zum Bewegen von Daten zwischen dem Speicher und einem Prozessorregister beziehungsweise zwischen zwei Prozessorregistern, wobei das allgemeine Format 'move <Quelle>, <Ziel>' lautet. Daten können nur indirekt über ein Prozessorregister von einer Speicheradresse zu einer anderen übertragen werden. Im Beispiel wird hierzu der Akkumulator A benutzt. Der abschließende 'jmp'-Befehl springt schließlich wieder an den Anfang des Programms zurück.

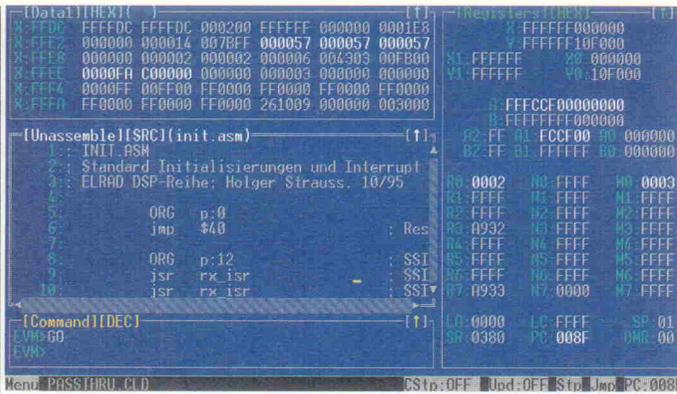
Um nun die Signale gezielt manipulieren zu können, sind Kenntnisse über das Format der Abtastwerte notwendig. Wie bereits erwähnt, ist der DSP56002 ein 24-Bit-DSP, das heißt, es stehen jeweils (mindestens) 24 Bits zur Darstellung eines Abtastwertes zur Verfügung. Im Kasten 'DSP-Zahlenformat' im letzten Heft ist das Zahlenformat genauer beschrieben.

### Quantisierungsrauschen hörbar

Auf den ersten Blick erscheint es als überdimensioniert, einen 24-Bit-DSP zur Verarbeitung von Signalen zu verwenden, die mit 16 Bit quantisiert sind. Man muß jedoch beachten, daß ein Ausgabewert das Ergebnis von vielen Rechenoperationen sein kann, die auf einen oder mehrere Eingangswerte angewendet werden. Die bei der Rechnung auftretenden Zwischenergebnisse müssen selbstverständlich auch im Zahlenformat des DSP dargestellt werden. Bei vielen Rechenoperationen können Rundungsfehler im niederwertigsten Bit auftreten, da sich die Ergebnisse der jeweiligen Operation nicht vollkommen exakt im DSP-Zahlenformat darstellen lassen. Diese Rundungsfehler können sich bei langen Rechnungen akkumulieren und zu falschen Ergebnissen in den niederwertigen Bits führen. Werden mit einem 24-Bit-DSP also 16-Bit-Signale verarbeitet, so benutzt man die obersten 16 Bits für das eigentliche Signal, während die unteren acht Bits als Reserve zum Auffangen von Rundungsfehlern dienen. Hierdurch ist auch bei sehr komplexen Rechnungen sichergestellt, daß die relevanten 16 Bits exakt berechnet wurden.

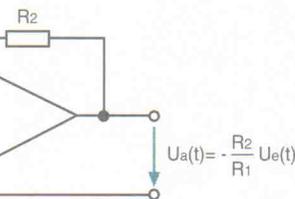
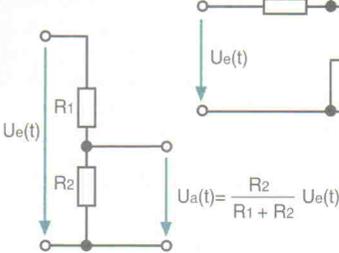
Wie klingt aber nun ein Audiosignal, das mit weniger als 16 Bit quantisiert wurde? Um dies hörbar zu machen, müssen entsprechend viele niederwertige Bits abgeschnitten (gelöscht) werden. Dies kann durchgeführt werden, indem man die Abtastwerte mit einer geeigneten Bitmaske logisch UND-verknüpft, wie dies in Listing 3 gezeigt ist. Die gewünschte Bitmaske wird am Anfang des Programms mit dem 'EQU'-Befehl dem Symbol 'mask' zugewiesen. Das vorangestellte Prozentzeichen ermöglicht die Angabe von Zahlen im Binärformat. Hierbei ist zu beachten, daß es sich beim 'EQU'-Befehl nicht um

Dipl.-Ing. Holger Strauss ist in Bochum wissenschaftlicher Mitarbeiter am 'Lehrstuhl für Allgemeine Elektrotechnik und Akustik' bei Professor Blauert.



**Bild 1. Standard-Arbeitsoberfläche des Debuggers – wie sie beim Start angeboten wird.**

**Bild 2. Spannungs-teiler.**



**Bild 3. Invertierender Verstärker.**

einen Befehl handelt, der vom DSP ausgeführt wird, sondern vom Assembler, der den Quelltext in das eigentliche DSP-Programm übersetzt. Zur besseren Unterscheidung werden Befehle an den Assembler in dieser Serie immer groß und Befehle für den Signalprozessor immer klein geschrieben. Im Initialisierungsteil des eigentlichen Programms wird die Bitmaske in das Prozessorregister X0 geschrieben. Der Rest des Programms ist identisch mit dem vorhergehenden, mit der einzigen Ausnahme, daß die Abtastwerte vor der Ausgabe durch 'and x0,a' mit der gegebenen Maske UND-verknüpft werden, so daß alle Bits, die in der Bitmaske gelöscht sind, auch im Akku gelöscht werden. Läßt man das Programm laufen, so stellt man fest, daß bei einer Quantisierung mit nur 6 Bit deutlich hörbares und störendes Quantisierungsrauschen auftritt, dessen Ursache in Folge 1 beschrieben wurde. Probieren Sie durch Verändern der Bitmaske Quantisierungen mit unterschiedlich vielen Bits aus. Hierzu muß man das Programm nicht jedesmal neu übersetzen. Eine einfachere Möglichkeit besteht darin, das laufende Programm im Debugger mit 'force b' anzuhalten, die gewünschte Bitmaske im Hexadezimal-Format in das X0-Register einzutragen (entweder direkt im Re-

gister-Fenster oder mit dem Befehl 'change x0 <Wert>' im Kommandofenster, wobei der Wert auch direkt im Binärformat eingegeben werden kann, wenn vorher mit 'radix b' auf dieses Format umgestellt wurde) und das Programm mit 'go' weiterlaufen zu lassen. Interessant ist, daß man Sprache bei richtig gewählter Aussteuerung auch dann noch erkennen kann, wenn nur noch mit einem Bit quantisiert wird.

Listing 4 zeigt, wie Aliasing simuliert werden kann. Wie in der ersten Folge dieser Reihe schon erwähnt, entsteht Aliasing immer dann, wenn ein Signal mit einer Abtastfrequenz abgetastet wird, die nicht größer ist als das Doppelte der höchsten im Signal vorkommenden Fre-

quenz. Der A/D-Wandler auf dem EVM-Board sorgt jedoch durch seinen integrierten Tiefpaß dafür, daß diese Abtastbedingung immer eingehalten wird. Um künstliches Aliasing zu erzeugen, muß man also die effektive Abtastrate herabsetzen. Dies kann dadurch geschehen, indem man nicht mehr jeden vom A/D-Wandler gelieferten Abtastwert verwendet; hierfür wird oft der Begriff Unterabtastung verwendet. Im Beispielpogramm wird nur jeder sechste Abtastwert benutzt, wodurch sehr deutliches Aliasing hörbar wird, das sich in deutlichen Verzerrungen äußert. Dies wird durch den Befehl 'DUP n' erreicht, der den Assembler anweist, die nachfolgenden Zeilen bis zum Befehl 'ENDM' nmal hintereinander zu übersetzen. In diesem Fall beinhalten die eingeschlossenen Zeilen nur die zwei bedingten Sprünge, die jeweils auf den nächsten Abtastwert warten. Hierdurch wartet der DSP erst immer sechs Eingangssamples ab, bis er wieder einen aktuellen Abtastwert ausgibt. Solange der Ausgabepuffer nicht neu beschrieben wird, wird der jeweils letzte Abtastwert erneut ausgegeben. Das Aliasing wird schwächer, wenn entsprechend weniger Abtastwerte ignoriert werden. Weiterhin hängt es auch stark vom Eingangssignal ab, wie deutlich die Aliasing-Effekte hörbar sind, denn bei Signalen, die keine hohen Frequenzanteile enthalten, ist die Abtastbedingung eventuell auch noch nach einer Unterabtastung erfüllt. Auch bei diesem Programm können Sie durch leichte Modifikation das Aliasing verstärken oder schwächer machen, indem Sie die Anzahl der Abtastwerte verändern, die jeweils ignoriert werden.

Die bis jetzt vorgestellten Programme sollen dazu dienen, die

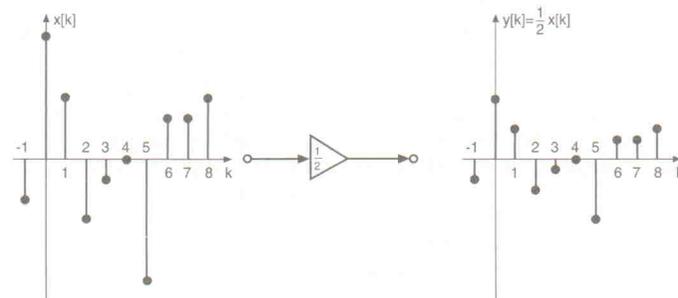
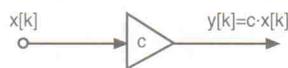
im ersten Teil beschriebenen Effekte Quantisierungsrauschen und Aliasing hörbar zu machen und den Umgang mit dem DSP56002 EVM kennenzulernen. In der Praxis sind die hier gezeigten Effekte fast immer unerwünscht. Ein Beispiel mit praktischer Relevanz dagegen ist die Stereobasisverbreiterung, das sich mit den arithmetischen Operationen Addition und Multiplikation befaßt und mit dem man bereits eine einfache Stereobasisverbreiterung realisieren kann.

Die Funktionsweise eines analogen Spannungsteilers, wie er in Bild 2 dargestellt ist, dürfte sicherlich jedem Leser bekannt sein. Die Eingangsspannung  $u_{e(t)}$  wird um einen konstanten Faktor  $c = R_2 / (R_1 + R_2)$  heruntergeteilt, das heißt, es gilt  $u_{a(t)} = c \times u_{e(t)}$ . Signalverstärkungen können hiermit natürlich nicht erreicht werden, da die Widerstände passive Bauelemente sind. Nimmt man jedoch zusätzlich einen Operationsverstärker zur Hilfe, so kann man eine Schaltung bauen, mit der auch Signalverstärkungen möglich sind. Ein Beispiel für eine derartige Schaltung ist der in Bild 3 dargestellte invertierende Verstärker. Diese Schaltung hat im Gegensatz zum passiven Spannungsteiler weiterhin den Vorteil, daß der Ausgang belastbar ist, ohne daß sich das Verhalten ändert.

## Digitaler Spannungsteiler

Genauso wie dies bei analogen Signalen möglich ist, kann man auch digitale Signale, wie in Bild 4 dargestellt, mit einem konstanten Faktor  $c$  multiplizieren. Hierzu werden einfach alle Abtastwerte mit  $c$  multipliziert, so daß  $y[n] = c \times x[n]$  gilt. Die Multiplikation gehört zu den am meisten benötigten Operationen in der digitalen Signalverarbeitung. Daher beinhalten digitale Signalprozessoren üblicherweise einen Hardware-Multiplizierer, der die Multiplikation besonders schnell ausführen kann. Dies unterscheidet die DSPs von einer Vielzahl herkömmlicher Mikroprozessoren beziehungsweise Mikrocontroller, die oft die Multiplikation in Form von Mikrocode implementiert haben. Hierbei startet ein Multiplikationsbefehl ein internes Programm, das die Multiplikation auf mehrere einfache Operationen zurückführt, die

Blockschaltbild



**Bild 4. Multiplikation mit einer Konstanten.**

## Listings im Heft 1

Durch einen bedauerlichen Fehler sind die Listings 1 und 2 im letzten Heft falsch abgedruckt worden: In INIT.ASM ist der Zeilenumlauf bei langen Zeilen falsch und es fehlen die letzten Zeilen:

```

move #TX_BUFF_BASE+1,r0 ; Zeiger an den Pufferanfang setzen
nop ; Pipeline Effekt
weiter_tx movcp x[r0]+,x:SSIDR ; Datum senden
move r0,x:TX_PTR ; Zeiger merken
move x:11,m0 ; m0 wieder herstellen
move x:10,r0 ; r0 wieder herstellen rti ; Ende der Interrupt-Routine
los

```

Ebenso bei PASSTHRU.ASM: Es fehlt die letzte Zeile:

```

jmp loop ; und wieder von vorne

```

Natürlich stehen diese und alle folgenden Listings auch in der *ELRAD-Mailbox*: 05 11/53 52 401. Wer noch keinen Modemzugang hat, kann die Dateien mit einem selbstadressierten und freigemachten Briefumschlag plus einer formatierten Diskette in der Redaktion anfordern.

nacheinander abgearbeitet werden. Dagegen stellt der Hardware-Multiplizierer eines DSP eine 'fest verdrahtete' Logik zum Multiplizieren von Signalen dar, wodurch eine deutlich schnellere Abarbeitung der Multiplikation möglich ist. Beispielsweise multipliziert der DSP56002 zwei 24 Bit breite Festkommazahlen zu einer 48 Bit breiten Festkommazahl in nur zwei Taktzyklen. Beim DSP56002 EVM-Board beträgt die maximale Taktfrequenz 40 MHz, das heißt, im Idealfall sind 20 Millionen Multiplikationen pro Sekunde möglich. Die Anzahl der Multiplikationen, die ein DSP pro Sekunde ausführen kann, gehört zu den entscheidenden Kriterien bei der

Auswahl eines Bausteins. Als effektive Ausführungszeit ergibt sich beim 40-MHz-DSP56002:

1/20 000 000 Sekunden =  
50 Nanosekunden pro Multiplikation.

Wenn man bedenkt, daß für einfache HCMOS-Gatter im separaten Gehäuse üblicherweise um die 10 Nanosekunden Durchlaufzeit spezifiziert werden, so kann man erahnen, welche technologische Meisterleistung ein schneller Hardware-Multiplizierer darstellt. Beim DSP56002 kommt noch hinzu, daß der Prozessor parallel zur Multiplikation noch zahlreiche weitere Operationen 'nebenbei' durchführen kann.

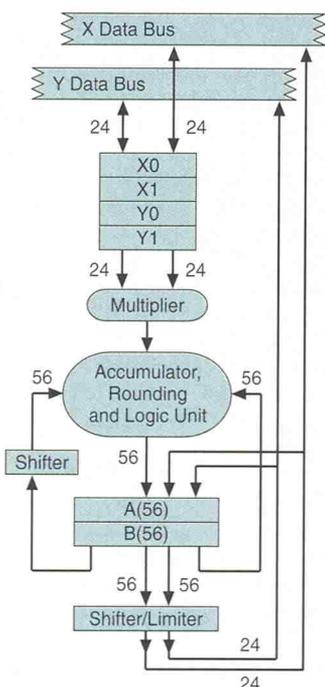


Bild 5. Arithmetisch-logische Einheit (DATA-ALU).

```

; QUANTIZE.ASM
; Grobe Quantisierung des Audio-Signals
; ELRAD DSP-Reihe; Holger Strauss, 2/96

mask EQU %111111000000000000000000 ; Bitmaske

INCLUDE 'init.asm' ; Routinen einbinden

move #mask,x0 ; Maske in Register x0

loop jset #2,x:SSISR,* ; auf naechsten Frame warten
      jclr #2,x:SSISR,*

      move x:RX_BUFF_BASE,a ; linker Kanal
      and x0,a ; gewuenschte Bits ausblenden
      move a,x:TX_BUFF_BASE

      move x:RX_BUFF_BASE+1,a ; rechter Kanal
      and x0,a ; gewuenschte Bits ausblenden
      move a,x:TX_BUFF_BASE+1

      jmp loop ; und wieder von vorne

```

Listing 3. Mit anderen Werten für x0 kann man die Quantisierung ändern.

```

; ALIASING.ASM
; Demonstriert Aliasing durch Unterabtastung
; ELRAD DSP-Reihe; Holger Strauss, 2/96

INCLUDE 'init.asm'

loop DUP 6 ; die naechsten 2 Befehle 6 mal
      ; wiederholen
      jset #2,x:SSISR,* ; auf naechsten Frame warten
      jclr #2,x:SSISR,*
      ENDM

      move x:RX_BUFF_BASE,a ; linken Kanal durchschleifen
      move a,x:TX_BUFF_BASE

      move x:RX_BUFF_BASE+1,a ; rechten Kanal durchschleifen
      move a,x:TX_BUFF_BASE+1

      jmp loop ; und wieder von vorne

```

Listing 4. Aliasing-Fehler durch Unterabtastung.

## The Leading Realtime OS for PCs

### QNX ist führend in Echtzeit

Das Echtzeitbetriebssystem QNX wurde seit 1982 weltweit in über 350.000 Projekten in Industrie und Forschung eingesetzt.

### QNX ist UNIX kompatibel

QNX ist konform zum UNIX-Standard POSIX sowie zu X11, TCP/IP, NFS, usw.

### QNX ist preisgünstig

QNX bietet attraktive Runtimepreise für geringe bis zu sehr großen Stückzahlen.

### QNX ist skalierbar

QNX ist dank seiner Modularität skalierbar vom "Embedded System" bis zum unternehmensweiten WAN-Netzwerk mit 1000 PCs.

### QNX macht Embedded Systems grafikfähig

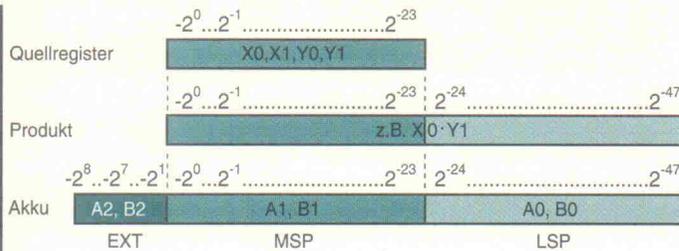
Mit *Photon*, dem neuen Microkernel-GUI für QNX, können grafische Echtzeit anwendungen im Motif-Stil sogar für Embedded Systems mit weniger als 512 KB RAM entwickelt werden.

**Embedded Systems '96**

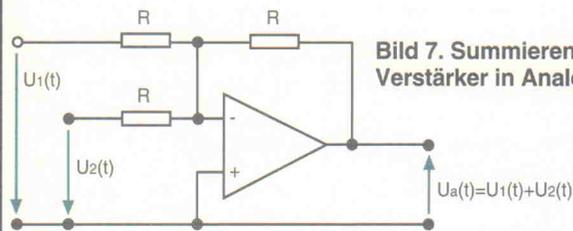
14.-16.2.96  
Sindelfingen  
Stand K14

**SWD** Autorisierter QNX Distributor seit 1986

SW Datentechnik GmbH  
Raiffeisenstraße 2-4  
D-25451 Quickborn  
Tel: 04106 6109 0  
Fax: 04106 6109 40  
Email: info@swdqnx.pp.de



**Bild 6. Zahlenformate des DSP56002 im Vergleich.**



**Bild 7. Summierender Verstärker in Analogtechnik.**

ist, +1.0 dagegen gerade nicht mehr. Das Produkt zweier 24-Bit-Zahlen läßt sich exakt mit  $2 \times 24 \text{ Bits} = 48 \text{ Bits}$  (genaugenommen sind 47 Bits ausreichend, da aus den beiden Vorzeichenbits ein einziges Vorzeichenbit gebildet wird; bei 48 Bits wird also das unterste Bit zu 0 gesetzt) darstellen, die auch alle vom Multiplizierer des DSP56002 berechnet werden. Das Resultat wird in eines der Register A oder B geschrieben oder auf Wunsch zum aktuellen Registerinhalt hinzuaddiert oder davon subtrahiert. Die als Akkumulator bezeichneten Register A und B haben eine Breite von 56 Bit. Die zusätzlichen 8 Bits der Akkumulatoren, 'Extension' genannt, werden verwendet, um Über- beziehungsweise Unterläufe bei der Addition und Subtraktion aufzufangen. Die Akkumulatoren können damit Zahlen von  $-256.0$  bis fast  $+256.0$  beinhalten, so daß hiermit bis zu 256 Über- und Unterläufe aufgefangen werden können. Bild 6 zeigt, wie die einzelnen Bits zu gewichten sind.

### Multiplikation und Addition

Der Befehl zur Multiplikation hat das Format 'MPY [ $\pm$ Quelle 1],<Quelle 2>,<Ziel>'. Beispielsweise multipliziert 'MPY

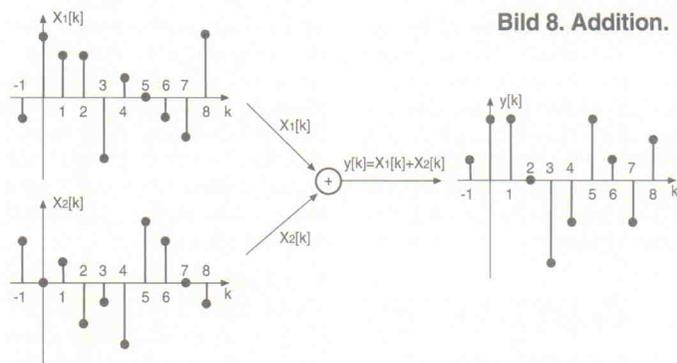
X0,Y1,A' den Inhalt der beiden Register X0 und Y1. Das Ergebnis wird in den Akkumulator A geschrieben. Wenn dem ersten Operand ein Minuszeichen vorangestellt wird, dreht der DSP zudem das Vorzeichen des Produktes. Verwendet man statt 'MPY' den Befehl 'MAC' (Multiply and Accumulate), dann wird das berechnete Produkt zum aktuellen Akkumulatorinhalt hinzuaddiert oder bei vorangestelltem Minuszeichen davon subtrahiert. Dabei benötigt der MAC-Befehl genauso wie der MPY-Befehl nur zwei Taktzyklen, das heißt, die zusätzliche Addition/Subtraktion benötigt keine weitere Rechenzeit. Listing 5 demonstriert die Multiplikation der Audiosignale mit konstanten Faktoren. Zum Übersetzen verfahren Sie wie in der letzten Folge beschrieben.

Die Multiplikation im DSP-Programm bewirkt eine entsprechende Verringerung der Signalpegel, wie dies in der Analogtechnik ein Lautstärkeregel machen würde. Weiterhin kann durch Wahl unterschiedlicher Multiplikationsfaktoren für den rechten und den linken Kanal die Balance eingestellt werden. Besondere Beachtung erfordern die beiden MOVE-Befehle, die die Ergebnisse aus dem Akku A in den X-Speicher in die Adresse TX\_BUFF\_BASE oder TX\_BUFF\_BASE+1 zur Aus-

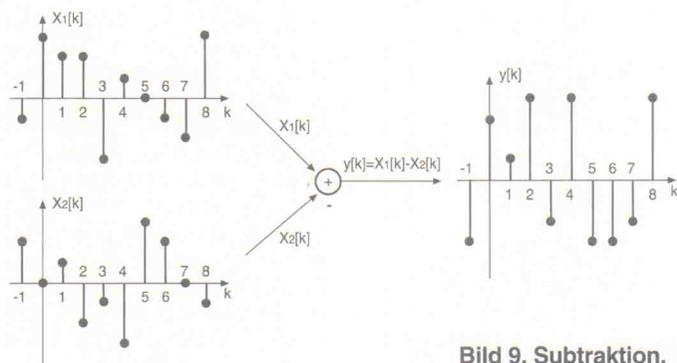
gabe schreiben. Wie bereits erwähnt, haben die Speicher des DSP eine Breite von 24 Bit und die Akkumulatoren eine Breite von 56 Bit. Welche Bits werden nun mit den MOVE-Befehlen übertragen? Wie aus Bild 6 ersichtlich ist, können die Akkumulatoren logisch in drei Teile getrennt werden. Die unteren 24 Bits repräsentieren den niederwertigen Anteil (LSP: Least Significant Product) und können direkt mit A0 oder B0 angesprochen werden. Die höherwertigen 24 Bit (MSP: Most Significant Product) können dagegen direkt mit A1 und B1 angesprochen werden. Die darüberliegenden Extensions zum Auffangen von Über- oder Unterläufen haben die Bezeichnungen A2 und B2. Wenn man beim MOVE-Befehl nun nicht explizit einen speziellen Teil des Akkumulators verwendet, sondern als Quelle wie im Beispiel nur A oder B schreibt, so untersucht der DSP zunächst die Extension A2 und B2. Sind dort einer oder mehrere Überläufe vermerkt – mit anderen Worten, befindet sich im jeweiligen Akkumulator ein Wert,

der kleiner als  $-1.0$  oder größer oder gleich  $+1.0$  ist, so tritt die Sättigungslogik des DSP in Aktion. Diese sorgt dafür, daß in diesen Fällen der Wert  $+1.0 - 2^{-23}$  und bei einem Unterlauf der Wert  $-1.0$  vom MOVE-Befehl übertragen wird. Hierbei wird in jedem Fall ein falsches Ergebnis erzeugt, aber die Sättigungslogik sorgt zumindest dafür, daß der übertragene Wert möglichst nah am richtigen Ergebnis liegt. Der Fehler kann aber im Extremfall trotzdem sehr groß sein, denn wenn sich im Akkumulator der Wert  $-256.0$  befindet, so entscheidet die Sättigungslogik, daß die Zahl  $-1.0$  diejenige Zahl im 24-Bit-Festkommaformat ist, die der Zahl  $-256.0$  am nächsten liegt ...

In der Praxis können die Extension Bits gut dazu benutzt werden, um Zwischenergebnisse darzustellen, die vom Betrag her größer als 1 sind. Erst wenn auch das Endergebnis außerhalb des üblichen Bereichs liegt, macht man einen mehr oder weniger großen Fehler. Noch nicht betrachtet wurde der Fall, bei dem ein Akkumulator allge-

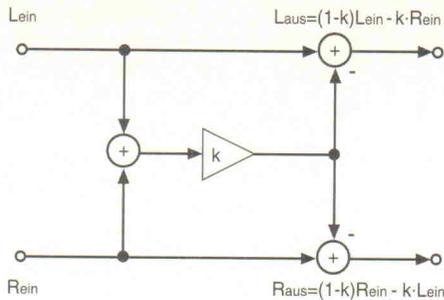


**Bild 8. Addition.**



**Bild 9. Subtraktion.**

<p><b>ANSI-C-Compiler für Microcontroller</b></p> <p>Integrierte Software-Entwicklungssysteme für Microprozessoren und Microcontroller mit</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• C-Cross-Compiler</li> <li>• Macro-Assembler</li> <li>• Hochsprachen-Debugger</li> <li>• SAA-Bedienoberfläche</li> </ul>	<p><b>Embedded Systems '96</b></p> <p>Stand: E14</p>	<p>8051 und Derivate 8086/186/286 8096 68HC05 6809 68HC11 68000/683xx Z80/Z180/64180 H8/3xx</p>	<p>Info mit Demodiskette anfordern Bitte Prozessor-Typ(en) angeben</p> <p style="text-align: center;"><b>REICHMANN</b> microcomputer</p> <p>REICHMANN microcomputer GmbH Planckstraße 3 • 71691 Freiberg Telefon 07141/71042 • Fax 75312</p>
---	--	---	--



**Bild 10. System zur Stereobasisverbreiterung.**

mein ausgelesen wird, der nicht über- oder untergelaufen ist. Hierbei wird der Wert übertragen, der sich im Teil A1 beziehungsweise B1 befindet; der Anteil in A0 und B0 wird abgeschnitten. Dies entspricht vom Prinzip wieder einer in Teil 1 dieser Serie besprochenen Quantisierung. Das hierbei zugefügte Quantisierungsrauschen ist jedoch sehr gering, da die Quantisierungsstufen durch die 24 Bits zur Signalrepräsentation sehr fein abgestuft sind. Das Quantisierungsrauschen liegt bei 24-Bit-Darstellung um 144 dB unter einem optimal ausgesteuerten Signal und ist somit nicht mehr hörbar. Um den Fehler beim Abschneiden noch weiter zu reduzieren, kann der DSP noch den niederwertigen Teil A0 und B0 betrachten und den höherwertigen Teil A1 und B1 um ein Bit aufrunden, wenn sich dort ein Wert befindet, der größer als  $\frac{1}{2}$  ist. Ein Runden ist in der Regel aber nur im letzten Berechnungsschritt vor dem Auslesen eines Akkumulators sinnvoll und kann mit dem Befehl 'RND' durchgeführt werden. Alternativ kann die Rundungsoperation im Anschluß an einen MPY- oder MAC-Befehl automatisch ausgeführt werden, ohne dabei zusätzliche Rechenzeit zu benötigen. Hierzu muß man, wie in Listing 1 gezeigt, die Befehle 'MPYR' und 'MACR' benutzen. Abschließend bleibt noch anzumerken, daß mit den Standard-Multiplikationsbefehlen des DSP keine Signale mit Zahlen multipliziert werden können, die vom Betrag größer als Eins sind. Ist dies dennoch gewünscht, so muß man zusätzlich mit Bit-Schiebebefehlen arbeiten. Der Befehl 'ASL A' verschiebt die Bits im Akkumulator um ein Bit nach links, was einer Multiplikation des Akkumulatorwertes mit 2 entspricht. Will man beispielsweise eine Multiplikation mit 1,75 durchführen, so kann man zunächst wie üblich mit

$1,75/2 = 0,875$  multiplizieren und anschließend das Resultat mit 2 durch eine Bitschiebeoperation multiplizieren.

Neben der Multiplikation mit einfacher Genauigkeit bietet der DSP auch einen Modus, der mit doppelter Genauigkeit arbeitet, also zwei Werte mit 48 Bit Genauigkeit zu einem Produkt mit 96 Bit Genauigkeit multipliziert. Die Multiplikation benötigt allerdings auch die vierfache Rechenzeit und ist für Audiosignalverarbeitung in der Regel nicht notwendig, weshalb hier nicht weiter darauf eingegangen wird.

## Modulation

Bisher wurden alle Signalwerte immer mit einem konstanten Faktor multipliziert. Multipliziert man dagegen ein Signal mit einem nicht mehr konstanten Faktor, zum Beispiel mit einem anderen Signal, so erhält man eine Modulation. Hierbei gilt nicht mehr, daß ein Eingangssignal mit einer festen Frequenz zu einem Ausgangssignal mit der gleichen Frequenz führt. Wenn sich der Faktor, mit dem das Signal multipliziert wird, jedoch nur langsam gegenüber der untersten Signalfrequenz ändert, so kann man die Faktoren als quasi-konstant betrachten und Modulationseffekte in der Regel vernachlässigen. Bestes Beispiel hierfür ist das Einstellen der Lautstärke mit einem Potentiometer, wie es beispielsweise an jedem Verstärker zu finden ist. Hier ist es nicht sinnvoll und allein aus mechanischen Gründen auch nicht möglich, die Lautstärke mit einer Frequenz zu verändern, die den niedrigen Signalfrequenzen nahekommt.

## Addition und Subtraktion

Der MAC-Befehl beinhaltet bereits eine Additions- beziehungsweise

Subtraktionsoperation. Diese beiden Operationen sind aber selbstverständlich auch ohne zugehörige Multiplikation ausführbar. Zur Addition analoger Signale kann beispielsweise ein summierender Verstärker verwendet werden, wie er in Bild 7 dargestellt ist. Das Blockschaltbild und ein Beispiel für die Addition digitaler Signale zeigt Bild 8. Man addiert sie, indem einfach jeweils die Abtastwerte der Eingangssignale, die zum selben Zeitpunkt gehören, addiert werden. Dabei überlagern sich also mehrere Eingangssignale zu einem Ausgangssignal. In der Audiotechnik entspricht dies einem Zusammenmischen beider Quellen, wobei Mischen in diesem Fall nicht mit dem entsprechenden Begriff aus der Nachrichtentechnik und Hochfrequenztechnik verwechselt werden darf, wo er eine vollkommen andere Bedeutung hat. Zur Addition beim DSP56002 dient der Befehl 'ADD <Quelle>, <Ziel>', der zum Zielregister den Inhalt des Quellregisters addiert. Als Zielregister sind nur die Akkumulatoren A und B erlaubt, als Quelle kann entweder der jeweils andere Akkumulator (56 Bit-Addition) oder eines der Register X0, X1, Y0 und Y1 (24 Bit Addition) angegeben werden. Eine Addition mit 48 Bit ist ebenso möglich, indem man als Quelle die Register X0 (niederwertiger Teil)

und X1 (höherwertiger Teil) oder Y0 und Y1 zu 48-Bit-Registern zusammenfaßt, die jeweils nur mit X oder Y angesprochen werden können. Zur Subtraktion von Signalen dient der Befehl 'SUB <Quelle>, <Ziel>', der den Inhalt des Quellregisters vom Zielregister abzieht. Bezüglich der möglichen Register gilt das bei der Addition Gesagte. Im Blockschaltbild wird eine Subtraktion genauso wie die Addition durch ein Pluszeichen dargestellt, wobei an das zu subtrahierende Signal zum Kenntlichmachen ein Minuszeichen geschrieben wird (Bild 9). roe

## Literatur

- [1] Motorola: DSP56000 Digital Signal Processor Family Manual
- [2] Motorola: DSP56002 Digital Signal Processor User's Manual
- [3] Motorola: DSP56K Assembler Manual
- [4] Domain Technologies, Inc.: Debug-EVM, Development System for DSP56002 EVM
- [5] Matthias Carstens, Effekthascherei, Audioprocessing, Teil 1, Von der Stereobasisverbreiterung zur Surround-Matrix, ELRAD 7/94, S. 76 ff.
- [6] Oppenheim, Schaffer, Zeitdiskrete Signalverarbeitung, Oldenbourg Verlag

```

; VOLUME.ASM
; Einfaches Beispielprogramm zur Multiplikation:
; Veränderung der Balance/Lautstärke
; ELRAD DSP-Reihe; Holger Strauss, 2/96

balance   ORG   x:$10           ; ab hier X-Speicher, Adresse $10
          EQU   0.4             ; 0.0001=links, 0.5=mitte,
          ; 0.9999=rechts
volume    EQU   0.5            ; 0.0=aus 1.0=maximal
          ; Bei volume>0.5 können je nach
          ; balance Übersteuerungen
          ; auftreten!
          ; Routinen einbinden
          INCLUDE 'init.asm'

          move  #balance,x0     ; x0 = balance
          move  #1.0-balance,x1 ; x1 = 1.0 - balance
          move  #volume,y0      ; y0 = volume

loop      jset  #2,x:SSISR,*    ; auf naechsten Frame warten
          jclr  #2,x:SSISR,*

          move  x:RX_BUFF_BASE,y1 ; y1 = linkes Sample
          mpy  x1,y1,a          ; a = (1.0-balance)*L
          move  a,y1            ; y1 = (1.0-balance)*L
          mpyr y0,y1,a         ; a = volume*(1.0-balance)*L
          asl  a                ; a = 2.0 * volume*
          ; (1.0-balance)*L
          move  a,x:TX_BUFF_BASE ; a links ausgeben

          move  x:RX_BUFF_BASE+1,y1 ; y1 = rechtes Sample
          mpy  x0,y1,a          ; a = balance*R
          move  a,y1            ; y1 = balance*R
          mpyr y0,y1,a         ; a = volume*balance*R
          asl  a                ; a = 2.0 * volume*balance*R
          move  a,x:TX_BUFF_BASE+1 ; a rechts ausgeben

          jmp  loop            ; und wieder von vorne

```

**Listing 5: Lautstärke und Balance.**

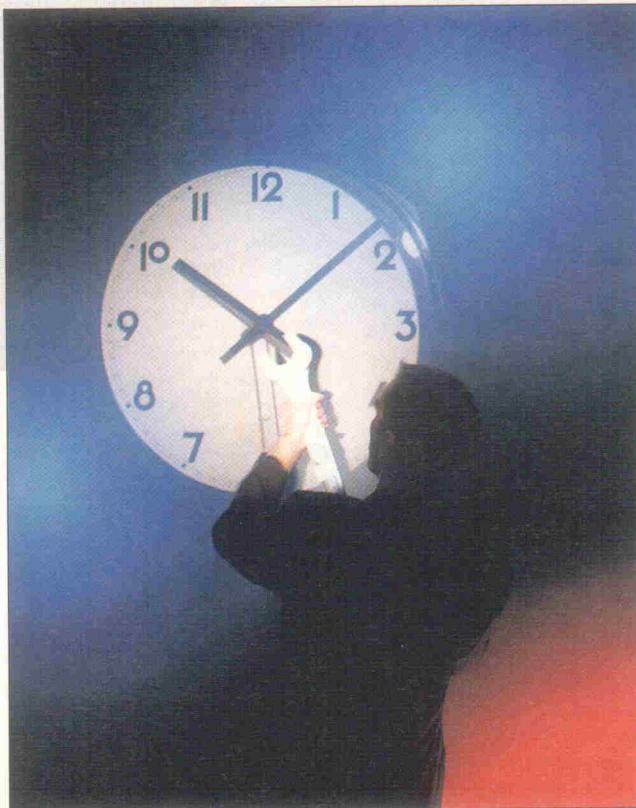
# Timewarp

## DCF77-Testgenerator

Projekt

Peter Glatzel

Wollten Sie nicht schon immer mal an der Zeit drehen? Timewarp ist jedoch weder Science-Fiction noch Rocky-Horror-Picture-Show, sondern eine Zeitmaschine der besonderen Art. Der DCF77-Testgenerator überprüft Hard- und Software auf korrekte Funktion. Wer weiß schon, ob seine hochmoderne Funkuhr im nächsten Jahrtausend noch funktioniert.



**D**as von der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB) in Braunschweig erzeugte Zeitsignal stellt die offizielle Zeit in Deutschland dar. Auf der DCF77-Frequenz 77,5 kHz strahlt ein Sender der Telekom in Mainflingen bei Frankfurt das Signal europaweit aus. Der DCF77-Simulator Timewarp dagegen stellt Funkuhren eine beliebig einstellbare, quasi 'hausgemachte' Zeit zur Verfügung. Da der Simulator bei Bedarf auch unzulässige Codes generiert, kann man DCF77-Hard- und Software mit definierten Codefehlern testen.

Um mit dem Mainflinger Sender und dem Gesetz nicht in Konflikt zu geraten, darf man das erzeugte Zeitsignal keinesfalls in den Äther schicken. Diese strafbare Handlung hätte wahrscheinlich ernsthafte Konsequenzen. Aber für beinahe jedes Problem bietet sich eine praktische Lösung an: Die Antenne (beziehungsweise der Antenneneingang) der Funkuhr

wird kapazitiv an den Generatorausgang angekoppelt. Zur Sicherheit sollten Generator und Antennenankopplung nur in einem geschirmten Gehäuse in Betrieb gesetzt werden – deshalb erhielt diese Schaltung anfangs den Codenamen 'Keks-dosenprojekt'.

Timewarp erzeugt ein Signal, das dem DCF77-Signal in Modulation und Datenformat entspricht. Die Ausgangsschaltung ersetzt dabei die Empfangsantenne, also den Empfangsschwingkreis bestehend aus der Ferritantenne und dem entsprechenden Kondensator. Damit wird dem gesamten Empfänger ein korrektes DCF77-Signal vorgegaukelt, mit dem der Empfänger auf seine Funktionsfähigkeit überprüft werden kann.

### Zeitgeist

Ein 8051 ist die gute Seele des Generators. Das Programm zur Steuerung aller Vorgänge befin-

det sich im EPROM. Der Assembler-Sourcecode, ein brennfertiges Binärfile sowie die Layoutdaten für eine Platine im Europaformat sind in der ELRAD-Mailbox (05 11/53 52-4 01, 8N1, maximal 28 800 Bd) erhältlich.

Der Mikroprozessor (Bild 1) liest nach dem Einschalten die an den Kodierschaltern (Bild 2) eingestellte Zeit- und Datuminformation. Dann überprüft er die Daten und stellt sie in seine Zeit- und Kalenderregister. Auf der 7-Segment-Anzeige ist die aktuelle Sekunde ablesbar. Der Quarzgenerator um Q2 erzeugt ein frequenzstabiles 77,5-kHz-Rechtecksignal, das durch einen steilflankigen Tiefpaß auf die sinusförmige Grundwelle beschränkt wird.

Am TXD-Ausgang gibt der Mikroprozessor die DCF-Impulse für den Modulator (Bild 3) aus. Der Amplitudenmodulator senkt die Amplitude des sinusförmigen 77,5-kHz-Trägers in jeder Sekunde für 0,1 beziehungsweise 0,2 Sekunden ab. So überträgt der Sender in jeder Minute 59 Bit Zeitinformation. Der Beginn der Absenkung ist der genaue Sekundenbeginn. In Sekunde 59 folgt eine Pause, die dem Empfänger die Chance zur Synchronisation gibt. Die erste Absenkung danach markiert mit der Sekunde Null den Beginn einer Minute.

### Freizeit

Zur freien Einstellung von Uhrzeit und Datum kann man entweder Pfostenleisten oder BCD-Kodierschalter einsetzen. BCD oder HEX-Schalter sind relativ teuer gegenüber den Pfostenleisten mit Jumpfern. Mit ihnen läßt sich jedoch die gewünschte Zeit einfacher einstellen; Einstellfehler sind besser ablesbar. Das LSB befindet sich jeweils links im Viererblock (Bild 4). Alle Stellen sind voll bestückt, auch wenn nicht alle Bits benötigt werden. Für die Zehnerstelle des Monats würde das LSB allein ausreichen. Die BCD-Schalter erfordern jedoch identische Steckplätze. Die Statusbits an J12 setzt man einzeln per Jumper.

Nach der Einstellung der gewünschten Zeit kann man die Schaltung in Betrieb nehmen. Änderungen während des Betriebes akzeptiert der Prozessor nicht. So kann man eine neue Zeit einstellen, die der Generator

erst nach Betätigung des Reset-Knopfes übernimmt. Nach dem Einschalten beziehungsweise nach einem Reset startet der Prozessor mit der Sekunde 0, was auch das LED-Display anzeigen sollte. Der Prozessor zählt die Sekunden hoch, wobei er bis zur 14. Sekunde ein Low-Datenbit (0,1 s) ausgibt. Ab der 15. Sekunde sendet die Schaltung die eingestellten Daten, wobei immer eine der beiden Daten-LEDs D52/D53 für High oder Low leuchtet. Eine Ausnahme bildet Sekunde 59. Hier fehlt der Modulationsimpuls, und beide LEDs bleiben dunkel. Den Modulationsimpuls an der BNC-Buchse signalisiert die LED D51.

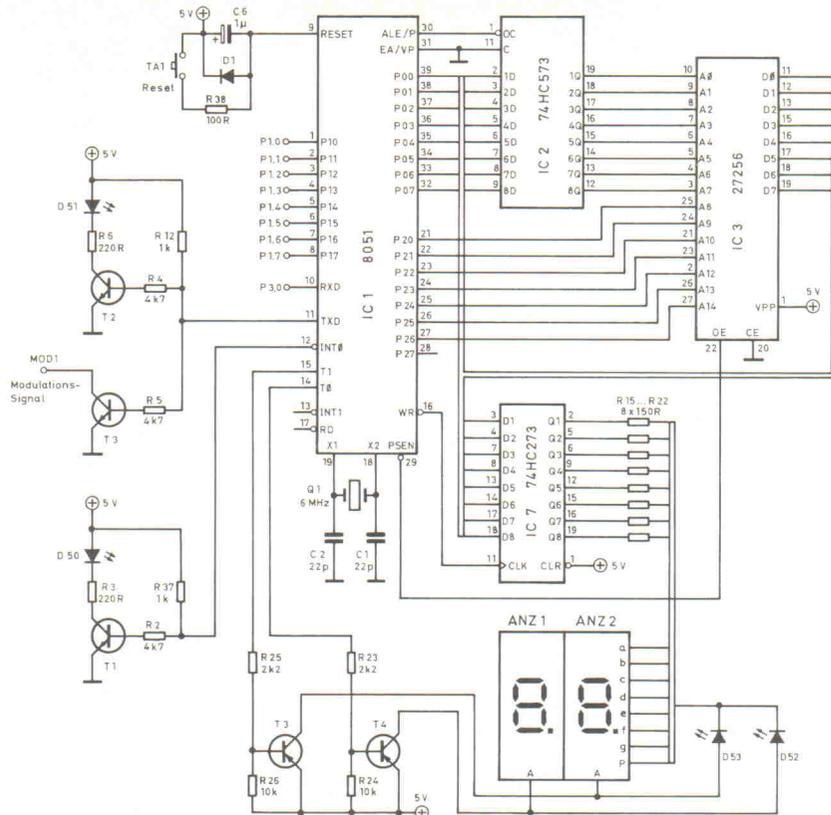
Jumper, aber auch BCD-Schalter führen leicht zu einer Fehleingabe. So ist es ohne weiteres möglich, eine unsinnige Uhrzeit einzustellen – zum Beispiel 66 Uhr 77. Damit Uhrzeit und Datum nicht versehentlich falsche Werte annehmen, zeigt LED D50 mögliche Fehleingaben an. Diese blinkt, falls eine der folgenden Eingaben nicht im Definitionsbereich liegt:

- 0...23 Stunde
- 0...59 Minute
- 1...7 Wochentag
- 1...31 Tag (monatsabhängig)
- 1...12 Monat
- 0...99 Jahr (1980...2079)

Neben der Überprüfung des Definitionsbereiches erfolgt beim Datum eine logische Kalenderüberprüfung. So berücksichtigt das Programm für den Februar auch Schaltjahre. Das Bezugsdatum für die Schaltjahrberechnung ist Dienstag, der 1. 1. 1980, was eine Jahreseinstellung bis zum 31. 12. 2079 ermöglicht.

## Fehlzeit

Die Anzahl der Tage pro Monat ist vom Monat abhängig. Die Anzahl der Tage pro Monat ist noch relativ einfach im Kopf oder mit den Handknöcheln herzuleiten. Die Bestimmung des Wochentages zu einem gegebenen Datum ist schon komplizierter. Damit es hier nicht zu einer Fehleinstellung kommen kann, berechnet der Mikroprozessor den Wochentag zum eingetragenen Datum. Wenn der eingestellte Wochentag falsch ist, blinkt die Fehler-LED. Nun kann man die sechs weiteren Schalterstellungen per Reset austesten, bis der richtige Wochentag gefunden ist.



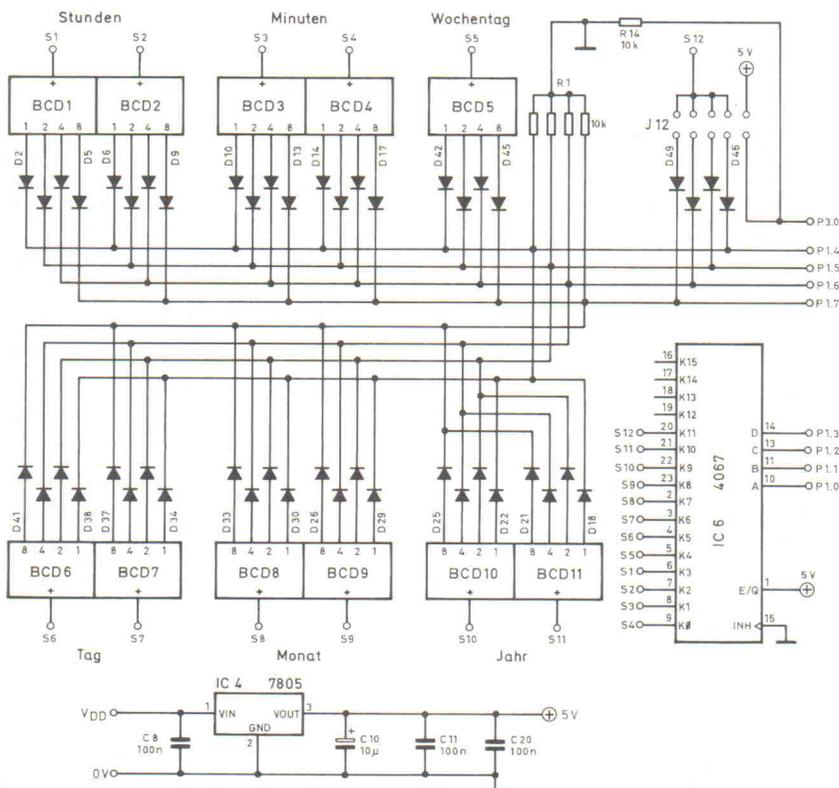
**Bild 1.** Timewarp läßt sich aus der Bastelkiste aufbauen. Der bewährte 8051 mit externem EPROM kommt ohne spezielles Programmiergerät aus. Auch der Rest der Schaltung besteht aus Standardbauteilen.

Die Fehler-LED dient jedoch lediglich der Eingabekontrolle. Ein falscher Code – wie zum Beispiel der 29. Februar in einem Nicht-Schaltjahr – läßt sich für Testzwecke trotzdem erzeugen. Allerdings ist nicht jeder mit den BCD-Schaltern eingestellte Code generierbar. Die Ursache dafür liegt im Aufbau des DCF77-Codes. So ist

beispielsweise nur ein einziges Monats vorhanden. Ein Hex-Schalter beziehungsweise eine Pfostenleiste erlaubt aber die Einstellung von vier Bit. Um die einwandfreie Funktion von Timewarp zu gewährleisten, blendet der Controller die drei höherwertigen Bits des Kodierschalters aus. In diesem Fall bleibt

nur das LSB übrig. Alle Werte größer eins ignoriert die Schaltung. Auch bei der Zehnerstelle der Stunden, der Zehnerstelle der Minuten, der Zehnerstelle des Tages und dem Wochentag werden im DCF77-Code nicht vorhandene Bits ausgeblendet.

Weiterhin erzeugt der DCF77-Sender zur Fehlerkorrektur drei



**Bild 2.** Die Wunschzeit kann man mit Jumpfern binär einstellen. Komfortabler geht's mit Hex- oder BCD-Kodierschaltern.



der Grundfrequenz aufweist, unterdrückt ein nachgeschaltetes LC-Filter Störungen. Dabei bleibt die sinusförmige Grundfrequenz von 77,5 kHz übrig. Das Filter ist für Standardbauteile dimensioniert.

Der OTA des Typs LM 13600 (IC6) arbeitet als stromgesteuerte Stromquelle mit hoher Bandbreite und guter Linearität. Ein ICL7660 (IC8) versorgt ihn ohne großen Aufwand mit einer negativen Versorgungsspannung von -5 V. Mit dem Trimmer R11 stellt man die Ausgangsamplitude zwischen 0 und 0,9 V ein. R11 und R30 bilden einen belasteten Spannungsteiler. Daher ist die Amplitudeneinstellung durch R11 nicht proportional zum Drehwinkel. Das wirkt sich jedoch nicht störend aus, da die Amplitude nur einmal einzustellen ist. Gleichzeitig wird mit Hilfe des Spannungsteilers die Amplitudenmodulation – eine Amplitudenabsenkung um zirka 55 % – realisiert.

Eigentlich müßte Timewarp die Amplitude wie das große Vorbild in Mainflingen auf 25 %

des Maximalwertes absenken. Praktische Versuche zeigen jedoch, daß es dabei leicht zu einer Übersteuerung des Empfangskreises der DCF-Uhr kommen kann. Der Code wird dann nicht fehlerfrei erkannt. Die meisten Empfangskreise arbeiten mit einer automatischen Verstärkungsanpassung an das empfangene DCF77-Signal. Sie sind noch in der Lage, Amplitudenabsenkungen auf nur 80 % des Maximalwertes auszuwerten. 55 % ergeben daher einen guten Kompromiß. Bei Bedarf kann man den Wert der maximalen Absenkung noch nach oben verlegen, indem man R7 ungleich Null setzt. cf

#### Literatur

- [1] Zur Zeit, Physikalisch-Technische Bundesanstalt Braunschweig, Braunschweig und Berlin 1993
- [2] Harald Milz, Carsten Wille, Zeitgeist, DCF 77 en miniature, ELRAD 2/93, S. 28
- [3] DCF 77-Empfänger, ELRAD 4/88, S. 24
- [4] Atomuhr, ELRAD 6/85, S. 42

## DCF-Kodierschema

Sekunde	Name	Funktion
0	M	Minutenbeginn, immer L
1...14		z. Zt. nicht belegt
15	R	Reserveantenne, H = Reserveantenne an
16	A1	Ankündigung 1, H = Stundensprung folgt
17	Z1	Zeitonenbit 1, H = MESZ
18	Z2	Zeitonenbit 2, H = MEZ
19	A2	Ankündigung 2, H = Schaltsekunde folgt
20	S	Start der Zeitkodierung, immer H
21...24		Minuten-Einer (1, 2, 4, 8)
25...27		Minuten-Zehner (10, 20, 40)
28	P1	Prüfbit 1
29...32		Stunden-Einer (1, 2, 4, 8)
33, 34		Stunden-Zehner (10, 20)
35	P2	Prüfbit 2
36...39		Kalendertag-Einer (1, 2, 4, 8)
40, 41		Kalendertag-Zehner (10, 20)
42...44		Wochentag (1, 2, 4)
45...48		Monats-Einer (1, 2, 4, 8)
49		Monats-Zehner (10)
50...53		Jahres-Einer (1, 2, 4, 8)
54...57		Jahres-Zehner (10, 20, 40, 80)
58	P3	Prüfbit 3
59		Marke fehlt

# 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

### 8051 - 68HC11 - Z80/Z180 - 6809 - 68HC05 - PIC - ...

#### Viele Prozessoren

8031, 80C31, 8032, 80C32, 8344, 80C51FA, 80C154, 80C321, 80C410, 80C652, 80C654, 80C851, 80C51, 80C52, 87C51, 87C52, 80535, 80C535, 80537, 80C537, 80C552, 80C562, 80C515A, 80C517A, 80C518, 80C652, 80C654, 83C552, 83C662, ...

68HC11A0, 68HC11A8, 68HC11E0, 68HC11E8, 68HC11E9, 68HC11D0, 68HC11D3, 68HC11G0, 68HC11G1, ...

Z80, Z80C, Z80C13, Z86C, Z86C01, HD64180Z, ...

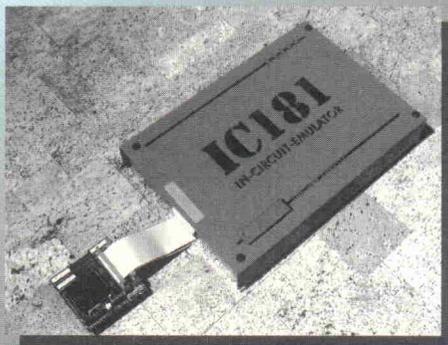
6809, 68A0, 6809E, ...

68HC05B4, 68HC05B6, 68HC05B16, 68HC05B32, 68HC05A4, 68HC05X16, 68HC05X32, 68HC05P1, 68HC05P4, 68HC05P6, 68HC05P7, 68HC05P9, 68HC05C4, 68HC05C8, 68HC05C9, 68HC05C12, 68HC05J1, 68HC05J2, ...

PIC16C5x, PIC16Cxx, PIC17Cxx

**IC181 PowerEmulator unterstützt über 130 verschiedene Prozessoren mit Real-time Access bis zu 85ns**

#### Ein Emulator



- Echtzeitemulation bis 85ns
- Hardware-Breakpoints
- Bankingsupport
- Realtime-Trace
- Logikanalyser 32 Kanäle
- Patterngenerator

#### Ein Userinterface

- Integrierte Umgebung
- Projektmanager
- Userinterface (DOS+WIN)
- MF-C-Color-Editor
- HLL-Source-Debugger
- Compiler-Integration
- Make + Build
- Performance-Analyse
- Code-Coverage Monitor
- Call-Stack Monitor

8Bit-Entwicklungssystem

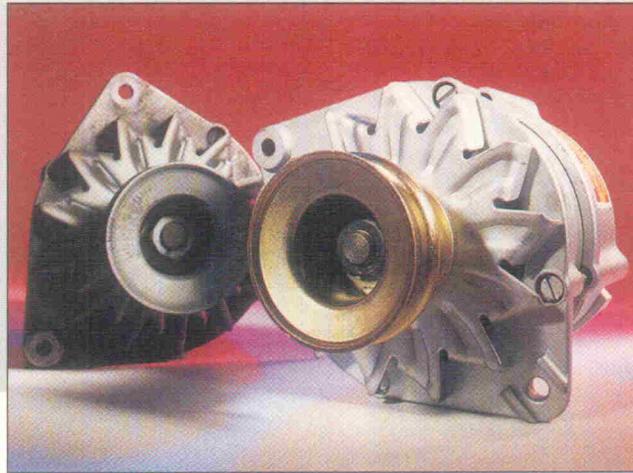
**ic181**  
8-Bit Universal-Emulator  
Highend-Leistung zum vernünftigen Preis.  
ab 3.990,-DM

**DEMO - INFO - UPDATE: Modem 08131-1687 ISDN 08131-53502**

# Ersatzteile

## Mikrocontroller-Design mit PSD-Peripheralschaltkreisen von WSI

Design Corner



### Uwe Schumann

Es gibt sie von vielen Herstellern für ihre eigenen Controller, und es gibt sie von einem Hersteller für viele Typen: die PSDs von Wafer Scale Integration. Sie heben eingeschränkte I/O-Verhältnisse und mangelndes Speichervermögen so mancher Mikrocontroller auf. Zudem verfügen die Ersatzbausteine von WSI neben diversen I/O-Leitungen zur Port-Reorganisation sowie ROM und RAM zur Speichererweiterung über interne PLD-Strukturen für die Anpassung an beliebige Controller-Anwendungen.

Uwe Schumann ist Applikationsingenieur bei Scantec. Er betreut dort neben Prozessor- und Controlleranwendungen den Bereich programmierbare Logik.

Innovationen im Bereich der Mikrocontroller oder -prozessoren sind derart an der Tagesordnung, daß höchstens noch das Ausbleiben einer neuen Generation auffällt. Es sind heute komplexe Ausführungen mit umfangreichen 'OnChip'-Funktionen verfügbar, die aber nicht in jedem Fall eine preislich attraktive Lösung darstellen. Hauptgrund hierfür ist der für die einzelnen Prozessorteile unterschiedliche Herstellungsprozeß. Zwar können alle namhaften Hersteller mehrere Technologien auf einem einzigen Chip integrieren, jedoch würde die Chipfläche und damit der Preis für ein solches IC überproportional ansteigen. Und die meisten Anwender gäben schließlich doch einer diskreten Lösung den Vorrang.

Aus diesem Grund werden die notwendigen peripheren ICs selbst auf dem kleinsten Board diskret hinzugefügt. Neben RAM und ROM müssen eventuell funktionale Komponenten wie Timer, zusätzliche Ports und Pegelwandler Platz finden. Und für die korrekte Verbindung des Ganzen sorgen externe PLDs.

Hier setzen die programmierbare Peripheriebausteine der kalifornischen Firma WSI an. Sie sind so universell gehalten, daß sie ohne Schwierigkeiten an nahezu alle auf dem Markt befindlichen 8- und 16-Bit-Mikrocontroller angepaßt werden können. Die PSDs stellen dem System

die für den Anschluß externer Speicher verlorengegangenen I/O-Ports wieder zur Verfügung.

Von WSI stehen drei Familien unterschiedlicher Komplexität zur Verfügung: die PSD3xx, 4xx und 5xx. Sie unterscheiden sich vornehmlich durch ihre intern verfügbaren Strukturen zur Logikimplementierung. Je nach Bausteintyp stehen 256 kBit, 512 kBit oder 1024 kBit EPROM zur Verfügung. Diese sind jeweils 8 Bit oder 16 Bit breit organisierbar.

Die in der 4xx- und 5xx-Serie sowie den großen 3xx-ICs vorhandene Page-Logik erlaubt eine Aufteilung des linearen Speicherraumes in mehrere Seiten. So kann man Programmteile trennen oder beispielsweise über 'Zerstückeln' des Programmcodes ein Reassemblieren erschweren. Die internen PLDs der beiden letztgenannten Familien besitzen komplette

Logikstrukturen inklusiv Register und Rückführungen. Die 3xxler erlauben lediglich kombinatorische Verknüpfungen.

Alle Bausteine beinhalten konstant 16 kBit RAM, wiederum in Byte- oder Wortbreite nutzbar. Dieser Bereich kann natürlich kaum einen großen Datenspeicher ersetzen, ist aber als Erweiterung des internen Prozessor-RAM oftmals recht wertvoll.

Bild 1 zeigt das stark vereinfachte Blockschaltbild des einfachsten Typs PSD3xx. Die ICs verfügen über ein universelles Mikrocontrollerinterface. Egal ob ein 8- oder 16-Bit-Datenbus angeschlossen werden soll oder der Prozessor über separate oder gemultiplexte Busstrukturen verfügt. Intern vorhandene Latches machen den Anschluß des PSD immer frei von weiterer Logik.

### Programmierbar

In Abhängigkeit von der MCU kann man über die Datenleitungen AD0-AD15, das Adress Latch Enable beziehungsweise Adress Strobe ALE/AS sowie die Read/Write-Freigabe RD/E/DS und WR/W/R verfügen. BHE/PSEN steuert das Ein- und Auslesen von Daten in den PSD-Baustein, Reset setzt ihn zurück, und das CSI-Signal (A19/CSI) konfiguriert den Pin A19 entweder als Eingang oder als Chip Select.

Das Decoder PLD generiert die internen EPROM/RAM Auswahlssignale. In einem speziellen Modus lassen sich so zwei CPUs an einen PSD anschließen. Hier liegt auch die Basisadresse zur Steuerung der I/O-Ports mit bis zu 16 Adreß- und Steuersignalen fest. Der Baustein besitzt insgesamt 19 I/O-Leitungen in den drei Ports A, B und C. Jede Leitung ist dabei als CMOS oder Open Drain konfigurierbar.

Das GPLD erzeugt in Abhängigkeit von der Portkonfiguration

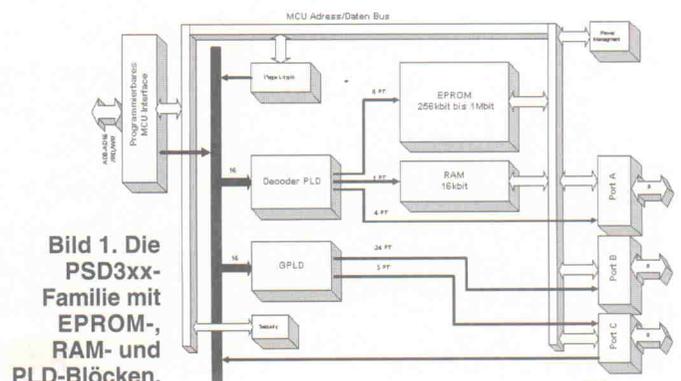
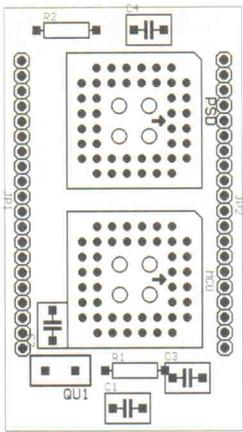


Bild 1. Die PSD3xx-Familie mit EPROM-, RAM- und PLD-Blöcken.



**Bild 3. Der Bestückungsplan des Boards. Die ICs sind gesockelt, Steckkontakte erlauben den Einsatz in anderen Applikationen.**

bis zu elf externe Auswahlssignale zur Steuerung zusätzlicher Peripherie. Diese werden über die Ports B und C nach außen geführt.

## Rein und raus

Die acht Leitungen des Port A arbeiten entweder als I/O oder als niederwertiger Teil der Adreßleitungen. In einem Richtungsregister liegt die Konfiguration jedes Pins (Eingang oder Ausgang) fest. Als Adreßregister übergeben die Pins das entsprechende Adreßbit, Pin PA3 reicht also beispielsweise die Adresse A3 weiter. In diesem Modus läßt sich zusätzliches RAM anschließen. Für Prozessoren mit nichtgemultiplextem Bus überträgt Port A die Daten D0...D7.

Port B ist in der I/O-Konfiguration wie Port A ausgestattet, alternativ kann man die Selectausgänge der PLDs herausführen. Es stehen für vier Signale bis zu vier und für vier weitere Signale bis zu zwei Produktterme bereit. Für Prozessoren mit nichtgemultiplextem Bus überträgt dieser Port die Daten D8...D15.

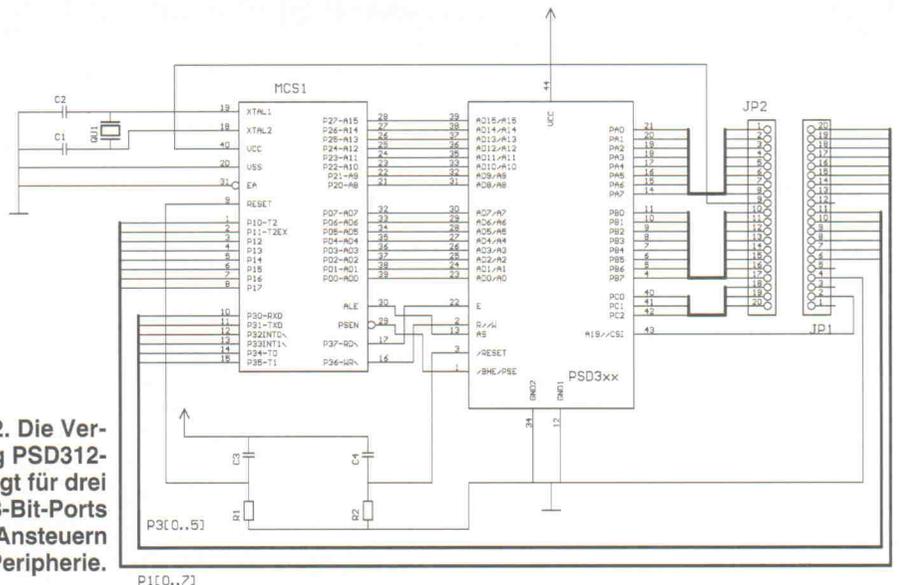
Jeder Pin der am letzten Port verfügbaren drei Bit dient als Eingang oder Ausgang in die beiden PLDs. Außerdem kann man Port C als Adreßeingang (A16...A18) konfigurieren – natürlich wiederum gelatcht.

Als Ausleseschutz für sämtliche Konfigurationen verfügt das IC über das übliche Security Bit.

## Sparsam

Der Chip besitzt eine Power Management Unit, bei der ein zweistufiger Algorithmus die Anpassung an batteriebetriebene Geräte gestattet. Im Stromsparmodus werden alle nicht verwendeten Teile des PSD in den Schlaf versetzt. Da dies rein über die Software gesteuert

**Bild 2. Die Verbindung PSD312-18052 sorgt für drei freie 8-Bit-Ports zum Ansteuern externer Peripherie.**



wird, muß man im Programmierfile einen entsprechenden Befehl eingeben. Der Power-Down-Zustand ist dagegen an einen definierten Pin gebunden. Dieser Pin muß auf der Softwareseite eingetragen und extern mit dem Controller verbunden werden. Die Aktivierungszeit der 'eingeschlafenen' PSD-Teile beträgt bis zu 20 ns. Nutzt man einen der beiden Modi, addiert sich diese Verzögerung zu den jeweiligen Zugriffszeiten.

Zusätzlich zu den normalen PSDs ist seit kurzem eine Serie von 'ZeroPower' PSDs verfügbar, die durch eine komplett neue Struktur einen Betrieb in µA-Region bietet. Bei ihr wird nur während eines Signalwechsels für kurze Zeit (weitaus kürzer als die Zykluszeit) Energie verbraucht. Für diese Bausteine ist weder auf der Software- noch auf der Hardwareseite eine Anpassung notwendig.

## Bitte bedienen

Ein preiswertes Bedienterminal mit Sprachausgabe zeigt den PSD312 (64KB EPROM, 8 Bit) im Einsatz. Für die Rechenleistung des Terminal ist ein i8052 Controller im 44poligen PLCC-Gehäuse ausreichend. Durch den Anschluß über Steckkontakte bleibt die Schaltung auch für andere Applikationen einsetzbar. Die Grundkonfiguration verfügt über getrennten Adreß- und Datenspeicher, der Prozessor ist ohne zusätzliche Logik mit dem 312 verbunden (Bild 2). Die PSD-Variante mit 64 KByte EPROM vereinfacht die Softwareentwicklung erheblich: man kann ein übliches Basic-Run-time-Modul mit circa 27 KByte in den Baustein laden, der restli-

che Speicher ist für Anwendungsroutinen reserviert.

Zur eigentlichen Konfiguration des PSD312 dient das DOS-Programm PSDsilver. Es fragt die Einzelheiten des gewählten Mikrocontrollers ab. Beginnend mit der Art der Busstrukturen (Datenbreite, Multiplexverfahren) legt man nachfolgend den gewünschten Stromsparmodus fest und bestimmt die Polarität der Steuersignale. Anschließend erfolgt die Port-Konfiguration – hier zu I/O-Signalen. Die Logik der internen PLD-Sektoren definiert man in einer Konfigurationsmatrix. Dabei bilden die Verknüpfungen der Ein- und Ausgangssignale in einer Art Wahrheitstabelle die gewünschten Booleschen Gleichungen ab. Als letzten Schritt gibt man die bei der Controllerentwicklung gewählte Basisadresse für die Port Register des PSD ein und stimmt die im HEX-Code vorliegenden Anwendungsprogramme auf den Adreßraum des EPROMs ab. Auch dies erfolgt ähnlich wie bei den PLDs in einer (Adreß-) Matrix. Ein Compiler linkt alle Angaben zu einer Datei zusammen, die dann mit diversen Programmiergeräten in die PSDs gebracht werden können. Qualifiziert sind hier beispielsweise Geräte wie der ALL07 (Hilo), BP-1148 (BP Microsystems), Sprint Optima (SMS), Superpro II (Xeltec) oder der XPRO-1 (Logical Devices).

## Hyperaktiv

Während des Hardwaretests stellte sich heraus, daß der Mikrocontroller gelegentlich vor dem PSD aktiv wird und beim ersten Adreßzugriff stecken bleibt. Entgegen der ursprüngli-

chen Herstellerempfehlung unterbindet dies eine zweite RC-Kombination mit abweichend dimensionierter Zeitkonstante.

Eine später eingefügte Erweiterung verwendet nichtgenutzte Portpins zur Ansteuerung eines seriellen EPROMs. Dieses kann den Inhalt des RAM sowie der internen Konfigurationsregister sicher speichern.

Mit einfachen Mitteln ist die Konstruktion eines leistungsfähigen, sehr kleinen Prozessormoduls möglich, das trotz externem EPROM, RAM und Selectsignalen noch über drei vollständige 8-Bit-Ports (einer vom Prozessor, zwei vom PSD) zur Bedienung einer umfangreichen Peripherie verfügt. Die Abmessungen des kompletten Boards (Bild 3) betragen nur circa 70 x 40 mm – und seine Herstellungskosten von unter 50-D-Mark dürften kaum zu unterbieten sein. uk

## Einfach peripher

Scantec, deutscher Distributor von WSI, stellte der Redaktion für interessierte ELRAD-Leser drei PSD-Softwarepakete zur Verfügung. Wir verlosen diese unter allen bis zum 29. Februar 96 eingegangenen Postkarten, Faxen oder E-Mails, die gerichtet sind an:

Verlag Heinz Heise  
Redaktion ELRAD  
Stichwort: PSD  
Postfach 61 04 07  
30604 Hannover  
☎ 05 11-53 52 404  
✉ post@elrad.ix.de

Der Rechtsweg ist wie immer ausgeschlossen.

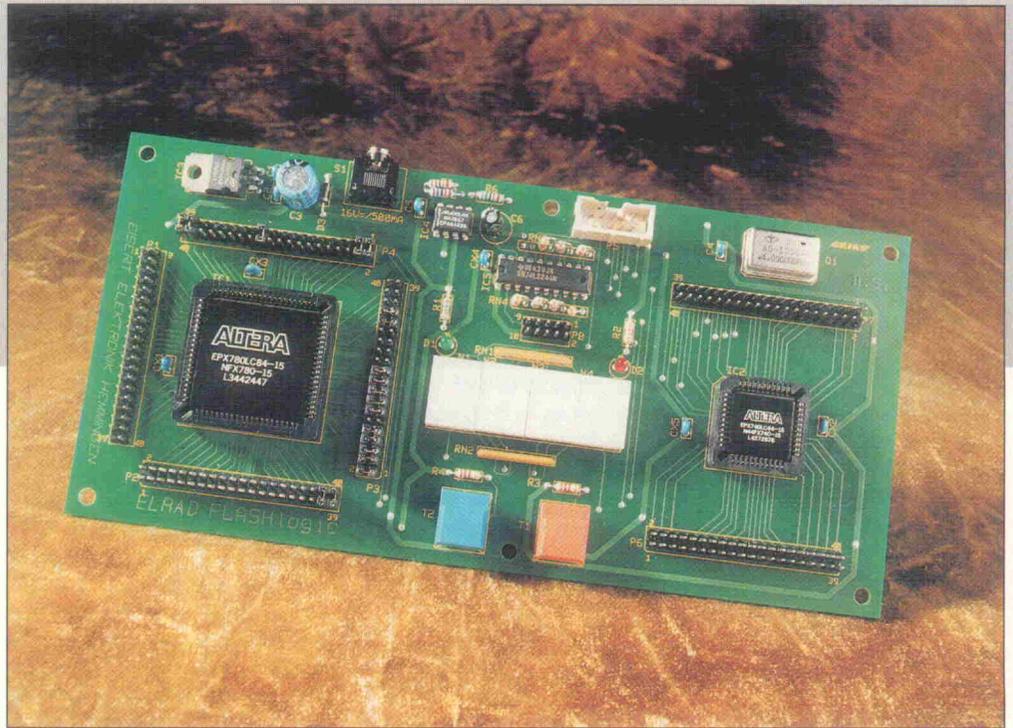
# Test the FLASH

## Evaluation-Board für FLASHlogic-CPLDs von Altera, Teil 1

Projekt

Gerhard Stock

So wie der Gameboy inzwischen zur Standardausrüstung eines jeden Haushalts gehört, entwickeln sich CPLDs immer mehr zu Standardbausteinen in Applikationen jeglicher Art. Das **ELRAD-Evaluation-Board** für den EPX740 und den EPX780 gibt sowohl dem 'Neuling' als auch dem 'Kenner' die Möglichkeit, sich am Beispiel der FLASHlogic-Bausteine intensiver mit der künftigen Massenware CPLD auseinanderzusetzen. Die EPXler von Altera sind dabei durch ihre schnelle Architektur, die ausgefeilten Interna, kurze Designzeiten und eine einfach zu bedienende Entwicklungsumgebung für einen leichten Einstieg geradezu prädestiniert.



Die FLASHlogic-Bausteine sind ICR und ISP, also In-Circuit Rekonfigurierbar und In-System Programmierbar. Die Vorteile solcher ICs liegen auf der Hand: gerade zum Experimentieren ist eine Wiederprogrammierbarkeit unabdingbar. Denn wer will schon nach jedem fast erfolgreichen Versuchslauf für bares Geld ein neues CPLD erwerben. Und bei der Prototypenentwicklung oder in extrem kurzen Entwicklungszyklen sprechen 'Recyclbarkeit' (ICR) sowie einfache und kostengünstige Programmierung (ISP) für sich.

Alle EPXler verfügen über ein eingebautes JTAG-Interface sowie internes RAM oder ROM. Die Daten zur Programmierung können in SRAM-Zellen gespeichert und – wenn sie ausgetestet sind – in EPROM-Zellen fest abgelegt werden. Die jüngste EPX-Generation (der EPX880 und der EPX8160) basiert sogar auf Flash-EPROM-Zellen. Und es liegt nahe, daß sich die ursprünglich von Intel entwickelten CPLDs besonders gut für Applikationen in Mikroprozessoren

oder als Bus Interfaces eignen.

Im Rahmen dieser Artikelserie wird neben der Bausteinarchitektur sowie der Designumgebung das Evaluationboard beschrieben. Dieses Board gibt nicht nur Raum für diverse Experimente, sondern enthält auch die gesamte Elektronik, die zur Programmierung der Bausteine EPX740 und EPX780 notwendig ist. Als Designumgebung kommt das Designpaket PLDshell von Altera zum Einsatz, das in vielen Punkten an den altbekannten PALASM von AMD erinnert. Es verfügt jedoch über diverse zusätzliche Möglichkeiten, beispielsweise einen funktionalen Simulator nebst Waveform Viewer.

### Ausgenutzt

Die Architektur der FLASHlogic-ICs basiert auf den bereits vor drei Jahren vorgestellten FLEXlogic (iFX) CPLDs von Intel. Altera hat diese Architektur Mitte 94 von Intel übernommen und weiterentwickelt. Tabelle 1 zeigt die Mitglieder der EPX-Familie. In der Tabelle

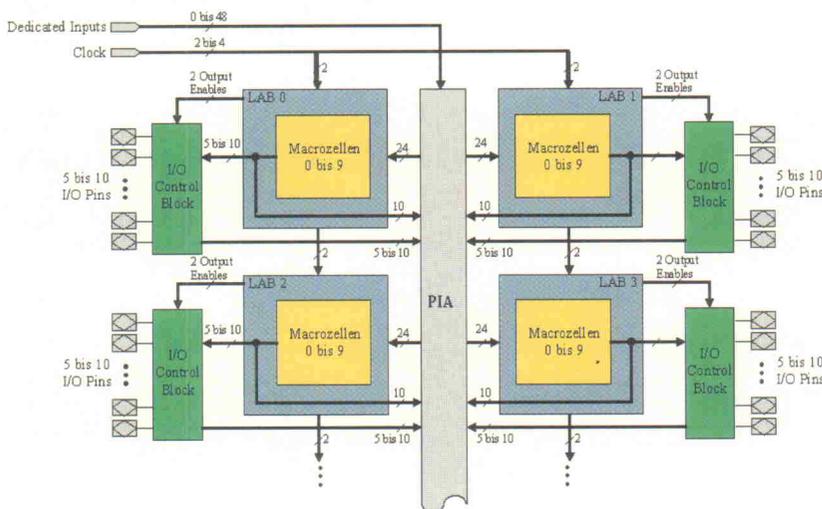
wird zwischen verfügbaren und nutzbaren internen Gattern unterschieden. Unter verfügbaren Gattern versteht man die Anzahl von Gattern, die grundsätzlich zur Implementierung von Logik im Baustein zur Verfügung stehen. Keine Schaltung nutzt die vorhandene Integrationsdichte in der Regel vollständig aus. Beispielsweise werden oft einfache Logikschaltungen in einem Produktterm realisiert, der auch wesentlich kompliziertere Logik implementieren könnte. Ein Teil der zur Verfügung stehenden Ressourcen wird also verschwendet. Die nutzbaren Gatter stellen deshalb bei Altera einen Mittelwert der verwendeten Gatter aller in diesem Zusammenhang untersuchten Schaltungen dar. Sie sind allerdings nur als Richtwert zu verstehen.

Um das Evaluationboard dieses Projekts sinnvoll nutzen zu können, ist eine genaue Kenntnis der zu evaluierenden Bausteine unabdingbar. Deshalb sei an dieser Stelle die grundlegende Struktur und natürlich auch die Besonderheit der Altera-CPLDs beschrieben.

# Der FLASHlogic-Familienclan

Technische Daten	EPX740	EPX780	EPX880*	EPX8160
Flash-EPROM	nein	nein	ja	ja
Verfügbare Gatter	1600	3200	3200	6400
Nutzbare Gatter	800	1600	1600	3200
Max. SRAM-Bits	5120	10240	10240	20480
Anzahl Makrozellen	40	80	80	160
Gehäusetypen (max. nutzbare I/O-Pins)	PLCC 44 (32) PLCC 68 (52)	PLCC 84 (62) QFP 132 (104)	PLCC 84 (62) QFP 160 (104)	QFP 208 (172)
Tpd (ns)	10	10	10	10
Tco	6	6	6	6
Fcmt (MHz)	83.3	83.3	80	80

\* Ab März 96 verfügbar



**Bild 1. Die Architektur der FLASHlogic-Bausteine. Über das Programmable Interconnect Array (PIA) sind alle Signale innerhalb des Bausteins 100 % verdrahtbar.**

Den internen Aufbau eines FLASHlogic-Bausteins zeigt Bild 1. Kernstück der Architektur sind die folgenden Elemente:

- Logic Array Block (LAB), konfigurierbar als 24V10-Block SRAM-Block
- Programmable Interconnect Array (PIA)
- I/O Control Block

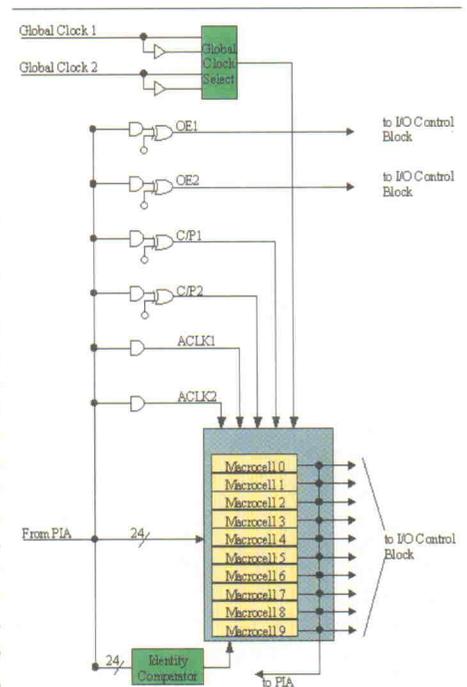
## LAB als GAL

Der Logic Array Block (LAB) realisiert die eigentlichen Logikstrukturen. Er besteht in der 24V10-Konfiguration aus zehn Makrozellen, einem 12-Bit-Identity-Komparator für schnelle Vergleichsoperationen, zwei globalen Clocknetzwerken, I/O-Logik und Control-Funktionen. Letztere sind für die Auswahl des Array Clocks beziehungs-

weise der Steuersignale für Clear, Preset und Output Enable zuständig. Jeder LAB besitzt 24 Eingangssignale, die aus der Verdrahtungsmatrix (PIA) kommen, sowie zwei Eingänge von den Clocknetzwerken. Über die PIA sind alle LAB-Signale hundert Prozent verdrahtbar. Bild 2 zeigt den LAB in der 24V10-Konfiguration.

Die Makrozelle in Bild 3 ist das Kernstück eines LAB. Man kann sie innerhalb der FLASHlogic-Bausteine entweder für kombinatorische oder sequentielle Operationen verwenden. Jede Zelle besitzt dabei drei funktionelle Blöcke: Ein Logik-Array zur Erzeugung von Produkttermen (UND-Verknüpfung) mit bis zu 24 Eingangssignalen sowie ein Produktterm-Allocations-Array zur Verknüpfung der Produktterme in Summenterme

**Bild 2. Struktur eines LAB in der 24V10-Konfiguration. Zur Funktionssteuerung des LAB stehen neben zwei globalen Clocksignalen zwei Output-Enable-Signale für die I/O-Blöcke, zwei Clear/Preset-Signale für Registerfunktionen in den Makrozellen und zwei asynchrone Taktsignale zur Verfügung.**



(ODER-Verknüpfung). Die programmierbare Registerfunktion wird über zwei Clear/Reset-Signale gesteuert.

Kombinatorische Logik, zum Beispiel in Form von Boole-

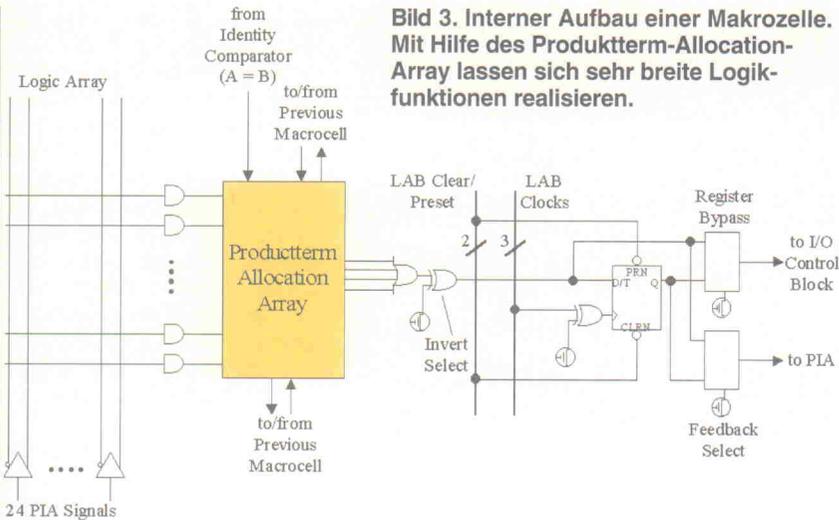
schen Gleichungen, wird mit Hilfe des Logic Array innerhalb einer Makrozelle implementiert. Um so wenig wie möglich an Produktermen zu verschenken, sorgt das Produktterm-Allocation-Array für eine möglichst flächengünstige Umsetzung. Mit seiner Hilfe wird eine unterschiedliche Anzahl an Produktermen pro Zelle besetzt (alloziert) und somit die Ausnutzung optimiert. Bild 4 zeigt die interne Logik und die Verbindungen zu den benachbarten Zellen.

Hier wird auch deutlich, warum Altera zwischen verfügbaren und nutzbaren Gattern unterscheidet. Wird innerhalb eines Produkterms, der über 24 Eingänge verfügt, nur ein Inverter (in Eingang) realisiert, geht ein Großteil an Logik verloren. Dies lässt sich in vielen Designs jedoch nicht vermeiden. Berechnet man nun den Mittelwert der 'verschenkten' Logik über eine große Anzahl von (Standard-)Designs, er-

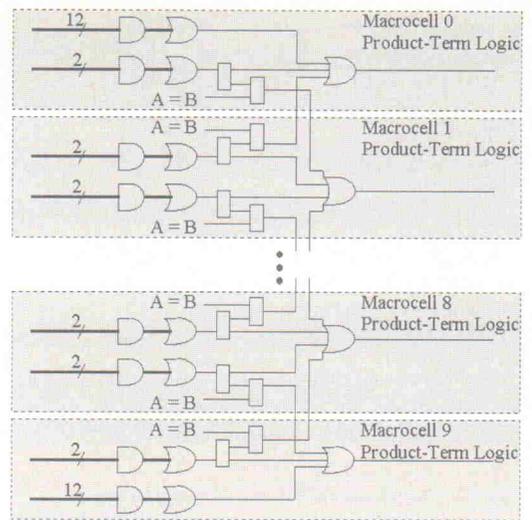
hält man einen Faktor von circa zwei zwischen nutzbaren und verfügbaren Gattern.

Innerhalb des Array besitzt jede Zelle 2 x 2 Produktterme mit maximal 24 Eingängen. Zusätz-

<h3>EDA vom Feinsten</h3> <p>Für Schaltungsentwurf und Leiterplatten-design.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>objektorientiert</li> <li>ergonomisch</li> <li>überlegen</li> </ul> <p>konsequente Schnittstellenintegration 100% Autoprouter, Multi User Real-time Annotation, intelligente Potentialflächen, Shape-based Design, zentrale Datenbank, Online DRC und ERC, Display PostScript etc.</p>	<h3>CAM - Systeme</h3> <ul style="list-style-type: none"> <li>Frontplatten</li> <li>Typenschilder</li> <li>Etiketten</li> <li>Warnschilder</li> <li>Speziallösungen</li> </ul> <p>Über zehn Jahre Erfahrung sprechen für sich.</p>	<h3>Leiterplattenprototypen</h3> <p>Das gesamte Know How rund um Software, Werkzeuge und Anlagen um sicher und zuverlässig zu fertigen.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Schneller</li> <li>Preiswerter</li> <li>Umweltfreundlicher</li> </ul>	<h3>Vektorgrafikkonverter</h3> <ul style="list-style-type: none"> <li>PostScript</li> <li>AI</li> <li>DXF</li> <li>Gerber</li> <li>HPGL</li> </ul> <p>In jede Richtung und in maximaler Qualität - einfach so! Ab 179,- DM inkl. Mwst.</p>	<p>VHF Computer GmbH Daimlerstraße 13 D-71101 Schönaich Telefon 07031/75019-0 Telefax 07031/654031 E-Mail info@vhf.cube.de</p> <p>mehr bieten Wenige</p>
--	--	--	--	--



**Bild 3. Interner Aufbau einer Makrozelle.**  
Mit Hilfe des Produktterm-Allokations-Array lassen sich sehr breite Logikfunktionen realisieren.



**Bild 4. So funktioniert das Produktterm-Allokations-Array:** Jede Makrozelle kann neben den vier eigenen Produkttermen über je zwei Terme der benachbarten Zellen verfügen.

lich können die Produktterme der benachbarten Zellen genutzt werden, womit die Makrozellen innerhalb eines Array über maximal acht Produktterme verfügen. Anders sieht es bei den beiden äußeren Zellen eines LABs aus: Sie sind für größere Summenterme vorgesehen und haben ohne Anleihe bei den Nachbarzellen 14 Terme, mit Anleihe sogar maximal 16.

In umfangreichen Studien hat man eine große Anzahl von Schaltungen untersucht, um die sinnvollste Anzahl von Produkttermen innerhalb eines Summenterms festzustellen. Das Ergebnis: Vier Produktterme pro Summe reichen in den meisten Designs beispielsweise für Zustandsmaschinen oder Zähler aus. Deshalb ist der größte Teil der FLASHlogic-Zellen standardmäßig mit vier Produkttermen ausgerüstet. So wird zum einen die Siliziumfläche optimal genutzt, zum anderen aber der Weg zur Implementierung umfangreicherer Logik geebnet. Dabei besitzen die Zellen unabhängig von der gewählten Konfiguration in

jedem Fall die gleiche Performance, also die gleiche Durchlaufzeit. Entscheidend ist allerdings, daß diese Möglichkeit der Produktterm-Allokation vom Entwurfswerkzeug optimal und ohne manuelle Eingriffe genutzt wird.

Für die Implementation von sequentieller Logik besitzt jede Makrozelle ein Flip-Flop, das individuell als D-, T-, JK- oder SR-Flip-Flop mit programmierbarem Clock, Preset und Clear konfiguriert werden kann. Für rein kombinatorische Anwendungen steht ein programmierbarer Register-Bypass zur Verfügung.

### Getaktet

Jeder LAB ist an zwei globale, synchrone Clocknetzwerke angeschlossen. Zusätzlich können zwei asynchrone Clocksignale mit Hilfe von Produkttermen generiert werden. Es empfiehlt sich allerdings, letzteres auf Grund der Nachteile asynchroner Designs nur dann einzusetzen, wenn es keine andere Realisierungsmöglichkeit gibt.

Somit stehen insgesamt drei Möglichkeiten zur Erzeugung eines Registerclock zur Verfügung:

**Synchroner Mode:** Der Takt wird über die zwei globale Clocknetzwerke angelegt. Dieser Mode besitzt die kürzesten Verzögerungen auf dem Signalpfad Clock-to-Output.

**Synchroner Mode mit Delay:** Innerhalb eines jeden LAB liegt im Pfad der globalen Clocknetzwerke ein Verzögerungsglied. Dieses sorgt bei kritischen Designs, in denen es zu Verletzungen der Setup-Zeiten an den Flip-Flops kommen könnte, für eine Taktverzögerung und gewährleistet die Einhaltung der Setup-Zeiten.

**Array Mode:** Hier werden die Clocksignale durch einen Produktterm erzeugt, der beispielsweise aus Ausgangssignalen anderer Makrozellen besteht. Da das zugehörige Entwicklungstool PLDshell lediglich über einen funktionellen Simulator verfügt, also keine echte Timing-Simulation ermöglicht,

sollte dieser Mode zur Erzeugung sogenannter Gated Clocks mit größter Vorsicht eingesetzt werden. Denn im Grunde lassen sich asynchrone Designs nur mit einer aufwendigen Timing-Simulation aller möglicher Signalpfade auf ihre korrekte Funktion testen.

Mit den genannten Features stehen diverse Steuermöglichkeiten zur Verfügung, beispielsweise um die Dateneingänge von Mikroprozessoren mit sehr kurzen Setup-Zeiten – etwa den Intel Pentium – anzusteuern.

Der in jedem LAB eingebaute schnelle Komparator kann Busse vergleichen, die aus bis zu zwölf Signalen bestehen. Über das Produktterm-Allokations-Array führt man den Aus-

- ◆ Multiplexer/Schalter/Militärprodukte
- ◆ Interface
- ◆ OpAmps, Komparatoren
- ◆ DC-DC-Wandler, Stromversorgungen
- ◆ µP-Überwachung
- ◆ Analogfilter
- ◆ A/D-Wandler
- ◆ High Speed: Video, Komparatoren
- ◆ D/A-Wandler
- ◆ Anzeigentreiber
- ◆ Spannungsreferenzen
- ◆ 3 V-Analog

# MAXIM

mit dem maximalen Analog-Analog/Digital-Programm.

Mehr Info's unter:

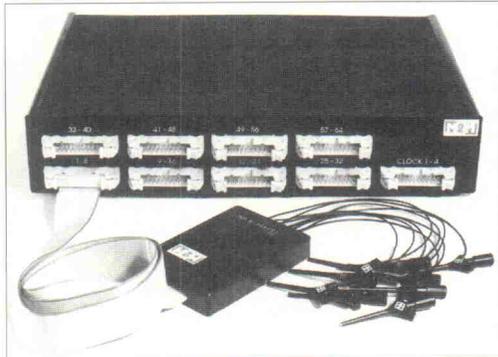
**01805 - 31 31 20** Telefon

**01805 - 31 31 23** Fax

Datenblätter · ProductNews · Datenbücher

25 Jahre **SE** Spezial-Electronic KG

**32-128Kanäle** **200-400MHz**



## Komplexe Trigger-Funktionen Disassembler

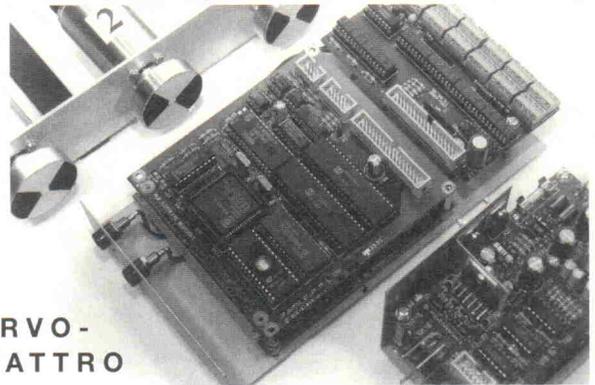
**M2M** Informationssysteme bietet mit der PL200/400 Serie einen günstigen Einstieg in die komplexe Logikanalyse. Die Systeme werden über den PC-Parallelport gesteuert und besitzen eine Windows Benutzeroberfläche.

- ✓ bis zu 128 Kanäle
- ✓ bis zu 400MHz Abtastrate
- ✓ Komplexe Triggerfunktionen und Ebenen
- ✓ verschiedene Disassembler
- ✓ 32 Kanäle bereits für 1198,- D-Mark (incl. Mwst.)

**Pauwelsstr. 19  
52074 Aachen**

**Telefon**  
0241 - 4468430  
**Telefax**  
0241 - 4468433  
**Modem**  
0241 - 4468433

## Dezentrale, intelligente Servomotorsteuerung



### SERVO- QUATTRO

Servo-Quattro ist eine dezentrale, intelligente Servomotosteuering auf kleinstem Raum für die simultane Ansteuerung von bis zu 4 DC-Servomotoren. Ausgangssignal für die Endstufen ist ein PWM Signal. Das System bildet mit dem Motor-Encoder eine geschlossene Regelschleife für Position und Geschwindigkeit. Servo-Quattro verfügt über die Schnittstellen RS-485 und CAN. Mit 8 Ein-, 8 Ausgängen, 4 Referenz- und 4 Hilfeingängen ist das System universell einsetzbar. Alle Ein- und Ausgänge sind digital und galvanisch getrennt. Die Schnittstellen zu den Endstufen sind TTL-

und CMOS-kompatibel, optional auch RS-422 oder galvanisch getrennt. Der innovative Befehlssatz der Servo-Quattro erlaubt eine einfache und effektive Programmierung aller 4 Achsen. Zur ersten Inbetriebnahme gibt es ein Konfigurationsprogramm und eine Software-Bibliothek. Von der Steuerung ausgelagerte Motorstufen (Motorleistung bis 500 Watt) sorgen für Flexibilität bei unterschiedlichen Anwendungen.

Steuerung für 4 Achsen:  
DM 2158,- + MwSt.  
Endstufe je Achse (12-36V/4A):  
DM 489,- + MwSt.

BCE Elektronik GbR mbH, An der Passade 39, D-32657 Lemgo  
Tel. 0 52 61 / 98 08 20, Fax 0 52 61 / 98 08 22

gang des Komparators anschließend für eine Weiterverarbeitung beliebig an eine der zehn Makrozellen heran.

### LAB als RAM

In der Konfiguration als SRAM-Speicherblock besitzt ein LAB eine Speicherkapazität von  $128 \times 10$  Bit. Bild 5 zeigt die interne Struktur dieses Modus. Der Zugriff auf den Speicherblock erfolgt wahlweise über einen bidirektionalen I/O-Datenbus oder über getrennte Input- und Output-Datenpfade.

Das SRAM-Array wird über den 24 Bit breiten Signalbus eines LAB adressiert. Dabei sind sieben Bit für Adressinformationen, zehn Bit als Datenbus und drei Bit als Steuersignale für *Block Enable*, *Write Enable* und *Output Enable* vorgesehen. Da das Array während eines Power-Up Reset mit den Daten der nichtflüchtigen Konfigurationszellen initiiert wird, ist auch eine Verwendung als ROM möglich. Die ROM-Daten können so während der Programmierung in die Konfigurationszellen geschrieben und später bei Bedarf aus dem SRAM-

Block ausgelesen werden. Das erspart den Einsatz eines externen Konfigurations-ROM.

Ein LAB, der als SRAM-Block konfiguriert ist, nutzt sämtliche Produktterme für den Speicher. Sie stehen dann für eine Logikimplementierung nicht mehr zur Verfügung. Benötigt ein Design einen SRAM-Bereich, der grö-

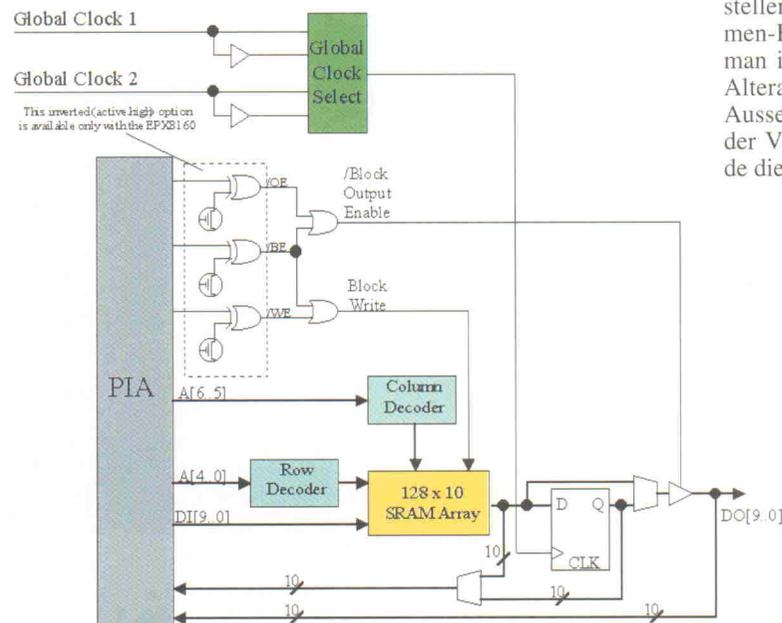
ßer als ein Block ist, können auch mehrere Blöcke kaskadiert werden, und zwar sowohl in der Speichertiefe als auch in der Wortbreite.

### Verbunden

Das Programmable Interconnect Array (PIA) ist für die Verdrahtung innerhalb der Bausteine zu-

ständig. Es kann jedes Eingangssignal mit hundertprozentiger Sicherheit auf jedes mögliche Ausgangssignal 'routen'. Alle dedizierten Input-Pins, alle I/O-Pins und die Ausgänge aller Makrozellen werden in die PIA eingespeist und stehen allen LABs als Eingänge zur Verfügung.

Da Verdrahtungsressourcen dieser Art bei allen Halbleiterherstellern zum eigentlichen Firmen-Know-how zählen, findet man in keinem Datenbuch von Altera exakte Angaben über Aussehen und Beschaffenheit der Verschaltungsmatrix. Gerade die Verdrahtungsmöglichkei-



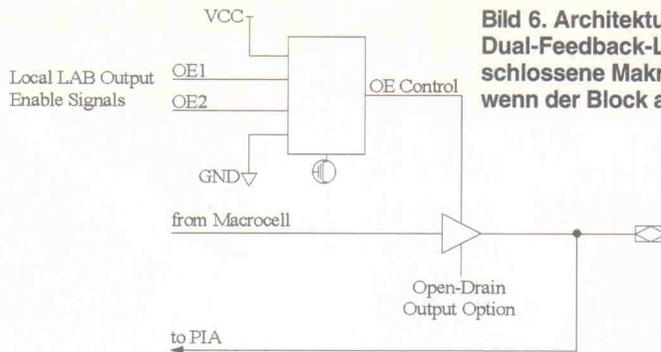
**Bild 5. LAB in SRAM-Konfiguration. Man kann diesen Speicherbereich für viele Anwendungen wie FIFOs, Dual Ported RAM oder digitale Filter optimal einsetzen. Zusätzlich besteht die Möglichkeit, den RAM-Block auch als eine Art ROM mit gespeicherten Konfigurationsdaten einzusetzen.**

ten spielen für die optimale Ausnutzung der vorhandenen Logikressourcen und damit der nutzbaren Gatter eine große Rolle. Vor diesem Hintergrund nehmen sich die Entwickler von programmierbaren Logikfamilien besonderen viel Zeit für die Optimierung der Verdrahtungsmöglichkeiten auf Durchlaufzeiten, hundertprozentige Verdrahtbarkeit und einfache Entwicklungswerkzeuge.

Im Gegensatz zu den segmentierten Verdrahtungsressourcen bei FPGAs haben alle Leitungswege des CPLD in der PIA die gleiche Laufzeit. Damit läßt sich das gesamte zeitliche Verhalten des Bausteins exakt vorherbestimmen.

### Zurückgeführt

Der I/O-Control-Block ist für die Verbindung der FLASHlogic-ICs mit der Außenwelt zuständig. Jeder Block kann individuell als Eingang, Ausgang oder bidirektionaler I/O konfiguriert werden. Zusätzlich besitzt jeder Block einen TRI-State Buffer, der entweder auf VCC oder GND gelegt wird. Zudem können die beiden separat in jedem



**Bild 6. Architektur eines I/O-Control-Blocks. Mit der Dual-Feedback-Leitung in die PIA kann die angeschlossene Makrozelle selbst dann genutzt werden, wenn der Block als Eingang konfiguriert ist.**

LAB erzeugten Output-Enable-Signale jeden Block steuern. Bei GND am OE-Signal wird der Ausgangsbuffer deaktiviert – der Pin verhält sich als dedizierter Eingang. VCC aktiviert den Ausgangsbuffer – der Pin wird zum Ausgang.

Jeder I/O-Block verfügt als weiteres Feature über eine Rückleitung (Feedback) in die PIA. Im Zusammenhang mit diesem Feedback, das zusätzlich in jeder Makrozelle existiert, spricht man von einem sogenannten Dual I/O Feedback. Auch wenn ein Block als dedizierter Eingang konfiguriert ist, kann die zugehörige Makrozelle über das Feedback-Signal in den Zellen weiter benutzt wer-

den. Sie wird zur sogenannten 'burried' (vergrabenen) Makrozelle. Bild 6 zeigt den I/O-Control-Block.

### Eingegeben

Das Entwicklungswerkzeug, das alle genannten Features optimal nutzt, ist die PLDshell-Plus-Software. Sie ermöglicht die Designeingabe mit einer speziellen Hardwarebeschreibungssprache. Das Programm läuft unter MSDOS und besitzt eine eigene grafische Benutzeroberfläche im SAA-Standard mit Pull-Down-Menüs und Dialogboxen für die Eingabe von verschiedenen Optionen. Bild 7 zeigt die Benutzeroberfläche mit geöffneter Dialogbox für die Auswahl eines Designs. Am oberen Rand ist ein Menü zum Aufruf der einzelnen Dienstprogramme in der Reihenfolge des Designflow angeordnet. Für die Designeingabe kann ein Editor mit dem Menüpunkt 'Edit' gestartet werden. Dieser ist im Lieferumfang der PLDshell enthalten. Wer jedoch lieber unter seiner gewohnten Eingabeoberfläche arbeiten will, kann auch jeden anderen MSDOS-Editor einbinden.

Der Aufruf 'Compile/Sim' kompiliert ein Projekt und fittet es auf den gewünschten Baustein. Als unterstützte Bausteine

### Unterstützte ICs

Bausteinfamilie	Altera Device
FLASHlogic	EPX8160
	EPX780
	EPX880
	EPX740
Classic Family	EP1810/EP1800
	EP910/EP900
	EP610/EP600
	EP324
	EP312
	EP330/EP320
	EP310
	EP224
	EP220
	EP22V10
EP22V10E	

stehen die FLASH-Bausteine und alle Mitglieder der Altera-Classic-PLDs zur Verfügung. Tabelle 2 zeigt die vollständige Liste aller unterstützten Bausteine des Herstellers.

Im Menü 'Compile/Sim' ist neben dem Compiler auch ein funktionaler Simulator zur Verifikation der eingegebenen Schaltung ansprechbar. Das 'View'-Menü erlaubt die Analyse von Simulationsergebnissen, gibt Reportdateien aus und garantiert ein schnelles Auffinden von Design- oder Fittingproblemen. Unter 'Run' lassen sich bis zu 24 eigene MSDOS-Programme einbinden und Designs in die FLASHlogic-Bausteine laden. Unter 'Utilities' schließlich sind alle Hilfsprogramme zusammengefaßt, die den Designablauf unterstützen. Dazu zählen ein PLD-Disassembler, mit dem eine JEDEC-Datei als Sourcedatei in die PLDshell importiert

**messtechnik - regional Termine '96**

**messtechnik in essen**  
Messe Essen, Congress Center Süd  
27. + 28. März 1996

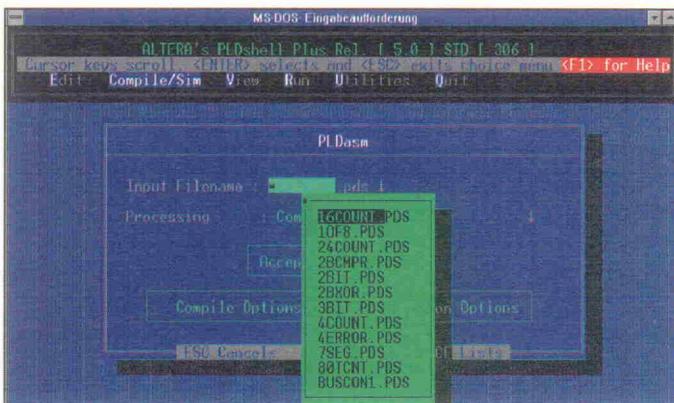
**messtechnik in chemnitz**  
Stadthalle Chemnitz  
24. + 25. April 1996

**messtechnik in münchen**  
Große Olympiahalle München  
19. + 20. Juni 1996

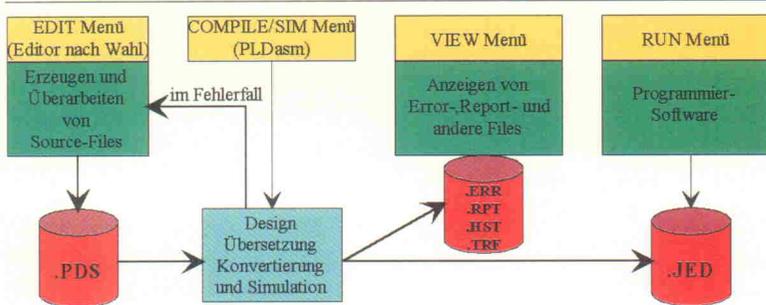
**messtechnik in berlin**  
ICC Berlin  
04. + 05. Dezember 1996

**NETWORK GMBH**

Wilhelm-Suhr-Straße 14 · D-31558 Hagenburg  
Telefon (0 50 33) 70 57 · Telefax (0 50 33) 79 44



**Bild 7. PLDshell mit geöffneter Dialogbox. Durch die einheitliche Benutzeroberfläche kann sich auch der Neueinsteiger sehr schnell in die Funktionen der PLDshell einarbeiten.**



**Bild 8. Die Software bietet von der Eingabe einer Schaltung bis zur Programmierung eines Bausteins alle Funktionen für einen kompletten Design Flow. Weitere Tools von Drittanbietern sind damit überflüssig.**

werden kann, sowie ein Konverter, der Sourcdateien aus dem Altera-Entwicklungswerkzeug A+PLUS übersetzt. Eine ausführliche Hilfsfunktion, gestartet mit der Taste F1, rundet die PLDshell ab.

Bild 8 zeigt den für ein Projekt erforderlichen Designflow: Startpunkt ist die Eingabe mit dem Texteditor. Die Datei-Extension der Sourcdatei ist **.PDS**. Neben der Beschreibung der Schaltung in Form von Booleschen Gleichungen werden in der Sourcdatei auch die für die Simulation notwendigen Stimuli definiert. Die Syntax der Hardwarebeschreibung ist mit Ausnahme spezieller hardwareabhängiger Erweiterungen dem altbekannten PALASM ähnlich.

Jeder, der das AMD-Werkzeug kennt, wird ohne große Schwierigkeiten auf die PLDshell umsteigen. Im weiteren Verlauf übersetzt, optimiert und simuliert der Compiler das Design. Bei syntaktischen Fehlern oder Problemen beim Fitten der Gleichungen in den gewünschten Baustein müssen unter Umständen Änderungen in der Sourcdatei durchgeführt werden. Der Compiler erzeugt diverse Dateien, die man unter dem VIEW-Menü entsprechend auswertet. Die Fehlerdatei mit der Extension **.ERR** enthält alle Fehlermeldungen des Compilers, die Reportdatei (**.RPT**) dokumentiert die Ergebnisse der einzelnen gestarteten Programme. In der Historie-Datei (**.HST**) werden alle Simulationsergebnisse abgelegt.

Sie lassen sich mit dem Waveform-Viewer grafisch darstellen und analysieren.

### Hierarchisch

Diese kurze Beschreibung des Designflow wird den Fähigkeiten des Compilers natürlich nicht gerecht. Er hat schließlich die Aufgabe, komplexe Designbeschreibungen zu übersetzen. Die für eine Schaltungseingabe zur Verfügung stehenden Sprachkonstrukte erlauben es, in kompakter Form Zustandsmaschinen, aber auch Kombinatorik wie zum Beispiel Dekoder oder Comparatoren zu beschreiben. Die Möglichkeit des hierarchischen Designaufbaus in Form einzelner Module unterscheidet die PLDshell von vie-

len anderen PLD-Entwicklungswerkzeugen. Hierarchische Designs sind oftmals wesentlich kompakter, da mehrfach verwendete Module nur einmal beschrieben und dann wie Unter-routinen eines Softwareprogramms aufgerufen werden. Auch bei der Designverifikation sind Fehler in einem strukturierten Design leichter zu lokalisieren und zu beheben.

Für die Beschreibung von Decodern kann man Kombinatorik kompakt in Form von Wahrheitstabellen darstellen. Für Zustandsmaschinen steht eine eigene Syntax für Zustandskodierung und Zustandsübergänge bereit, und mit den bei der Testvektorerstellung verwendeten Highlevel-Konstrukten wie `if-then-else` oder `do-while` lassen sich zyklische Vorgänge kompakt darstellen. Die Eingabe in Form von Booleschen Gleichungen ist selbstverständlich ebenfalls möglich.

### Optimiert

Der Compiler besitzt mehr Optimierungsmöglichkeiten zur Redundanzenbeseitigung. Zum einen ist hier der eingebaute

Autorisierter Distributor für



ISO 9001 zertifiziert

Kompetenz in Echtzeit



Software · Elektronik · Datentechnik

**Bewährtes Echtzeit Betriebssystem**

- Netzwerke
- Objektmodular
- X-Windows Support
- Multi-Media Unterstützung
- Sprachen: C, C++, Assembler

OS-9

FastTrak

NeWLink

MultiNet

RTF

IBF

NeWLink für Peer-to-Peer Verbindungen

NeWLink/PP erlaubt den Aufbau von Netzwerkverbindungen zwischen OS-9-Systemen und PCs mit dem Standardprotokoll IPX/SPX.

NeWLink/PP

Eigenschaften von NeWLink:

- Terminal-Emulation
- Nutzung von Standardwerkzeugen am PC (Visual C++, Visual Basic usw.)

Einsatzbereiche für NeWLink/PP sind:

- Aufbau heterogener Netze und verteilter Systeme,
- Übertragung von Meßdaten/Produktionsdaten auf Auswerte-PCs, Übertragung von Steuerdaten zum OS-9-Rechner,
- Prozeßvisualisierung und -steuerung.

Für weitere Informationen stehen wir Ihnen gern zur Verfügung oder rufen Sie unsere Mailbox unter 06221/864228 an.



Software-Entwicklung

Schulung

Hotline

Sie entwickeln mit der gleichen komfortablen residenten oder Cross-Entwicklungsumgebung

Zertifiziert nach DIN ISO 9001

Dr. Rudolf Keil GmbH

Tel.: 06221/862091

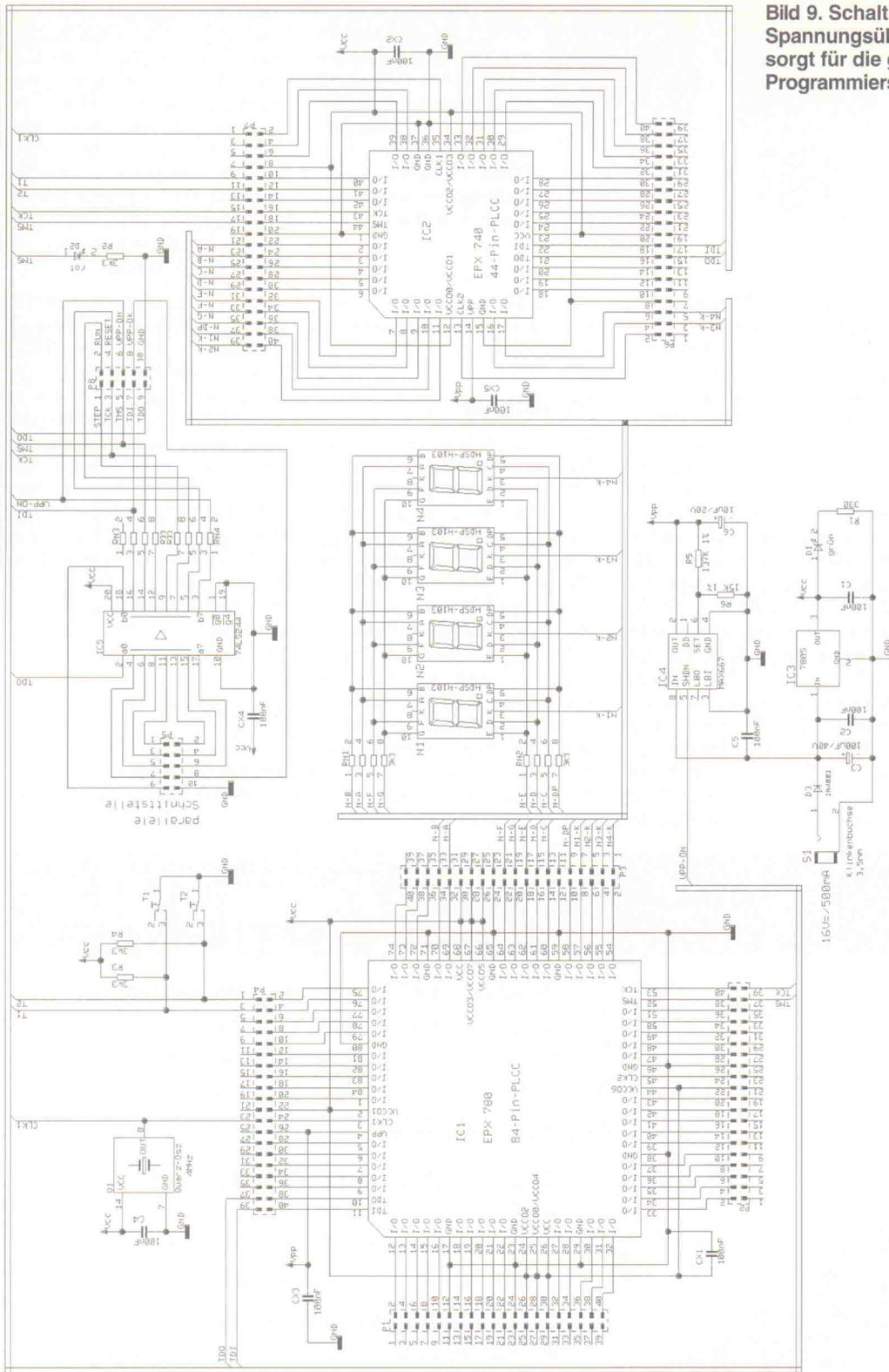
Fax: 06221/861954

Postfach 1261, 69216 Dossenheim



Embedded Systems, Sindelfingen, 14.-16.02.96, Stand B 4

Hannover Messe, 22.-27.04.96, Halle 13, Stand E 56



**Bild 9. Schaltplan des Evaluation-Board. Der Spannungsüberwachungsbaustein MAX 667 sorgt für die genaue Einhaltung der EPROM-Programmierspannung.**

ESPRESSO-Optimierer, der von der Berkley-Universität entwickelt wurde, zu nennen. Des weiteren die D/T-Flip-Flop-Optimierung, die speziell bei Zählerstrukturen in den FLASHlogic-CPLDs zu drastischen Flächeneinsparungen führt. Dazu wird das Design sowohl mit D-Flip-Flops als auch mit T-Flip-Flops realisiert. Im Anschluß wählt der Compiler die für den Fitting-Prozess günstigste Lösung aus. Ein Beispiel für

eine D/T-Optimierung soll die Vorgehensweise verdeutlichen:  
 $Y.D = /Y * A * B + Y * /A + Y * /B$  (drei Produktterme)  
 $Y.T = A * B$  (ein Produktterm)

Auch der Inversionsoptimierer kann den Bedarf an Bausteinressourcen drastisch reduzieren. Dabei wird das Design einmal wie beschrieben und zum anderen mit invertiertem Ausgang realisiert. Der an

jedem Ausgang zuschaltbare Inverter der FLASHlogic-Bausteine kann die zunächst durchgeführte Inversion der Gleichung kompensieren. Grund für diese Vorgehensweise: manchmal benötigt die invertierte Gleichung weniger Produktterme als die nicht invertierte. Wie bei der D/T-Flip-Flop-Optimierung wählt der Compiler auch bei dieser Optimierungsform automatisch die günstigere Lösung. Das folgende, sehr einfache

Beispiel zur Inversionsoptimierung zeigt bereits mögliche Einsparungen auf:

$$Y = /A + /B \text{ (zwei Produktterme)}$$

$$/Y = A * B \text{ (ein Produktterm)}$$

Weitere Einzelheiten zur Sprachsyntax und die konkrete Bedienung der PLDshell an einem Beispieldesign sind auch Gegenstand des nächsten Artikels.

### Programmiert

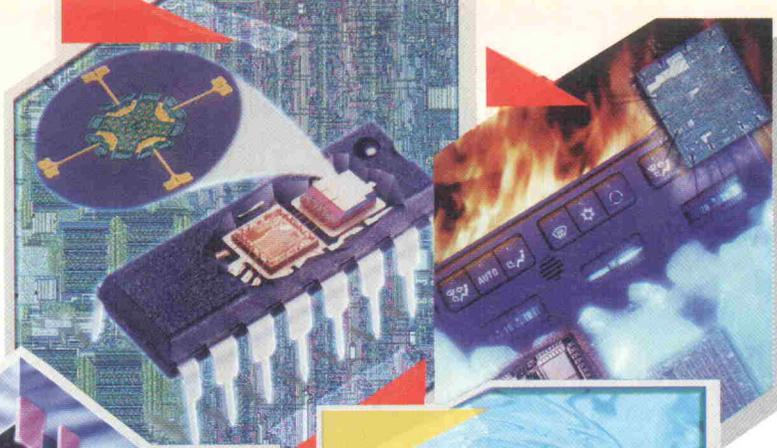
Hat man alle Designeingabe- und Verifikationsschritte erfolgreich abgeschlossen, legt der Compiler die eigentliche Programmierinformation in standardisiertem Format in einer JEDEC-Datei (.JED) ab. Dieses Dateiformat verwenden die gängigen Programmiergeräte zum 'Download' in den gewünschten Baustein. Das Feature der In-System Programmierbarkeit der EPXler gestattet es allerdings, ein Design direkt vom PC in den Baustein zu bringen. Das dazu notwendige Dienstprogramm kann unter dem Menüpunkt 'Run' aufgerufen werden. Die ELRAD Prototypen-Platine enthält alle hierfür notwendige Logik. Sie muß lediglich mit dem Parallelport des PC verbunden werden – ein Programmiergerät ist überflüssig.

Bild 9 zeigt den Schaltplan des Evaluationboard. Die beiden FLASHlogic-Bausteine sind von vier beziehungsweise zwei Stiftleisten umgeben. An diesen Pins kann man sämtliche Signale der EPXler, der Siebensegmentanzeigen, alle Taktsignale sowie die Programmierimpulse der JTAG-Schnittstelle messen.

Die vormals im Intel-Programmierkabel (beziehungsweise jetzt auch im Altera-Kit) enthaltene Logik zum pegelgenauen Ansprechen der Bausteine ist bereits auf der Platine vorgesehen. Deshalb reicht ein einfaches Flachbandkabel als Verbindung zwischen PC und Board aus. Im nächsten Teil der Artikelserie wird das Evaluationboard genauer vorgestellt und am praktischen Beispiel potentielle Einsatzmöglichkeiten der FLASHlogic-CPLDs aufgezeigt. uk

### Beschleunigungssensoren

Neu in der Familie der Motorola-Sensoren: MMAS40G, ein Silizium-Beschleunigungsmesser im SMD-Gehäuse. Entwickelt als Crash-Detector in Airbags, ist der Sensor heute auch für industrielle Applikationen und Consumer-Anwendungen bestens geeignet.

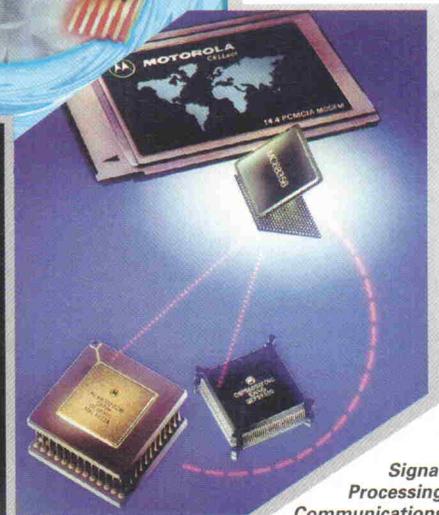


### M68HC05-Familie

Weltweit meistverkaufte 8-Bit-Mikrocontroller-Familie mit mehr als 120 Derivaten. Darunter die Smartcard-Chips der M68HC05SCxx-Serie mit „Security-Features“.

### Drucksensoren

MPX906D ist das erste Mitglied einer Reihe von piezoresistiven Siliziumsensoren für verschiedene Medien. Diese „Micro-Machines“ erweitern die erfolgreiche Produktgruppe der Drucksensoren und erfassen Druckunterschiede von wenigen Mikrobar bis zu 6 kPa.



### M68000-, M68EC000- und M68300-Familien

Entwickelt aus der etablierten M68000-Familie: M68EC000-Familie für Low-Cost-Applikationen und M68300-Familie für Embedded-Control-Anwendungen.



### M68HC11-Familie

Repräsentiert eine Hochleistungs-8-Bit-Architektur, die zum Industriestandard avancierte und heute mehr als 60 verschiedene Derivate umfaßt. Mehr als 400 Millionen Stück wurden bislang weltweit ausgeliefert.

### Signal Processing Communications Engine

Auf einem bisher nicht erreichten Niveau kombiniert der MC68356 die Kommunikations-, Steuerungs- und digitalen Signalverarbeitungsfunktionen von MC68302 und DSP56002 auf einem einzigen Chip. Dieser Baustein bietet völlige Design-Freiheit durch die Möglichkeit, Controller und DSP vernetzt oder unabhängig voneinander zu betreiben.

The Embedded **ADStars**

Wir stellen aus:

**Embedded Systems '96**

14.-16.2.1996



**MOTOROLA**

Weitere Informationen: Motorola GmbH, Geschäftsbereich Halbleiter, Schatzbogen 7, 81829 München, Tel. (0 89) 9 21 03 - 5 59, Fax (0 89) 9 21 03 - 5 99. Oder von Ihrem bevorzugten Distributor. DEUTSCHLAND: AVNET E2000, München, Tel. 089-451 1001, Fax 089-451 10254; EBV Elektronik, Haar b. München, Tel. 089-456 10-0, Fax 089-46 44 88; Future Electronics, München-Unterföhring, Tel. 089-957 27-0, Fax 089-957 27-140; Jermyn, Limburg, Tel. 06431-508-0, Fax 06431-50 82 89; Müttron, Müller, Bremen, Tel. 0421-30560, Fax 0421-305 61 46; Sasco, Putzbrunn, Tel. 089-4611-0, Fax 089-461 1270; Spoerle Electronic, Dreieich, Tel. 06103-304-0, Fax 06103-30 42 01 / 30 4304. ÖSTERREICH: EBV Elektronik, Wien, Tel. 01-894 1774, Fax 01-8 94 1775; Elbatex, Wien, Tel. 01-866 42-0, Fax 01-866 42-400; Spoerle Electronic, Wien, Tel. 01-318 7270-0, Fax 01-369 2273. SCHWEIZ: Elbatex, Wettingen, Tel. 056-275 111, Fax 056-275 411; EBV Elektronik, Dietikon, Tel. 01-74 56 161, Fax 01-74 15 110; Spoerle Electronic, Opsikon-Glattbrugg, Tel. 01-874 62 62, Fax 01-874 62 00.

# Heavens Gate

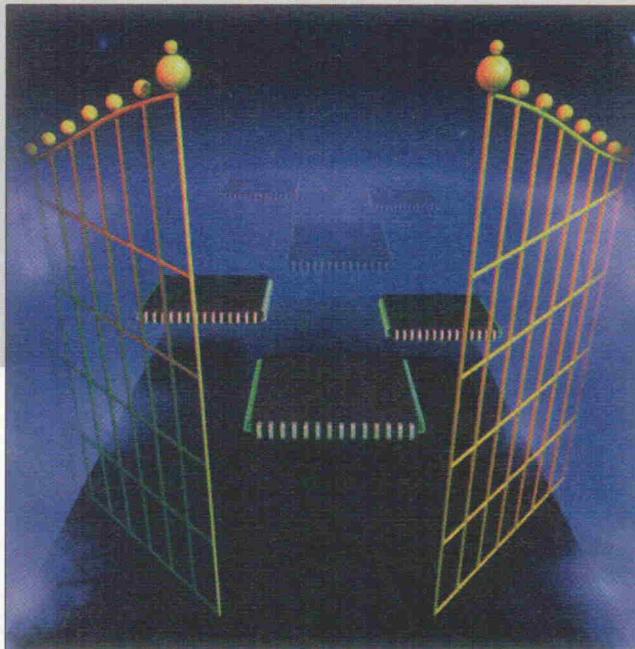
## Neue FPGA-Architekturen und -Werkzeuge

Entwicklung

### Al Graf

**Programmierbare Bausteine dringen immer tiefer in Bereiche ein, die ehemals festverdrahteten ICs vorbehalten waren. Neben einer Verfeinerung interner FPGA-Architekturen öffnen verbesserte Designtools und veränderte Implementierungskonzepte auch die Tore zu den kosten- und wettbewerbskritischen Märkten.**

*Al Graf ist bei Cypress Semiconductor als 'Manager of PLD Applications' für alles rund um die programmierbare Logik zuständig.*



In der Vergangenheit wurde in FPGAs neben Steuerungsfunktionen in Form von Zustandschaltungen hauptsächlich frei verdrahtete (Random-)Logik implementiert. Aufgrund steigender Kapazitäten der komplexen Bausteine stellt sich nunmehr die Notwendigkeit, Datenpfadstrukturen mit Speichern und Arithmetikfunktionen einzubinden. Die nächsten FPGA-Generationen werden deshalb spezielle RAM- oder FIFO-Arrays enthalten. Hierdurch sind sie nicht mehr darauf angewiesen, wertvolle Logikzellenregister für solche Funktionen zu opfern. Zudem wird so die Dichte auf der gesamten Leiterplatte erhöht, da die Ressourcen der FPGA-Zellen einer reinen Logikimplementierung vorbehalten bleiben.

### Design-Recycling

FPGA-Designwerkzeuge werden in Zukunft durch die Implementierung von Designbeschreibungen auf einer höheren Abstraktionsebene geprägt sein. Solche Beschreibungen tragen der Konzeptentwicklung für ein System besser Rechnung. Ausgehend von abstrakten Formulierungen auf VHDL-

Basis bieten diese Tools eine hochwertige Synthese. Zudem ermöglichen sie die Implementierung von bewährten, wiederverwendbaren Subsystembeschreibungen in Bibliotheken, was die Produktivität der Entwicklung weiter steigert.

Zur Verbesserung der Synthese haben viele Hersteller 'synthesefreundliche' FPGA-Architekturen entwickelt. Diese ahmen häufig die Architekturen früherer Gate-Arrays (GA) nach, die auf NAND-Gattern mit zwei Eingängen basieren. Ältere Logiksynthesergorithmen können so weiterbenutzt und auch für die GA-Architekturen eingesetzt werden. Allerdings benötigen derart feinkörnige Architekturen auf dem FPGA-Sektor für jede konfigurierte Logikfunktion eine sehr große Zahl programmierbarer Elemente. Sie nutzen deshalb die vorhandene Halbleiterfläche weniger gut aus als grobkörnigere Strukturen. Hinzu kommt, daß feinkörnige FPGAs bei breiten Eingangsfunktionen die Konfiguration von mehr Logikebenen erfordern. Grobkörnigere Bausteine dagegen verfügen über Logikzellen mit breiteren Eingängen.

Notwendig ist eine Kombination neuer, regelmäßig strukturierter Architekturen mit passenden architekturenspezifischen Synthesergorithmen. Diese müssen eine hohe Synthesequalität und größtmögliche Ressourcennutzung erlauben, ohne Abstriche an eine effiziente Siliziumausnutzung zu bedingen. Um diese gleichzeitige Verbesserung von Architektur und Synthesemethodik zu ermöglichen, müssen die Halbleiterhersteller immer stärker in die Entwicklung der Synthesergorithmen für ihre Architekturen einbezogen werden.

### Vital & Co

Die Zahl der Aktivitäten, die es innerhalb der Designumgebung abzuwickeln gilt, hat sich in den letzten Jahren erhöht. Mit der Einführung des CAE-Framework können alle Entwicklungsaktivitäten unter ein und derselben Oberfläche stattfinden. Angefangen von der Systemspezifikation, dem Projektmanagement und der Designeingabe auf allen Abstraktionsebenen über die Auswahl und Spezifikation der Komponenten bis zur Verifikation sowohl auf der Subsystemebene als auch für das Gesamtsystem und der Dokumentation des Designs müssen sich die Anwender mit keinerlei Problemen bei der Datenübergabe befassen.

Die Notwendigkeit, in diesen CAE-Rahmenumgebungen eine ausgefeilte und architekturenspezifische Synthese- und Zuordnungstechnologie für Logikbausteine verschiedener Hersteller anzubieten, verlangt nach verstärkter gegenseitiger Abhängigkeit und – hoffentlich – nach vermehrter Kooperation zwischen IC-Herstellern und Anbietern von CAE-Werkzeugen. Stimuliert wird hierdurch auch die Zusammenarbeit bei der Entwicklung künftiger Standards für die Beschreibung und den Austausch von Designdaten. So wird beispielsweise VHDL für die Designeingabe verwendet, während LPM (Library of Parameterized Modules) für die Schaltplan-Eingabe und die Kommunikation zwischen den Designumgebungen zum Einsatz kommt.

Künftige Standardisierungsinitiativen wie etwa VITAL (VHDL Initiative Toward ASIC Libraries) sollen zu einer Vereinheitlichung des Formats von Simulationsmodellen führen. Mit VITAL kann eine Mo-

# Mit PCI dabei

Ein Beispiel für die Leistungsfähigkeit, die sich mit FPGAs in PCI-Applikationen erzielen läßt, zeigt das Blockschaltbild eines PCI-Target-Referenzdesigns mit geringer Latenzzeit (Bild oben rechts). Es wurde mit dem CY7C386A, einem 4000 Gatter pASIC380-Baustein von Cypress implementiert. Die Signalverläufe der Schreibtransaktion (Bild unten rechts) illustrieren das Funktionsprinzip dieses Designs. Der PCI-Initiator hat vor dem Takt ereignis 1 die Kontrolle über den Bus angefordert und die Erlaubnis zur Nutzung des Busses erhalten. Nach dem Takt 1 legt der Initiator die Adresse der gewünschten Target-Einheit und den Befehl für die fragliche Einheit auf den Bus. Das FRAME#-Signal geht dabei auf Low. Weil an FRAME# beim Takt ereignis 2 erstmals ein Low-Zustand erkannt wird, lesen sämtliche Target-Einheiten am PCI-Bus die auf dem Bus liegende Adresse und den Befehl ein. Damit die Beteiligten der Transaktion ermittelt werden können, müssen sie mit dem Dekodieren der Adresse beginnen.

## Wer zuerst kommt ...

Nach dem Takt 2 wartet der Initiator darauf, daß eine Target-Einheit antwortet und Anspruch auf die Transaktion anmeldet, indem sie ihr DEVSEL#-Signal auf Low legt. Um die Bereitschaft für einen Datentransfer zu signalisieren, setzt der Initiator sein IRDY#-Signal auf Low, während die betreffende Target-Einheit ihr TRDY# auf Low legt.

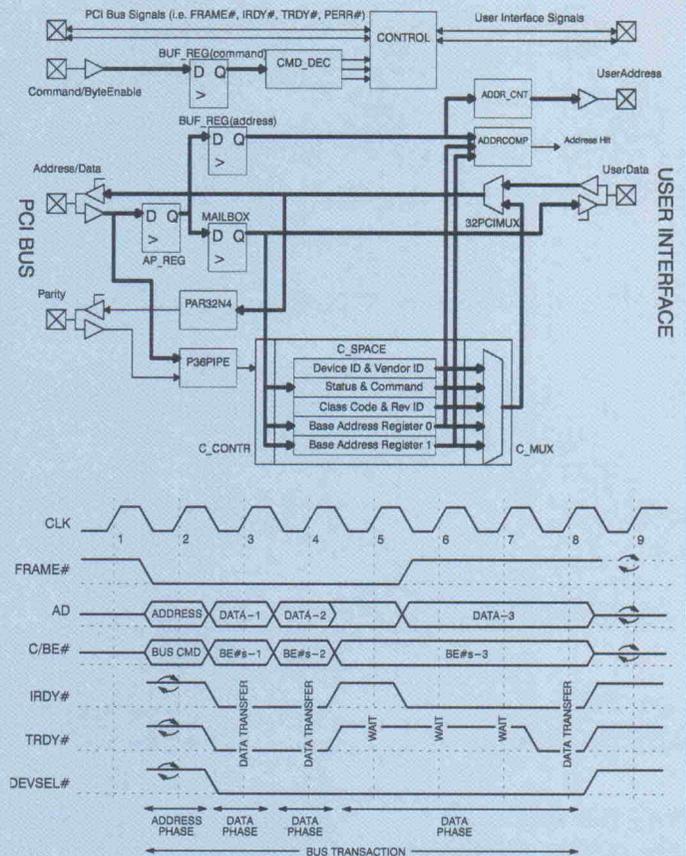
Normalerweise geht IRDY# in den Low-Zustand, sobald die Adresse und der Befehl auf den Bus gegeben worden sind.

TRDY# dagegen wird im Normalfall bereits gesetzt, wenn die Target-Einheit durch Setzen von DEVSEL# die Transaktion für sich beansprucht. Ist die Target-Einheit schnell genug, um den Bus im ersten möglichen Zyklus für sich zu beanspruchen, können die ersten Daten aus dem Initiator bereits mit dem Takt ereignis 3 auf den Bus gelegt werden. Kann die Target-Einheit dagegen nicht ausreichend schnell reagieren, bleiben DEVSEL# und TRDY# im High-Status, und der Initiator muß bis zum Takt ereignis 4 warten, bevor der erste Transfer beginnen kann.

Mit dem TRDY#-Signal hindert eine Target-Einheit den Initiator während eines Burst-Transfers an der Datenübertragung, wenn sie gerade nicht zum Empfang dieser Daten in der Lage sein sollte. Die Burst-Transferrate kann entscheidend beeinträchtigt werden, wenn die Target-Einheit nicht mit der Transferrate des PCI-Busses Schritt halten kann und deshalb (mit Hilfe des TRDY#-Signals) Wartezyklen in den Transfer des Initiators einfügen muß. FRAME# wird bis zum Ende der Burst-Übertragung im Low-Zustand gehalten. Der Initiator erwartet anschließend, daß er weitere Daten senden kann.

## Dabeisein ist alles

Eine Target-Einheit, die so schnell ist, daß sie den Bus im ersten möglichen Zyklus beanspruchen kann – also die ersten Daten mit dem Takt ereignis 3 auf den Bus gibt – wird in der Standard-Spezifikation für den PCI-Bus als 'schnelle' Target-Einheit bezeichnet. Muß sie auf das vierte Takt ereignis warten,



gilt sie als 'mittelschnelle' Einheit, während die Bezeichnung 'langsam' für solche PCI-Einheiten verwendet wird, die erst mit dem Takt 5 den Bus beanspruchen können.

In Wirklichkeit ist die Fähigkeit zur Reaktion im ersten möglichen Zyklus nicht so entscheidend, wie man zunächst annehmen könnte. Dieses Antwortverhalten kommt schließlich nur ein einziges Mal in einem üblicherweise sehr langen Burst-Transfer zum Tragen. Wichtig ist vielmehr, daß der gesamte Burst in einem ununterbrochenen Durchgang empfangen werden kann, sobald die Target-Einheit reagiert und ihren Anspruch auf die Transaktion angemeldet hat. Wenn sie dagegen bei jedem zweiten Zyklus den nächsten Datentransfer des Initiators mit ihrem

TRDY#-Signal verzögern muß, reduziert sich die effektive Burst-Datenrate auf die Hälfte.

Das latenzarme PCI-Design von Cypress, das unter vollständiger Ausnutzung des 4000-Gatter-FPGA CY7C386A implementiert wurde, kann den Bus durch Setzen von DEVSEL# und TRDY# auf Low-Status anfordern und im zweiten Zyklus beim vierten Takt ereignis die ersten Daten in einer Schreibtransaktion empfangen. Zudem kann die Target-Einheit anschließend in jedem folgenden Buszyklus Daten empfangen, womit die Übertragung mit der vollen Burst-Rate des PCI-Busses abläuft. Das beschriebene Design kann bei Cypress als Referenzdesign angefordert und als Basis für weitere PCI-Target-Entwicklungen verwendet werden.

dellbibliothek für die FPGAs eines Herstellers von allen Simulationswerkzeugen benutzt werden, die diesen Standard unterstützen. Die breitere Akzeptanz der Standards und die Tool-einbindung in umfassendere Designumgebungen wird die FPGA-Anbieter indes nicht von dem Druck befreien, die Softwaremethodik für die architektur-spezifische Synthese und Zu-

ordnung (Mapping) ihrer Bausteine zu verbessern.

## Fazit

FPGAs dringen in bezug auf Leistungsfähigkeit, Dichte und Kosteneffektivität immer weiter in Bereiche ein, die früher den konventionellen ASICs vorbehalten waren. Hieraus ergeben sich neue Möglichkeiten für den Designer,

auch in kostengünstigen Massenapplikationen vom Komfort und der Flexibilität der FPGAs zu profitieren. Zudem können Systemhersteller so rascher auf geänderte Markttendenzen und die Taktiken der Wettbewerber reagieren. Gleichzeitig läßt sich nicht zuletzt durch verbesserte Tools die Produktentwicklung rationalisieren, weil der Entwickler mehr Designoptionen auspro-

bieren und den Designzyklus verkürzen kann. Die Fähigkeiten der FPGAs können so auch in den wettbewerbsintensivsten und kostenbewußtesten Märkten genutzt werden. *uk*

## Literatur

[1] C. Siemers, Entity-Star, VHDL-Entwicklungstool von Cypress, ELRAD 10/95, S. 55

# Digital Audio Broadcasting

## Teil 2: Kanalkodierung etwas näher betrachtet – das OFDM-Verfahren

Dipl.-Ing.  
Dietmar Wenzel

Bei DAB wird für die Übertragung digitaler Daten zu den mobilen Empfängern ein Multiträger-Verfahren eingesetzt, das an die besonderen Eigenschaften des Funkkanals angepaßt ist. Der Datenstrom wird dabei auf die einzelnen Träger aufgeteilt, deren Modulation dann mit einer entsprechend niedrigen Datenrate erfolgt (Orthogonal Frequency Division Multiplex, OFDM).



Nachdem im ersten Teil die Funktionsweise und die wichtigsten Merkmale des 'Digital Audio Broadcasting'-(DAB-) Systems vorgestellt wurden, soll nun ein näherer Blick auf das DAB-Signal geworfen werden. Zunächst folgt eine Betrachtung im Zeitbereich, daran schließen sich die Eigenschaften im Frequenzbereich an und schließlich werden die Parameter verschiedener Übertragungsmodi gegenübergestellt.

### Das OFDM-Symbol

Bild 14 zeigt eine Folge von OFDM-Symbolen, die durch

Schutzintervalle voneinander getrennt sind. Das Schutzintervall liegt am Anfang eines sogenannten Schrittes der Dauer  $T_s$ ; er unterteilt sich in die eigentliche Symboldauer  $T_u$  und in die Schutzzeit  $T_\Delta$ . Je Schritt wird ein Zeichen übertragen.  $T_\Delta$  entspricht etwa der maximal zu erwartenden Dauer der Impulsantwort des Übertragungskanal. Erst nachdem alle Reflexionen vom vorangegangenen Symbol des Sendesignals eingetroffen sind, wird ein Intervall der Länge  $T_u$  für die Auswertung des nächsten Symbols verwendet. Damit können Überlappungen zwischen den Symbolen

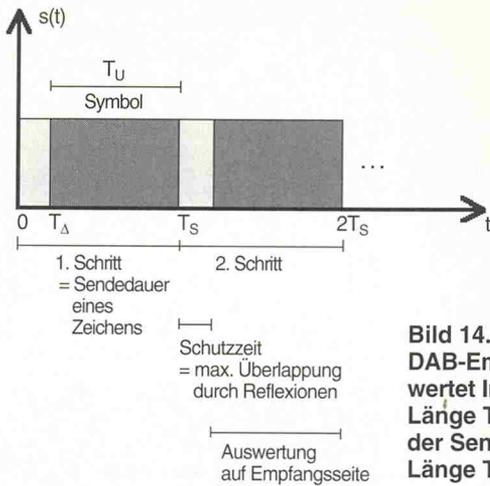
weitgehend vermieden werden. Auf Sendeseite werden die  $T_u$  langen Symbole durch periodische Fortsetzung während der gesamten Dauer eines Schrittes  $T_s$  gesendet. Dadurch ist gewährleistet, daß sich auch von zeitlich verzögerten Anteilen eine ganze Periode im Auswertintervall befindet.

Die Zahlenwerte der einzelnen Zeiten können aus Tabelle 2 entnommen werden.

### Der DAB-Rahmen

Einzelne Symbole beziehungsweise Schritte sind in eine Rah-

Dipl.-Ing. Dietmar Wenzel ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Nachrichtenübertragung der Universität Stuttgart und beschäftigt sich mit digitalen Übertragungsverfahren für Audio- und Videosignale.



**Bild 14. Der DAB-Empfänger wertet Intervalle der Länge  $T_U$  aus, während der Sender Zeichen der Länge  $T_S$  sendet.**

**Tab. 2: Parameter der DAB-Modi**

Parameter	Beschreibung	Modus I	Modus II	Modus III
$T_S$	Schrittdauer	1,246 ms	312 $\mu$ s	156 $\mu$ s
$T_{\Delta}$	Schutzzeit	246 $\mu$ s	62 $\mu$ s	31 $\mu$ s
$T_U$	Symboldauer	1 ms	250 $\mu$ s	125 $\mu$ s
$T_{Null}$	Nullsymboldauer	1,297 ms	324 $\mu$ s	168 $\mu$ s
$T_F$	Rahmendauer	96 ms	24 ms	24 ms
L	Zahl d. Symbole pro Rahmen	76	76	153
K	Zahl d. Trägerfrequenzen	1536	384	192
2K	Zahl d. Bits pro Schritt	3072	768	384
$f_s$	Trägerfrequenzabstand	1 kHz	4 kHz	8 kHz
$f_B$	Bandbreite	1,536 MHz	1,536 MHz	1,536 MHz
$f_A$	min. Abtastfrequenz	2,048 MHz	2,048 MHz	2,048 MHz
N	min. FFT-Transformationslänge	2048	512	256

menstruktur eingebettet (Bild 15). Ein Rahmen besteht aus einer Folge von insgesamt L verschiedenen OFDM-Symbolen. Zu Beginn eines Rahmens wird ein sogenanntes Nullsymbol gesendet, das eine Pause zwischen zwei Rahmen bildet. Es dient zur Erkennung eines neuen Rahmens. Zusätzlich kann während des Nullsymbols ein Sender-Identifikationskennzeichen (Transmitter Identification Information, TII) gesendet werden.

Das erste Symbol ist bei jedem Rahmen identisch und dient unter anderem als Referenz für die differentielle Auswertung der folgenden Symbole. Da die Information, die mit dem Referenzsymbol übertragen wird, bekannt ist, können auf der Empfängerseite durch Auswertung dieses Symbols Rückschlüsse auf die Qualität des Übertragungskanals gezogen werden. Man kann aus dem

empfangenen Referenzsymbol sogar die Impulsantwort des Kanals berechnen. Ferner kann das Referenzsymbol zur Regelung der Frequenz des Demodulationsträgers bei der QAM-Modulation, der Abtastfrequenz des A/D-Wandlers sowie des Schrittaktes im Empfänger herangezogen werden.

Der FIC umfaßt die Symbole zwei bis vier beziehungsweise zwei bis neun. Die restlichen Symbole des Rahmens bilden den MSC, der die digitalen Audiodaten und Zusatzinformationen beinhaltet.

### Betrachtung im Frequenzbereich

Um eine Bitrate von 2,4 MBit/s mit Hilfe vieler verschiedener Symbole und einer relativ geringen Schrittgeschwindigkeit übertragen zu können, wird eine große Zahl 4-DPSK-modulier-

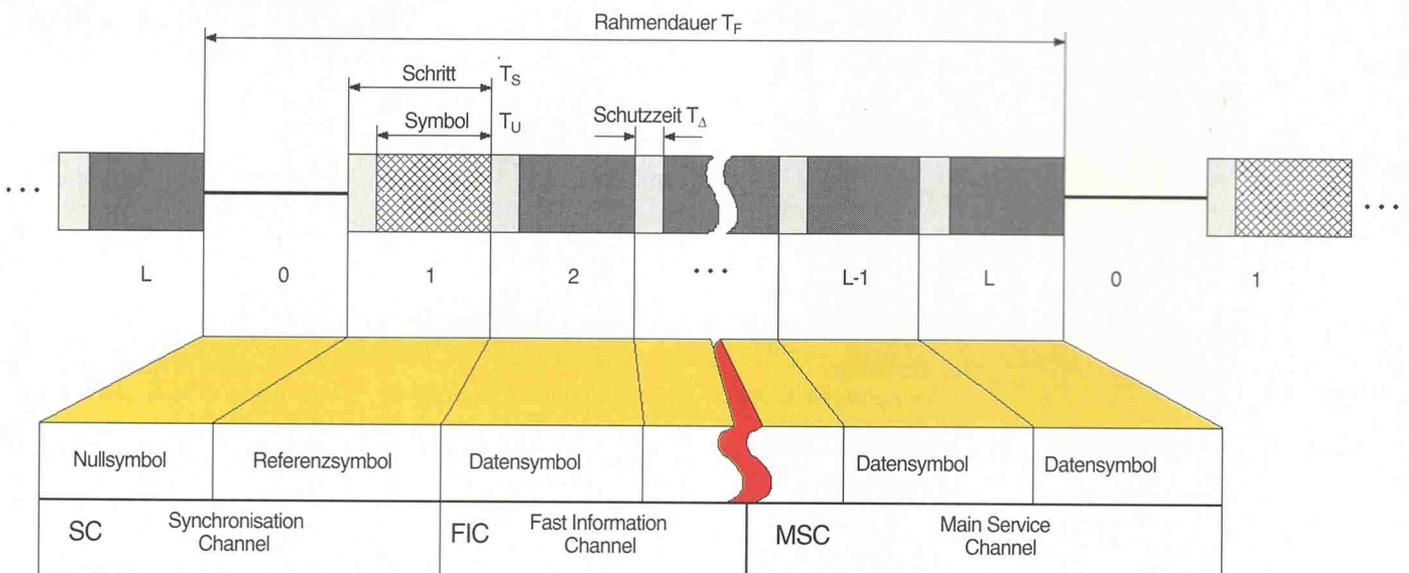
ter Trägerfrequenzen gleichzeitig gesendet (DPSK = Differential Phase Shift Keying, Differenz-Phasenumtastung). Dazu unterteilt man den 1,536 MHz breiten Übertragungskanal in viele einzelne schmalbandige Kanäle mit äquidistantem Frequenzabstand. Bild 16 zeigt die Lage der einzelnen Trägerfrequenzen innerhalb der Übertragungsbandbreite. Die K Frequenzlinien sind symmetrisch bezüglich der Mittenfrequenz  $f_c$  angeordnet, so daß jeweils  $K/2$ -Trägerfrequenzen ober- und unterhalb von  $f_c$  liegen. Bei  $f_c$  selbst liegt kein 4-DPSK-modulierter Träger;  $f_c$  repräsentiert vielmehr die zentrale Trägerfrequenz für die HF-Übertragung, die durch die DPSK-Trägerfrequenzen mittels QAM moduliert wird. Die Summe von K Trägerschwingungen bildet die komplexe Hüllkurve bezüglich  $f_c$ , die durch Betrachtung des Signals in äquivalenter Basisbandlage ( $f_c = 0$ ) entsteht.

Obwohl die Trägerfrequenzen symmetrisch angeordnet sind bezüglich  $f_c$ , sind die Phasen korrespondierender Trägerfrequenzen nicht identisch, so daß nicht von einem symmetrischen Spektrum gesprochen werden kann.

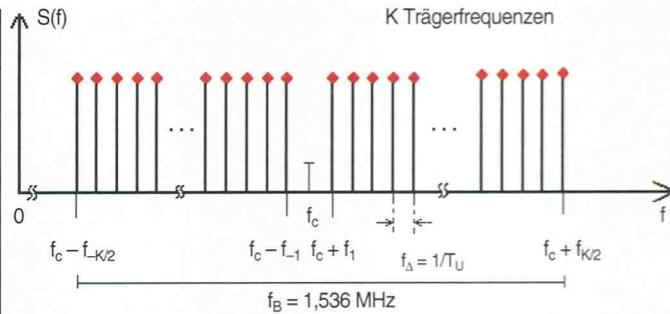
Das OFDM-Symbol ergibt sich aus der Überlagerung aller Trägerfrequenzen, wie Bild 17 beispielhaft für vier Frequenzen zeigt. Die Periodendauer der niedrigsten Trägerfrequenz ( $k = 1$ ) bestimmt die Dauer  $T_U$  des OFDM-Symbols. Die restlichen Trägerfrequenzen

$$|k| = 2, \dots, K/2$$

sind Harmonische von  $k = 1$ . Daraus folgt, daß die OFDM-Symboldauer  $T_U$  immer ein ganzzahliges Vielfaches der Periodendauer jeder einzelnen Trägerfrequenz  $k$  ist. Dies zeigt eine wichtige Eigenschaft, auf die später noch näher eingegangen wird.



**Bild 15. Jedes OFDM-Symbol ist einem der drei Kanäle des DAB-Rahmens zugeordnet. Das erste Symbol dient als Referenz für die folgenden Symbole des DAB-Rahmens.**



**Bild 16.** Innerhalb der Übertragungsbandbreite befinden sich K Trägerfrequenzen in äquidistantem Abstand. Die Anzahl K hängt vom jeweiligen DAB-Modus ab, die Bandbreite ist jedoch konstant.

Jede einzelne Trägerfrequenz wird in ihrer Phase moduliert, wobei die Phasen insgesamt acht verschiedene Werte annehmen können. Die Amplituden sind bei dieser Phasenumtastung (PSK) stets konstant.

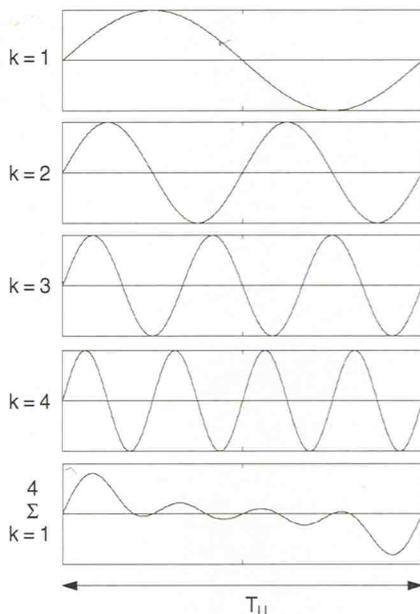
### 4-DPSK-Modulation und Referenzsymbol

Eine bestimmte Phasenlage gilt jeweils für die Dauer eines OFDM-Symbols. Das Symbol ist demnach ausschließlich durch die relativen Phasenlagen der Trägerschwingungen zueinander definiert. Die Information wird jedoch nicht mit Hilfe der absoluten Phase des Trägers übertragen, sondern mit Hilfe der Phasendifferenz, die korrespondierende Trägerfrequenzen zwischen zwei Symbolen aufweisen (DPSK). Diese Phasendifferenz kann insgesamt vier Werte annehmen:  $45^\circ$ ,  $135^\circ$ ,  $225^\circ$  und  $315^\circ$ ; entsprechend  $45^\circ + n \times 90^\circ$  (4-DPSK). Für die Auswertung eines OFDM-Symbols benötigt man daher

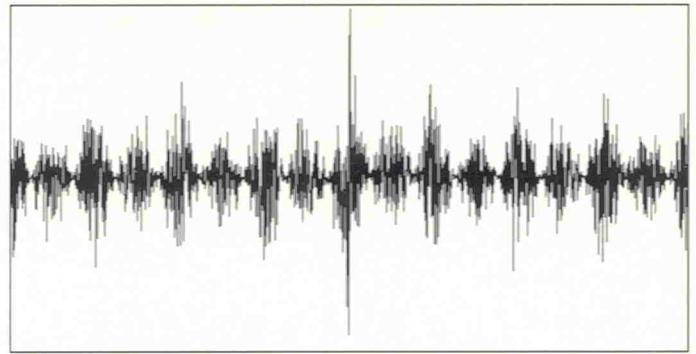
zur Berechnung der Phasendifferenz stets ein vorhergehendes Symbol. Aus diesem Grund beginnt der DAB-Rahmen mit dem Referenzsymbol, dessen Frequenzen als Bezugswert für das erste Datensymbol des DAB-Rahmens dient.

Der konstante Anteil von  $45^\circ$  bewirkt, daß unabhängig von den übertragenen Daten immer eine Drehung bezüglich dem vorhergehenden Symbol stattfindet. Außerdem verdoppelt sich dadurch die Zahl der Phasenlagen der Träger. Ein weiterer Vorteil des  $45^\circ$ -Anteils ist, daß sich auf der Empfangsseite die Auswertung der DPSK vereinfacht. Der  $45^\circ$ -Anteil läßt sich auch als Drehung des Bezugssystems auffassen. Das heißt, bei jedem neuen OFDM-Symbol dreht sich das Bezugssystem relativ zum Referenzsymbol um  $45^\circ$  weiter.

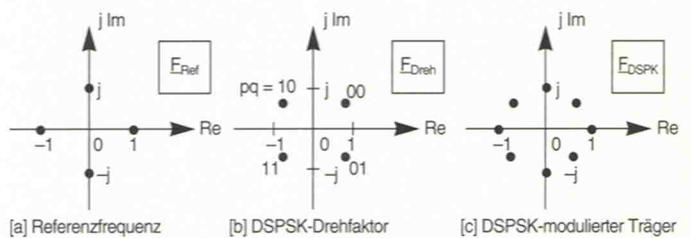
Bild 19 [a] zeigt die erlaubten Lagen der Referenzfrequenzen innerhalb der komplexen Frequenzebene. In [1] sind die Phasen der Referenzfrequenzen de-



**Bild 17.** Ein OFDM-Symbol entsteht durch Überlagerung vieler harmonischer Schwingungen, wobei die Periodendauer der Grundschwingung die Länge des OFDM-Symbols bestimmt. Das Bild zeigt eine Überlagerung von vier Schwingungen, die gleiche Nullphasen besitzen.



**Bild 18.** Dieses OFDM-Symbol besteht aus 1536 Trägerschwingungen. Weisen viele Schwingungen die gleiche Phasenlage auf, so können sehr große Spitzenamplituden auftreten. Das Bild zeigt den Realteil des Symbols in äquivalenter Basisbandlage ( $f_c = 0$ ).



**Bild 19.** Ausgehend von den Referenzfrequenzen werden die DPSK-modulierten Träger durch sukzessive Multiplikation mit den Drehfaktoren gewonnen, deren Phasen durch die zu übertragenden Daten bestimmt werden.

finiert; Sie können die Werte  $0^\circ$ ,  $90^\circ$ ,  $180^\circ$  und  $270^\circ$  annehmen. Ausgehend von den Referenzfrequenzen lassen sich durch Addition der Phasendifferenzen die modulierten Träger gewinnen (Bild 19 [c] und Bild 20), die – wie bereits erwähnt – acht verschiedene Phasenlagen annehmen können:

$$\varphi_{DPSK,n} = \varphi_{DPSK,n-1} + \varphi_{Dreh,n}$$

dabei gilt:  $n \geq 1$

Für  $n = 0$  gelten die Phasen der Referenzfrequenzen. Die Addition der Phasendifferenz kann man auch durch Multiplikation mit einem komplexen Faktor ausdrücken, der im folgenden als DPSK-Drehfaktor bezeichnet wird (Bild 19 [b]). Man kann dann auch schreiben:

$$E_{DPSK,n} = E_{DPSK,n-1} \cdot E_{Dreh,n}$$

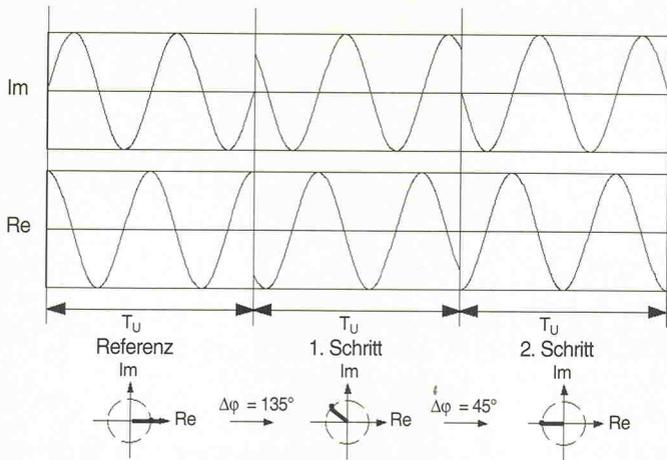
dabei gilt:  $n \geq 1$

Da die Phasendifferenzen vier verschiedene Werte aufweisen dürfen, lassen sich pro Trägerfrequenz und Schritt 2 Bit übertragen. Somit können mit einem OFDM-Symbol  $2 \times K$  Bits übertragen werden, und es sind insgesamt  $2^{2 \times K}$  verschiedene Kombinationen von DPSK-Drehfaktoren mög-

lich, wobei gemäß Tabelle 2 die Variable K die Werte 192, 384 und 1536 annehmen kann. Daraus begründet sich der große Zeichenvorrat der OFDM-Symbole. Bild 21 zeigt schematisch die Anordnung der Referenzfrequenzen in dreidimensionaler Darstellung. Ausgehend hiervon werden die weiteren Spektren der Symbole des DAB-Rahmens durch schrittweise Drehung jeder Frequenz um  $45^\circ$ ,  $135^\circ$ ,  $225^\circ$  oder  $315^\circ$  erzeugt.

### Spektrale Kodierung

Der kontinuierliche Datenstrom am Eingang des Senders in Bild 22 wird zuerst in Blöcke zu je 2 kBits zerlegt. Jeder bildet einen sogenannten Bitvektor, der einem OFDM-Symbol zugeordnet wird. Innerhalb des Bitvektors werden Bitpaare gebildet. Aus jedem Bitpaar läßt sich ein DPSK-Drehfaktor bestimmen. Die Zuordnung der Bitpaare pq zu den DPSK-Drehfaktoren kann Bild 19 [b] entnommen werden. Durch das Frequency Interleaving ist gewährleistet, daß logisch zusammengehörige Bits nicht in enger Nachbarschaft im Spektrum



**Bild 20.** Dieses Bild zeigt eine Schrittfolge des Trägers  $k = 2$  in Basisbandlage ( $f_c = 0$ ) für die Phasendifferenzen  $135^\circ$  und  $45^\circ$ . Die Schutzintervalle sind nicht eingezeichnet.

übertragen werden, was die Wahrscheinlichkeit von Bündelfehlern stark reduziert (Bild 23).

### Erzeugung eines OFDM-Symbols

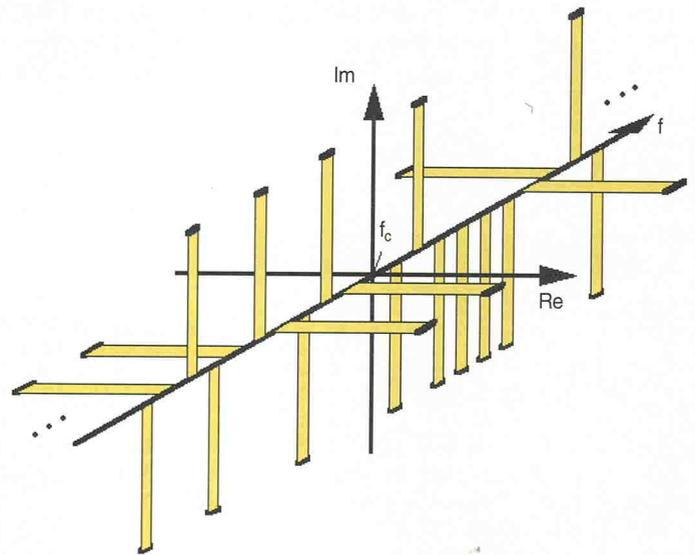
Durch die spektrale Kodierung erhält man das zu jedem OFDM-Symbol zugehörige diskrete komplexwertige Spektrum, welches in der Regel im Hinblick auf die weitere Verarbeitung mit digitalen Schaltungskomponenten getrennt nach Real- und Imaginärteil vorliegt. Durch eine inverse diskrete Fourier-Transformation des Spektrums lassen sich die ebenfalls komplexwertigen Abtastwerte des OFDM-Symbols berechnen, die in einem Zwischenspeicher abgelegt werden (Bild 24). Durch Hinzufügen des Schutzintervalls wird das OFDM-Symbol mittels periodischer Fortsetzung zu einem Schritt der Dauer  $T_s$  ergänzt, was durch erneutes Auslesen von Werten aus dem Zwischenspeicher realisiert werden kann. Die Dauer des Schutzintervalls beträgt entsprechend Tabelle 2 stets ein

Viertel der Symboldauer  $T_u$ , so daß innerhalb eines Schrittes das OFDM-Symbol 1,25mal gesendet wird.

Im QAM-Modulator schließlich werden die komplexen Abtastwerte als Normal- und Quadraturkomponente einer Zwischenfrequenz aufmoduliert, bevor das Signal nach der D/A-Wandlung in die endgültige HF-Lage ( $f_c$ ) verschoben wird.

### Fast-Fourier-Transformation

Die Transformation des Spektrums eines OFDM-Symbols in den Zeitbereich erfolgt in der Regel durch eine IFFT (inverse FFT), deren Transformationslänge stets eine Zweierpotenz ist. Daher ergeben sich die minimalen Transformationslängen  $N$  in Tabelle 2 aus der Anzahl der zu transformierenden Frequenzwerte  $K$ . Die zusätzlichen Frequenzpunkte besitzen dabei den Wert Null. Im unteren Teil des Bildes 24 ist die Anordnung der Frequenzpunkte innerhalb des Transformationsintervalls dargestellt. Der Ausschnitt des



**Bild 21.** Die Trägerfrequenzen des Referenzsymbols besitzen Phasen von  $n \times 90^\circ$  und dienen als Bezug für das nächste OFDM-Symbol.

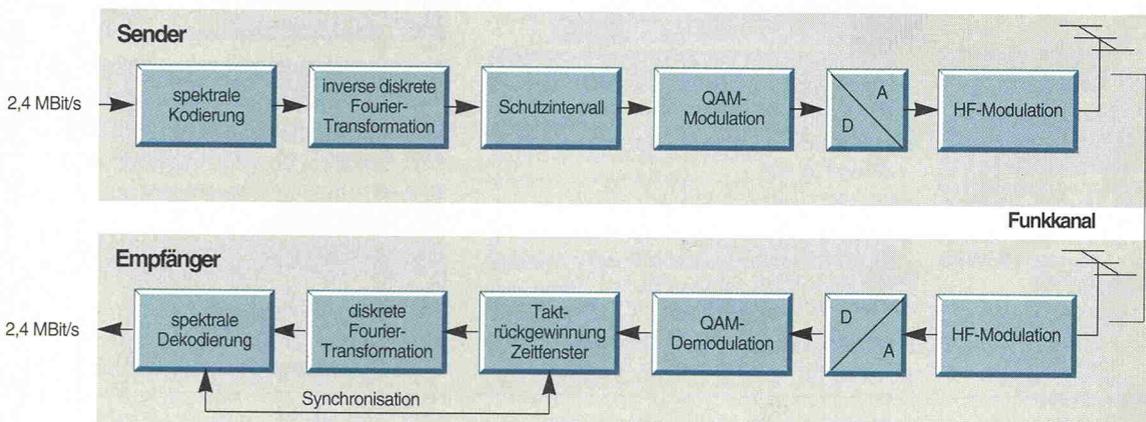
periodischen Spektrums, der für die Transformation verwendet wird, umfaßt die Frequenzpunkte 0 bis  $N-1$ . Die Frequenzpunkte  $-K/2$  bis  $-1$  erscheinen im Ausschnitt an den Stellen  $N-K/2$  bis  $N-1$ . Die Werte  $K/2+1$  bis  $N-K/2-1$  besitzen den Wert Null. Nach der IFFT erhält man ebenfalls  $N$  Abtastwerte im Zeitbereich.

### Empfang des DAB-Signals

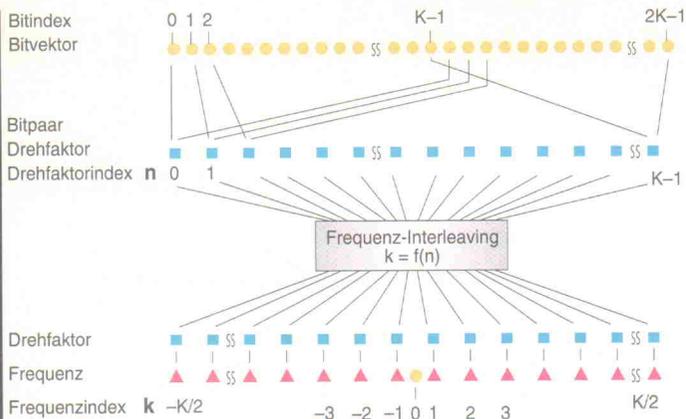
Nachdem die allgemeine Vorgehensweise im Sender vorgestellt wurde, ist nun der Empfänger zu besprechen (Bild 22), in dem die einzelnen Modulationsschritte wieder rückgängig gemacht werden. Auf der Empfangsseite erfolgt die Berechnung des Spektrums aus den Abtastwerten von Normal- und Quadraturkomponente in gleicher Weise durch eine FFT, wobei dieselben Bedingungen wie auf der Sendeseite gelten. Die IFFT unterscheidet sich von

der FFT lediglich dadurch, daß die Eingangswerte vor und die Ergebnisse nach der Transformation konjugiert werden.

Um ein DAB-Signal korrekt dekodieren zu können, müssen einige Voraussetzungen beachtet werden: Die Mischerfrequenzen, mit deren Hilfe das HF-Signal in die Basisbandlage umgesetzt wird, müssen sehr präzise sein und dürfen nur relativ geringes Phasenrauschen aufweisen, da ansonsten die Lage des Spektrums der OFDM-Symbole und damit auch die Lagen der einzelnen DPSK-Trägerfrequenzen zeitlichen Schwankungen unterworfen sind. Ist beispielsweise eine derartige Frequenzverschiebung größer als  $0,5 \times f_{\Delta}$ , so würden bereits die empfangenen DPSK-Träger in den Auswertebereich der jeweils benachbarten Trägerlinien fallen, was völlig falsche Ergebnisse zur Folge hätte. Auch Verschiebungen, die kleiner als  $0,5 \times f_{\Delta}$  sind, können bereits zu



**Bild 22.** Dieser Teil des DAB-Blockschaltbildes zeigt die Übertragungskette des Multiplex-Datenstroms mit 2,4 MBit/s.

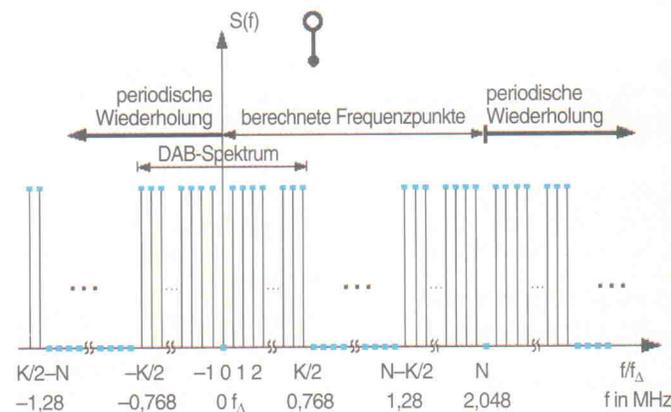
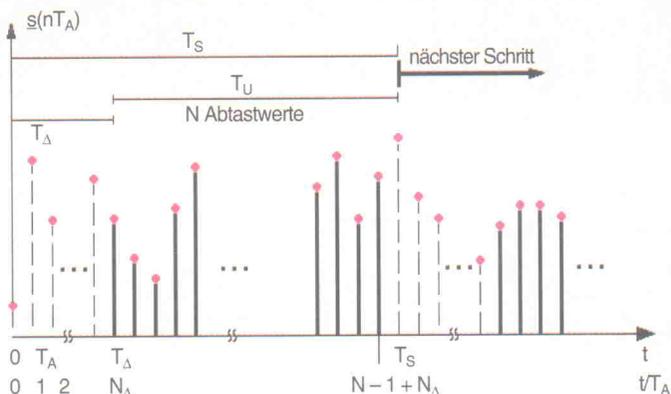


**Bild 23.** Aus einem Datenpaket mit 2 kBits werden Bitpaare gebildet, die die Beträge der Phasendifferenzen bestimmen. Durch eine Zuordnungsvorschrift werden die DPSK-Drehfaktoren den einzelnen Trägern zugewiesen (Frequency Interleaving).

schwerwiegenden Störungen führen. Zu den im vorhergehenden Abschnitt beschriebenen Frequenzverschiebungen, die sich auf das gesamte Spektrum eines OFDM-Signals gleichmäßig auswirken, sind zusätzliche Verschiebungen auf dem Übertragungsweg durch den Dopplereffekt möglich. Im Gegensatz zu ersteren wirken sich letztere Verschiebungen in Richtung höherer Frequenzen verstärkt aus. Die Dopplerverschiebungen sollten daher beim Empfänger berücksichtigt werden.

**Bild 24.** Durch eine inverse diskrete Fourier-Transformation mit N Punkten werden die komplexen Abtastwerte des OFDM-Symbols aus dem Spektrum berechnet ( $f_c = 0$ ).

Ein Kriterium für eine korrekte Dekodierung ist die Erkennung des DAB-Rahmen-Anfangs beziehungsweise die Synchronisation des Rahmentaktes. Nur durch die richtige Position der OFDM-Symbole innerhalb des



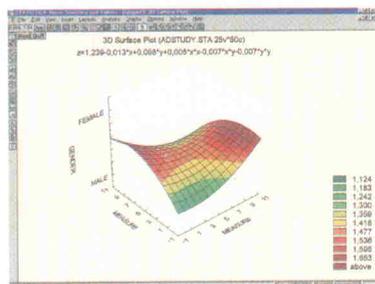
DAB-Rahmens können die Daten den einzelnen Kanälen wie SC, FIC oder MSC zugeordnet werden. Eine verhältnismäßig grobe Detektion des Rahmenbeginns kann aufgrund der Empfangsfeldstärke geschehen,

die während der Nullsymbole geringer ist. Eine exakte Detektion kann anhand einer Regelung durch die Auswertung der übertragenen Daten erfolgen. *roe*

Hinweis: Fortsetzung folgt

Das bringen

Änderungen vorbehalten



**Statistiksoftware:** Vom Zahlenfresser zum Assistenten

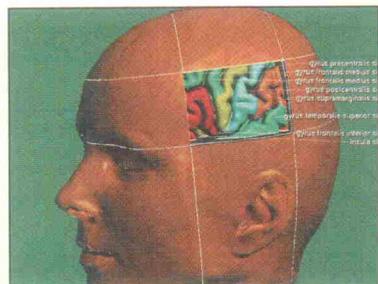
**Upgrading:** Frischer Schwung für 486er

**Datenkommunikation:** Rund um ISDN

**Notebooks:** Die Pentium-Klasse bis 4000 DM

**Internet:** Intelligente, lernfähige Agenten

Heft 3/96 am 15. Februar am Kiosk



**Praxis:** Welche Netzwerktechnik Krankenhäuser verwenden

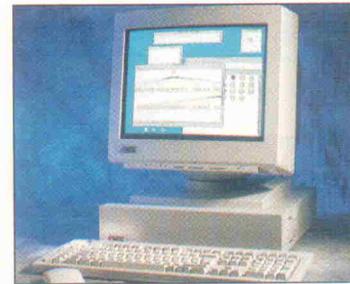
**ATM:** Eine Technik für Daten, Sprache, LAN und WAN

**WAN-Zugriff:** Das etwas andere ISDN-Routing

**Remote-Access:** Hard- und Software für den Fernzugriff

**Marktübersicht:** Alle Multiplexer im Überblick

Heft 2/96 am 25. Januar am Kiosk



**Hardware:** CPU-Performance der Ultra-SPARCs von Sun Microsystems und Tritec

**Linux:** Stand der Hardware-Portierungen vom PowerPC bis zum Alpha-Rechner

**WWW:** Heutige Web-Viewer und die Tabellarische Darstellung in HTML

**Programmierung:** Fortran 95 stellt die Weichen für die Anwendungsentwicklung mit Fortran 2000

**CAD:** Aktueller Stand, Marktübersicht, Auswahlkriterien und Schnittstellen

Heft 2/96 am 25. Januar am Kiosk

### Von EMUFs & EPACs

lauter 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-Wandlertkarten, 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 Programmieren. 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.

### MACH-445

Das MACH-445 EVAboard aus ELRAD 12/95 (zum späteren HC11-Ausbau geeignet). Die preiswerte Art in der Technologie der AMD MACH-Bausteine einzusetzen. Beide Lieferformen (LP und BS) werden mit bereits aufgelötetem MACH-445 und der benötigten Software MACH-XL auf Diskette geliefert.

445-EV/LP	Leerplatine mit MACH-445 und Software	158,— DM
445-EV/BSmax	Bausatz mit Leerplatine (wie oben) sowie allen zum Betrieb des MACH-445 benötigten Bauteile (incl. RAM und MAX700)	189,— DM

### MOPS 11

Kleiner, flexibler, preiswerter HC11-Rechner mit großer u. komfortabler Software-Umgebung (Basic + Pascal Compiler). Vorgestellt v. H.J. Himmeröder in ELRAD 3, 4 und 5/1991. Version 2.1 finden Sie in ELRAD 8/92.

MOPS-LP	Leerplatine	64,— DM
MOPS-BS1	Bausatz, enthält alle Teile außer RTC und 68HC24	220,— DM
MOPS-BS2	Bausatz, enthält alle Teile incl. RTC und 68HC24	300,— DM
MOPS-FB1	Fertigk., Umfang wie BS1	300,— DM
MOPS-FB2	Fertigk., Umfang wie BS2	380,— DM
MOPS-BE	MOPS-Betriebssystem für PC oder Atari	100,— DM

### 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	Leerplatine	59,— DM
MOPS XL-BS	Bausatz mit Leerkarte, CPU RS232, Kleinteile	160,— DM
MOPS L-BS	wie XL-BS zusätzlich 32K RAM, Uhr, 74HC10, Fassungen	200,— DM
MOPS L-FB	Fertigbaugruppe mit RAM u. Uhr	270,— DM

### ICC11

Optimierender low-cost ANSI-C Compiler für HC11 incl. Preprozessor, Linker, Librarian, Headerfiles, Standardlibrary, Crossassembler und Shell. Mit umfangreichen deutschen Handbuch.

ICC11	ANSI-C Compiler für HC11	345,— 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

### 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 TMS320C5x	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	299,— DM
PIC-ASS/Buch	Edwards/Kühnel, Parallax-Assembler Arbeitsbuch für die Microcontroller PIC16Cxx in deutsch. Der Titel des US-Original lautet THE PIC SOURCE BOOK. DIN A4, gerngt. 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 Programmierfassung und Software.	
BY/PIC-Prog	Der schnelle PIC-Programmer für PIC16Cxx aus ELRAD 1/94 und 6/94. Fertiggerät im Gehäuse mit Programmierfassung und Software	392,— DM
PICADAP64	PIC-Prog Adapter für PIC16C64/74	98,— DM
PICADAP42	PIC-Prog Adapter für PIC17C42	103,— DM
PICADAP84	PIC-Prog Simul-Adapter f. PIC16C84	98,— 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

BB/A	Basic-Briefmarke Typ A	56,35 DM
BB/B	Basic-Briefmarke Typ B	79,90 DM
BB/Chip	Basic-Briefmarke als Chip, DIL	28,50 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/1P	Leerplatine für aktiven Meßverstärker	29,— DM
LOGAMV/1B	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
LOGAMV100	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-Redaktion entstand die CD-ROM „PLD!start“ zur vielbeachteten Artikelserie „PALSAM & Co“.

CD-PLD	PLD!start-CD	98,— DM
--------	--------------	---------

Beim Kauf eines ALL-07 erhalten Sie die CD 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 Ausgänge, 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.

OPTIO-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.

OPTIORE-16ST		425,50 DM
--------------	--	-----------

#### OPTIOOUT-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.

OPTIOOUT-32EXT		529,— DM
----------------	--	----------

#### RELAIS-16ST

PC-Karte mit 16 Ausgängen über Relais 500mA Schaltstrom, 50V 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 - 271001	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**

<b>BERLIN</b>	0 30/4 63 10 67
<b>HAMBURG</b>	0 40/38 61 01 00
<b>FRANKFURT</b>	0 61 96/4 59 50
<b>STUTTGART</b>	07154/8160810
<b>MÜNCHEN</b>	0 89/6 01 80 20
<b>LEIPZIG</b>	03 41/2 11 83 54
<b>SCHWEIZ</b>	0 62/7 71 69 44
<b>ÖSTERREICH</b>	0 22 36/4 31 79
<b>NIEDERLANDE</b>	0 34 08/8 38 39



**8051 • 251**  
**80C166/C167**  
Development Tools

**MCS®251 Starter Kit**

- ✓ MCB251 Evaluation Board
  - ✓ Monitor + HLL Debugger
  - ✓ Evaluation C Compiler + Tools
- Preis: 690,- DM

**KEIL ELEKTRONIK GmbH**

Bretonischer Ring 15 • D-85630 Grasbrunn  
Tel. (089) 45 60 40-0 • Fax (089) 46 81 62

Rekirsch (01) 2597 2700

Redacorn (032) 410 111, Thau (01) 745 1818

# An Sehen gewinnen – CTX 17/20/21er Monitore für Mac, Power-PC, SUN, PC, Workstations, Terminals ...

**INFO** **FAX** **CTX**  
**49-(0) 21 31-34 99 11**

## Neuwertige gebrauchte MESSGERÄTE von



Hier eine kleine Auswahl der zur Zeit  
vorrätigen Geräte:

ADRETT	DM
3310	SYNTHESIZER GEN. -60 MHz 3.800,-
7200A	SYNTHESIZER GEN. -1300 MHz 9.500,-
ADVANTEST	
TQ 8346	OPTICAL SPECTR. ANALYZER 39.500,-
ANRITSU	
ME 520A	DIG. TRANSM. ANAL. -150 MBIT/s 14.900,-
MG 646C	SAT. TV SIG. TRANSMITTER 19.500,-
MS 560J	NW / SPECTR. ANAL. -300 MHz 19.800,-
ASTRO	
VG-802	DIGITAL VIDEO GENERATOR 4.500,-
VG-807A	DIGITAL VIDEO GENERATOR 6.700,-
BRÜEL & KJÆER	
1405	NOISE GENERATOR 1.950,-
2307	LEVEL RECORDER 2.900,-
2610	MEASURING AMPLIFIER 4.800,-
EATON	
2075-2A	NOISE - GAIN ANALYZER 6.500,-
FARNELL	
PTS 1000	TRANSM. TEST SET -1000 MHz 4.950,-
SSG 520	SIGNALGENERATOR -520 MHz 2.900,-
GULD	
1425	DIG. OSCILLOSCOPE 20 MHz 2.300,-
GRUNDIG	
VG 1001	VIDEO GENERATOR 3.450,-
VG 1100	VIDEO GENERATOR 9.950,-
FG 80	FARBGENERATOR PAL/SECAM 4.370,-
HAMEG	
HM-203-4	OSCILLOSCOPE -20 MHz 595,-
HM-512	OSCILLOSCOPE -50 MHz 695,-
HEINZINGER	HOCHSPANNUNGSNETZGERÄTE
HNCs 1500-400	-1500 V / 400 mA 2.760,-
HNCs 10 000-50	-10 kV / 50 mA 2.875,-
HNCs 10 000-180	-10 kV / 180 mA 3.910,-
HEWLETT PACKARD	
1300A	X-Y GROSSBILD DISPLAY 1.840,-
16500A/16515A	1 GHz LOG. ANAL. 16 KAN. 12.500,-
214B	PULSE GEN. -10 MHz / 100 V 3.900,-
3312A	FUNKTION GEN. -13 MHz 1.950,-
3314A/001	FUNKTION GEN. -20 MHz 5.950,-
339A	DIS. MEASUREMENT SET 4.500,-
3400A	RMS VOLTMETER -10 MHz 920,-
3406A	SAMPLING VOLTM. -1,2 GHz 1.150,-
3437A	SYSTEM VOLTMETER 3.500,-
3497A	DATA ACQ. / CONTROL UNIT 3.900,-
3586B	SEL. LEVEL METER -32,5 MHz 4.485,-
3722A	NOISE GENERATOR 2.300,-
37729A	FRAME GEN. -139 MBIT/s 22.600,-
37730A	FRAME ANALYZER -139 MBIT/s 18.100,-
4276A	LCZ - METER 9.200,-
4342A	Q - METER -70 MHz 5.900,-
4342A/001	Q - METER -22 MHz 4.900,-
4815A	VECTOR IMP. METER -108 MHz 2.875,-
4945A	TRANSM. IMP. MEAS. SET 9.800,-
5345A/5355A/5356C	COUNTER -40 GHz 9.950,-
5371A	FREQ. + TIME INTERVAL ANAL. 19.500,-
6942A	MULTIPROGRAMMER 3.500,-
7015B	XY - RECORDER A4 1.500,-
7035B	XY - RECORDER A4 1.500,-
7550A	GRAPHICS PLOTTER A3 / A4 2.900,-
7562A	LOG. VOLT./CONVERTER 2.250,-
8016A	WORD GENERATOR -50 MHz 3.900,-
8080A/DO1	300 MHz PULSE / WORD GEN. 7.600,-
8080A/S04	1 GHz PULSE / WORD GEN. 13.800,-
8082A	250 MHz PULSE GENERATOR 3.950,-
8131A	500 MHz PULS-/ DATENGEN. 21.300,-
8175A	DIGITAL SIGNAL GENERATOR 14.500,-
83522A	RF PLUG-IN 10 - 2400 MHz 9.950,-
83525B	RF PLUG-IN 10 MHz - 8,4 GHz 14.750,-
83545A	RF PLUG-IN 5,9 - 12,4 GHz 8.900,-
83572A	RF PLUG-IN 26,5 - 40 GHz 17.500,-
8405A	VECTOR VOLTM. -1000 MHz 2.300,-
8504A	PRECI. OTDR 1300/1550 nm 56.925,-
8505A	NW-ANALYZER -1300 MHz 9.950,-
8508A	VECTOR VOLTM. -1000 MHz 9.000,-
853A/8559A	SP. ANALYZER -21 GHz 16.900,-
8557A	SP. ANAL. PLUG-IN -350 MHz 3.750,-
8642A	SIG. GEN. 0,1 - 1050 MHz 23.800,-
8656A	SIG. GEN. 0,1 - 990 MHz 6.900,-
8656B	SIG. GEN. 0,1 - 990 MHz 8.900,-
8770A	ARBIT. WAVEF. SYNTHESIZER 27.900,-
8901A	MODULATION ANAL. -1300 MHz 8.625,-
8903A	AUDIO ANALYZER -100 kHz 7.935,-
8981A	VECTOR MOD. ANALYZER 33.925,-

Bei Bedarf schicken wir Ihnen gerne unsere  
neue Liste zu, die Ihnen eine größere  
Auswahl unserer Lagerbestände zeigt.

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

**SPEZIAL-IC's 2/96 (Auszug)**

BFX 36	29,95	AD 1893-JN	67,95	EL 2001-CP	12,95	TOTX 173	7,55
2 N 2914	22,95	CS 4328-KP	108,00	EL 2020-CP	9,95	TOTX 176	8,10
MAT 02-FH	19,20	CS 5390-KP	228,00	EL 2030-CP	10,95	TORX 173	7,95
MAT 03-FH	19,85	CS 8402-ACP	34,95	OPA 604-AP	5,75	TORX 176	8,65
DS 2013-65	59,90	CS 8412-CP	34,95	OPA 627-AP	29,80	Kabel-1mtr.	7,50
ISD 1016 P	24,75	Übertr.	16,95	OPA2604-AP	7,10	Kabel-5mtr.	22,50
ISD 2560 P	55,00	Audio-Quarze	?	PCM 63/67/69	?	YM 3437C	29,95
ISD 2590 P	55,00	Osz. PIL	7,95	SFH 505A	6,75	YM 3623B	25,50
Bausätze a Anfrage		Qu. 16.93444M	3,95	SFH 506-xx	4,95	YSF 210B	49,95

**Katalog DM 5,-**

Albert Mayer Electronic, D-87751 Heimerdingen, Nelkenweg 1,  
Tel. 08335/12 14, Fax 08335/94 77, Mo.-Fr. von 9-19 Uhr

**Ihre Platinen in hoher Qualität? Kein Problem!**

- Ihre Vorlage z.B. HPGL, Gerber, Postscript,...
- + 1000 DPI-Plot und Reprofil von uns
- + CNC bohren und fräsen
- + hohe Auflösung durch Sprühätzen
- + Rollverzinn



**Layout Service Oldenburg**  
Kostenlose Preisliste anfordern

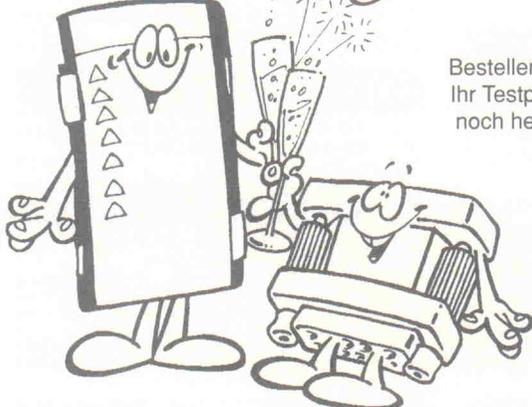
Layout Service Oldenburg Leiterplattenfertigung, Bestückung, Entwicklung  
Finkenweg 3, 26160 Bad Zwischenahn Tel: 04486-6324 Fax: 6103 DFÜ: 6145

**JÜRGEN MERZ**  
COMPUTER & ELECTRONIC

FAX-Abruf Infosystem 05483-9298  
Änderungen und  
Zwischenverkauf vorbehalten.  
Lieferung per UPS-Nachnahme  
+ Versandkosten.

49536 Lienen  
Lengericher Str. 21  
Telefon 05483-1219  
Fax 05483-1570  
Polling 05483-9268

Mit Sicherheit ein  
erfolgreiches Jahr



Bestellen Sie  
Ihr Testpaket  
noch heute!

WIBU-KEY gibt Ihnen die Sicherheit, daß sich Ihre Investitionen in Ihre  
Entwicklung auszahlen. Mit WIBU-KEY sind Sie auch gerüstet für neue  
Betriebssysteme wie Windows'95, Windows NT oder MacOS.

## WIBU-KEY

High Quality in Software Protection

**WIBU**  
SYSTEMS

WIBU-SYSTEMS AG  
Rüppurrer Straße 54  
D-76137 Karlsruhe

Tel. 0721/93172-0  
FAX 0721/93172-22  
CIS 100142,1674

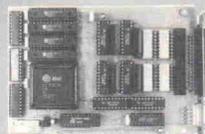
## PC - Messtechnik Entwicklung & Vertrieb

**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 s8h, 16 ch., 16 TTL-I/O	598,-/749,-
HYPHER I/O 12 Bit, 33 kHz, 16 AD, 1 DA, 2 Relais, 20 TTL	1298,-
ADGV12 16ch, 12Bit AD, galv. getr. ±3,3/5/10V, 10µs	789,-
AD16BIT 8ch, 25µs, DA12Bit, 3Timer, 200TTL, 2Relais	1998,-
DAC16DUAL 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 I/O Dreigebir 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	1148,-
LOGIC100/32-32K Logic-Analyser, 100 MS/s, 32 Kanal	1148,-

## Logikanalyser

- 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,-  
PAR8-Modul mit 8 DIL-Relais und Schraubklemmen 298,-  
PAR90-Modul mit 8 Optokoppler-Eingängen 5/12/24V 298,-  
PAR12AD-Modul mit 16 A/D, 12/16Bit, 35µs 498,-/598,-  
PAR2DA-Modul mit 2 D/A, 12 Bit, 0,10 Volt 498,-



Heinrich Esser Str. 27 D-50321 Brühl  
Tel.: 02232 / 9462-0 Fax.: 9462-99  
Info-System per Modem: 9462-98



1. CSG 5, Testbildsender, Color, Kreis DM 1147,-/ 998,-
2. AT 2, ersetzt 16 Audiomeßgeräte DM 1370,-/1191,-
3. RTT 3, Regeltrenntrafo 0-270 V/650 VA DM 741,-/ 645,-
4. ION 2, Luftreiniger, Allergikerhilfe DM 174,-/ 151,-
5. CBE, Bildschirmmagnetisierer macht Schirme bis 110 cm farbklar DM 141,-/ 123,-
6. BMR 95, Regenerier-Computer, bringt taube Bildröhren neu zum Strahlen DM 1452,-/1263,-
7. SP 701, VDE-Meßgerät 0701/0702 DM 573,-/ 498,-

INFOS kostenlos vom Hersteller:

Ulrich Müter, Kriedellweg 38, 45739 Der-Erkenschwick  
Tel. 0 23 68/20 53 - Fax 5 70 17  
Preise mit/ohne MwSt

### 5-fach *brand-neu* LABOR- NETZGERÄT Typ 1129



- Quelle 1: 0...32VDC 0...3A
- Quelle 2: +9...+16VDC 1A
- Quelle 3: -9...-16VDC 1A
- Quelle 4: +2.5...+6VDC 3A
- Quelle 5: -2.5...-6VDC 1A

Made in Germany   
LANDSBERG: Tel: 08191-9193-0 Fax: 08191-9193-8  
CHEMNITZ: Tel: 0371-474-1862 Fax: 0371-474-1862

## Incircuit- und Funktionstest zu einem Bruchteil der Kosten und Zeit bei höchster Testgeschwindig- keit und Prüfschärfe

Unsere Preise für das automatische Testen sind revolutionär: Incircuit- und Funktionstest unter 40.000 DM netto, Adaptionkosten zwischen 300 und 2000 DM und Programmierstellung zwischen 300 und 3000 DM.

Testsysteme von REINHARDT benötigen nur die Eingabeparameter oder CAD-Daten und erlernen die Ausgabeparameter in Sekunden an einem guten Prüfling. Einlern- und Programmierzeit reduzieren sich so auf Bruchteile.

Unser Produktspektrum: analog, Impulse, Leistungselektronik, Stromversorgungen, digital bis 10 MHz, Logikanalyse, Mikroprozessortest, ROM Emulation, I<sup>2</sup>C-Bus, Incircuittest, CAD-Anbindung, optische Anzeigenauswertung, motorischer Abgleich, eigene Prüfadapter und Prüfadapter-Erstellungssystem, pneumatische Tastenbedienung, graphische Fehlerortanzeige auf dem Bildschirm für Pinkontakt, Leiterbahnkurzschluß, defekte bzw. fehlende Bauteile, SMD IC-Lötfehlertest, dezentrale Programmier- und Reparaturstationen, Vernetzung von Testsystemen und Qualitätsmanagement mit ISO 9001.

Mehr als 600 gelieferte Testsysteme in 15 Jahren sprechen für unsere Fachkompetenz, Qualität und Praxisnähe.

# REINHARDT

## System- und Messelectronic GmbH

Bergstr. 33 D-86911 Diessen Tel. 08196/7001 Fax 7005

### Gebrauchte Meßgeräte

#### MESSEMPFÄNGER



ROHDE & SCHWARZ ESH2  
Freq.-Bereich 9KHz-30MHz  
Portable "NEU" **DM 14.900,-**

Spectrum Analyzer  
und vieles mehr ab Lager!

### HTB ELEKTRONIK, Ennen

Alter Apeler Weg 5  
27619 Schiffdorf  
Tel.: 0 47 06/70 44, Fax: 70 49

### SAB 80C537

Mikrocontroller  
Schulungs- &  
Entwicklungssysteme

- \* MC-System im Tischgehäuse
- \* Alle Ports sind herausgeführt
- \* 4fach D/A-Wandler
- \* Analoge Spannungsquelle 0-5V
- \* LC-Display 2x16, beleuchtet
- \* 3x4 Matrixtastatur
- \* ROM-Simulation (on board)
- \* Schnittstellenfunktionsanzeige
- \* Netzteil
- \* Handbuch mit Beispieldiskette
- \* Makroassembler
- \* Debugger
- \* Betriebssystem (EPROM auf Texttool-Sockel)

Einführungspreis: 1777,- DM  
(incl. MwSt)

VN-Datentechnik, Weststr. 18  
52074 Aachen  
Tel. 0241/877030; Fax 877031



### 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 -

## Ihr Elektronik-Spezialist

NEU: jetzt umfangreiches Fernbedienungsprogramm in allen Preisklassen, sowohl programmierbar, als auch vorprogrammiert. Z. B. Top Tel 1 + 2, One for all etc. Und ganz aktuell: Das CD-Reparatur- und Reinigungs-Set, sowie die neue Metex-Dual-Display-Serie



Weiterhin bieten wir zu günstigen Preisen:

- Mischpulte
- Netzgeräte
- Lötartikel
- Alarmanlagen
- Anzeigeeinstrumente (analog, LED, LCD)
- Meßgeräte (analog + digital)
- Print-Halo- und Ringkertrafos
- Knöpfe, Griffe, LED's etc.
- Telefone mit Zubehör
- Gehäuse
- und vieles mehr

Fordern Sie unseren Katalog mit Preisliste an (Nur gewerbliche Anfragen)



PoP electronic GmbH  
Postfach 220156, 40608 Düsseldorf  
Tel. 02 11/2002 33-34  
Fax 02 11/2002 54



## JOYANCE

The Architect of Computer

**GEHÄUSE**

MODEL 559  
19" RACK MOUNT CHASSIS, 4U.

MODEL 520  
19" RACK 20 SLOTS CHASSIS, 4U.

MODEL 392B/396B

MODEL 7791  
19" DISK ARRAY CHASSIS, 4U.

MODEL 610/614  
19" MONITOR ENCLOSURE, 3U.

Meet CE/EMC/VDE.

**CeBIT '96**  
HANNOVER  
HALL 20, #A29

OEM/ODM  
Willkommen

AKTUELL!  
TOWER &  
MINI-TOWER MIT  
ABSCHLEIBBARER  
TUR

HAMBURG OFFICE  
JOYANCE COMPUTER  
Hersteller & Exporteur  
JOYANCE ENT CO., LTD.

TEL: 49-40-786962

FAX: 49-40-786971

TEL: 886-2-281-9967 (REP.)

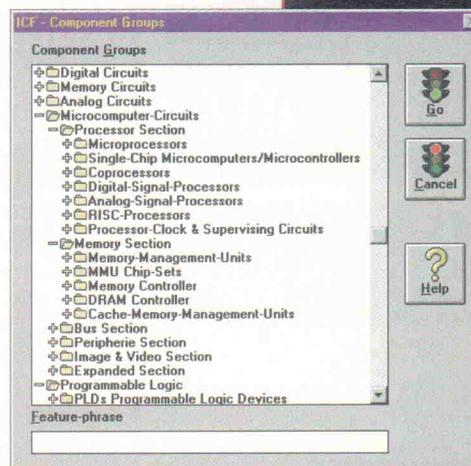
FAX: 886-2-281-8817

# Wer liefert Was in der Elektronik!

Auf CD-Rom oder Diskette

## Sie suchen

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

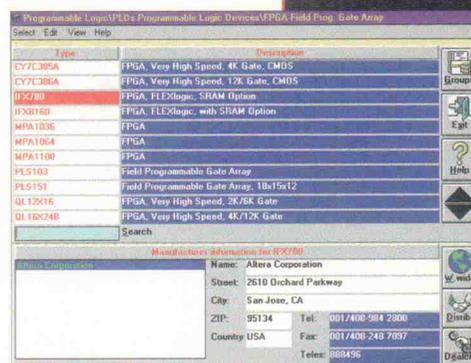


- Strukturiertes Suchen nach Bezugsquellen unter Windows
- Generierung von Fax-Anfragen
- Die Adreßdaten können in andere Windows-Applikationen eingebunden werden.



## 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

**148,- DM**

## Bestellcoupon

Bitte ausschneiden und ab die Post an eMedia, Postfach 61 01 06, 30601 Hannover oder faxen Sie uns: 0511/5352-147

Senden Sie mir bitte **IC-Scout** zum Preis von 148,- DM 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 \_\_\_\_\_

Verrechnungsscheck liegt bei.

Straße/Postfach \_\_\_\_\_

Eurocard  Visa  American Express

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

Card-Nr. \_\_\_\_\_

Gültigkeitszeitraum von \_\_\_\_ / \_\_\_\_ bis \_\_\_\_ / \_\_\_\_  
Monat/Jahr Monat/Jahr

Datum **X** Unterschrift (unter 18 Jahren der Erziehungsberechtigte)

## Werkzeuge für Profis



Programmieren mit dem optimierenden ECO-C-Compiler für Embedded Control, ECO-C DM 515

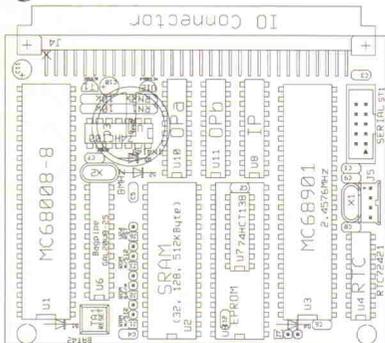
Entwanzen mit dem mächtigen Source Level Debugger für ECO-C, EDB DM 515



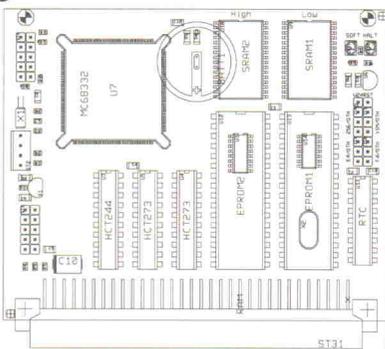
Für SCOTTY08 oder SCOTTY332



Einplatinencomputer SCOTTY08 vorgestellt in elrad 3/92 u. 5/92 Basisversion DM 224



Einplatinencomputer SCOTTY332 Neu! Kompatibel zu SCOTTY08 Basisversion DM 357



MCT Paul & Scherer  
Mikrocomputertechnik GmbH  
Wattstr. 10, 13355 Berlin  
Tel. 030 4631067  
Fax. 030 4638507  
Mailbox. 030 4641429



## Signalprozessor & A/D-D/A-Karten und Software



**MuIII/O** Multifunktionskarte mit TMS320C26 Signalprozessor, 40 MHz, 16\*32kByte Speicher, 32 massezogene oder mit 16 Differenz-Eingängen, 333.000 Messungen/sec, Eingangsspannungsbereiche ±5 V, ±10 V, 12 Bit Auflösung, Übergabespeichertiefe zum PC-Bus 2048 Meßwerte, Timer NEC8254, 24 Digital-Ein/ Ausgänge, Abmessung: 330 mm x 110 mm x 12 mm

**Kostenlose Software:** DSP-Debugger, Loader, Assembler, Windows DLL, Scope-sowie Konfigurationsprogramm, Treiber: DIA-Dago, DIAdem, DASyLab und Visual Designer 3.0

**Optionen zur Basiskarte:** **Aufpreise**

**MUDA412** mit D/A Teil 4-Kanal-12-Bit-D/A, Wandlungsrate 300 kHz, Ausgangsspannungsbereiche (0-10 V, ±5 V, ±10 V) **297,85**

**MUDA412/UI** Nur mit Option MUDA412, Stromausgänge (0-20 mA, 4-20 mA) **192,05**

**MUHS12/85** 12 Bit-850kHz-A/D-Wandler Typ ADS7810, Abtastraten bei Einzelkanalabtastung bis 850.000 Messungen/sec, bei Mehrkanalabtastung 800.000 Messungen/sec mit einer Auflösung von 12 Bit, Eingangsspannungsbereich ±10 V, Die Eingänge sind gemeinsam massezogen. Alternativ A/D-Wandler Typ ADS7810 ±2,5 V **226,55**

**MUHS16/10** 16 Bit-100kHz-A/D-Wandler Typ ADS7805, Abtastraten bis 100.000 Messungen/sec mit einer Auflösung von 16 Bit, Eingangsspannungsbereich ±10 V. **193,20**

**MU/light** MultiChoice light mit 8 Differenz- oder 16 Single-Ende Eingängen, 100.000 Messungen/sec, Eingangsspannungsbereich 0-10 V, 12 Bit Auflösung, Speichertiefe 2048 Meßwerte, Timer NEC8254, 24 Digital-Ein/ Ausgänge, Abmessung: 160 mm x 100 mm x 12 mm **917,70**

**Kostenlose Treiber:** DIA-Dago, DIAdem, DASyLab und Visual Designer 3.0.

**MU/light-D/A** MultiChoice light mit 2-Kanal-12-Bit-D/A, Wandlungsrate 300 kHz Ausgangsspannung ±10 V. **1009,70**

**PC\_DSP-56-2** 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 kostenfreie 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



GmbH

2.298,33

## Telefonanlage K110



Aktive TELEFAX Weiche

### 1 Amtsleitung, 10 Nebenstellen, Türsprechstelle.

IWW, MFV, Wahlumsetzung

- Einstellung über PC mit Windows
- Gesprächs- und Gebührenerfassung
- MFV-Durchwahl
- Uhrzeitsteuerung
- Fernwirken
- 100 Wahlziele
- Alarmeingang, und vieles mehr.



### Türsprechsysteme

zum Anschluß an alle KEIL-Telefonanlagen oder zum Anpassen an bestehende Türsprecheinrichtungen.



Weitere Information erhalten Sie im Fachhandel oder bei:

**KEIL TELECOM**

Bretonischer Ring 15 · 85630 Grasbrunn  
Tel. (089) 45 60 40-0 · Fax (089) 46 81 62

(A) (01) 8 77 41 18 (NL) (020) 6 18 69 11

# KLEIN

# ganz groß

## Nutzen Sie den Kleinanzeigenteil in ELRAD.

Die Bestellkarte finden Sie in der Heftmitte.

## ESiBOX der EPROMSIMULATOR

Mit dem Simulator ESiBOX können alle gängigen modernen EPROM-Typen ab dem 2764 (8 KB) bis zum 27040/274001 (512 KB) simuliert werden.

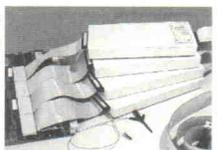
- Stückpreis:  
ESiBOX-2 2MBit, 120ns **598.-DM**  
ESiBOX-4 4MBit, 120ns **798.-DM**



Das perfekte Werkzeug für Entwickler.

**...einfach anschließen, denn EPROMs löschen ist OUT.**

Bis zu 4 Simulatoren können gleichzeitig an einem PC-Druckerport angeschlossen und unabhängig voneinander betrieben werden.



**ESiBOX modular ist Trumpf** ... auch bei 32 Bit gute Karten.

### NEU: ISOPORT 345.-DM

Die galvanische Trennung zwischen dem PC und den Simulatoren. Spannungsversorgung für bis zu 4 Simulatoren erfolgt durch den PC.



Informationen oder Bestellung unter:  
Tel. 02405 - 4644 - 0  
Fax 02405 - 4644 - 50

**NEUMARK ELEKTRONIK**

**Coupon** für mehr Informationen an Neumark Elektronik

Schumanstraße 18 D-52146 Würselen



# Platinen und Software

**ELRAD-Platinen** sind aus Epoxid-Glasartgewebe, sie sind gebohrt und mit Lötstopplack versehen bzw. verzinkt. Alle in dieser Liste aufgeführten Leerplatinen und Programme stehen im Zusammenhang mit Projekten der Zeitschrift **ELRAD**. eMedia liefert nur die nicht handelsüblichen Bestandteile. Zum Aufbau und Betrieb erforderliche Angaben sind der veröffentlichten Projektbeschreibung zu entnehmen. Die Bestellnummer enthält die hierzu erforderlichen Angaben. Sie setzt sich zusammen aus Jahrgang, Heft- und einer laufenden Nummer. Beispiel 119-766: Monat 11, Jahr 1989. Besondere Merkmale einer Platine können der Buchstabenkombination in der Bestellnummer entnommen werden: ds = doppelseitig, durchkontaktiert; oB = ohne Bestückungsdruck; M = Multilayer, E = elektronisch geprüft. Eine Gewähr für das fehlerfreie Funktionieren kann nicht übernommen werden. Technische Auskunft erteilt die **ELRAD**-Redaktion montags bis freitags nur zwischen 11.00 und 12.00 Uhr unter der Telefonnummer 05 11/53 52 4 00.

## PC-Projekte

<b>Uni Count</b> Timer/Zählerkarte	111-904/ds	70,00
<b>EPROM-Simulator</b>	040-816/ds/E	68,00
— Anwendungssoftware	S040-816M	29,00
<b>Achtung, Aufnahme</b>		
— AT-A/D-Wandlertarte incl. 3 PALs + Recorder (Assembleroutinen) 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>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>Hoffline</b> PC-Spektrum-Analyzer		
— RAM-Karte inkl. Analyse-Software	091-894/ds	64,00
— 16-Bit-ADC-Karte	101-897/ds	64,00
— 12-Bit-ADC-Karte	101-898/ds	64,00
<b>Centronics-Umschalter</b>	101-901/ds	64,00
<b>SendFax-Modem</b>		
— Platine	071-891/ds	64,00
— EPROM		25,00
<b>Messfolie</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-S-Chauffeur</b>		
— PC-Karte, GAL, SuPI, Treibersoftware	043-971	395,00
<b>Fuzzynerend</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-L.A. 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		
— GAL-Satz (3 Stück)	084-1025/ds	64,00
— S084-1025		29,00
— 025-1042/ds		64,00
<b>20-Bit-A/D-Wandler</b>		
<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. EPROM + 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</b> A/D-Wandler am Printerport inkl. Software		
	035-1040	98,00
<b>PICs Kartentricks</b> 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>Home-Interface</b> inkl. Software		
<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>Melbunkt</b> Slave-Knoten für den DIN-Melbus		
— 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
<b>Knopfzellen</b>		
PC-Interface für Dallas-Touch-Memories		
— Platine und programmierter PIC	105-1064	79,00
<b>TRathlon</b> PC-Multifunktionskarte mit digitalem Signalprozessor TMS320C26		
— Platine, programmiertes CPLD EPM7064, PAL und GAL, Programmdiskette, Hardwareokumentation	105-1070	320,00
<b>Motormaster</b> PC-Servo-Karte		
— Multilayer-Platine, GALs, Software-Bibliothek		
— DOS-Software SYNC (interaktive Steuerung, HPGL-Interpreter)	115-1071	328,00
	115-1072	98,00

## Mikrocontroller-Projekte

<b>MOPS</b> Einplatinenrechner mit 68 HC 11		
— Platine	031-874/ds/E	64,00
— Platine Vers. 2.3e (Mops plus)	082-938	78,00
— Entwicklungsumgebung PC-Diskette inkl. Handbuch	S 031-874 M	100,00
<b>MOPSLight</b> Miniboard 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-Dog</b> InterBus-S-Controller		
— Platine inkl. SuPI II und Handbuch	113-1002/ds	179,00
<b>Vport-152/k</b> Bitbus-Controller		
— Platine inkl. Monitor-EPROM, Handbuch und Terminalprogramm	083-986/ds	198,00
— Bitbus Master-EPROM	S083-987	198,00
— Bitbus Slave-EPROM	S083-988	98,00
— IF-Modul Platine RS-485	083-989/ds	35,00
— IF-Modul Platine RS-232/Stromschleife	083-990	25,00
— PIF-Modul Platine, seriell	083-991/ds	35,00
— PIF-Modul Platine, parallel	083-992/ds	35,00
<b>Rex Regulus</b>		
— Miniproz.-Controllerplatine Win Reg.-Simulationsprogramm Betriebsprogramm-EPROM	123-1004	229,00
<b>PIC-Programmer V.2.0</b>		
— Platine Betriebssoftware EPROM Betriebssoftware PC-Diskette	014-1005/ds/E	156,00
— PIC-Adapter (2-Platinensatz)	064-1017/ds	36,00
— PIC-Simulator	064-1018/ds/E	33,00
— PIC-Evaluationkarte	054-1014/ds/E	98,00
<b>Kat-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>		
— Programmiergerät für AT89C51/52/1051/2051 inkl. Platine, PLCC-44-Adapter, DIP-20-Adapter und Software	085-1063	175,00
— Flash-µC-Prototyp-Platine für AT89C51/52	085-1051	88,00
<b>BDMops</b> Minimal-Mops als BDM-Interface an RS-232		
— Platine + Diskette	105-1065	49,00
<b>PICterm</b> Kleinterminal mit PIC-Controller		
— Platine, prog. PIC, Diskette	115-1067	79,00
— Tastaturplatine	115-1068	20,00

## 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-Home-Interface</b>		
— Interface	101-899/ds	38,00
— Steuersoftware	S101-899A	30,00
<b>19-Zoll-Atari</b>		
— Platine 1-3 und Backplane + Diskette	062-920/M	392,00
— Speicher Platine	062-925/M	98,00
— TOS Platine	062-926/M	98,00
— Backplane Platine	062-927/M	98,00
— CPU Platine	062-928/M	98,00
— GAL-Satz (5 Stück) ohne MEM GAL	S062-920/1	52,00
— MEM-GAL	S062-920/2	15,00
— SCSI-Adapter inkl. 3 GALs, 1EPROM und Software	033-966/ds	179,00
— SCSI-EPROM einzeln	S033-966	49,00
<b>ST-MessLab</b>		
— Platinensatz + Software + GAL	023-941	568,00
— Einzelplatinen auf Anfrage		

**So können Sie bestellen:** Um unnötige Kosten zu vermeiden, liefern wir **nur gegen Vorauskasse**. (Bestellsumme zuzüglich DM 6,- für Porto und Verpackung). Folgende Zahlungsverfahren sind möglich: Einzahlung 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>LablPascal</b> Softwarepaket für die Meßtechnik	
— Offline-Version	98,00
— Online-Version mit integr. Treiber, wahlweise Achtung Aufnahme, Wandelboerd oder Stecker A/D Unicard oder Multi Port	198,00
<b>ELRAD-Internet-Paket</b>	S025-1039 20,00
<b>CD-ROM PLDIstart</b>	S045-1043 99,00
<b>ICScout-CD-ROM</b> Wer liefert Was in der Elektronik	095-1058 148,00
<b>ICScout-Diskette</b> Wer liefert Was in der Elektronik	095-1059 148,00

## Audio-Projekte

<b>Beigeordneter</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>Surround Board</b>	084-1026 75,00
<b>Surround Extension</b>	
— Platine + EPROM	094-1030 45,00
<b>Harddisk-Recording</b>	
— 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
<b>Lückenfüller</b> Sample-Rate-Converter	
— Platine	105-1066/ds 39,00

## Sonstige Projekte

<b>Modu-Step</b> Bi/Unipolare Schrittmotortreiber	
— Uni Step	062-922 45,00
— NT Step	062-924 45,00
<b>Drive</b> Servotreiber	102-936 45,00
<b>9-Bit-Funktionsgenerator</b>	
— Frontplatine, Hauptplatine, 1 GAL, 3 EPROMs	032-910 160,00
<b>LowOhm</b>	011-868/ds 32,00
<b>V-24-Treiber</b> 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-BitA/D-Wandlertarte 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
<b>Patty, 50 MHz, Patterngenerator</b>	
— Platine + GAL + EPROM + Diskette	124-1031/oB 348,00
<b>Der 445 MACHs</b> MACH 445-Evaluationsboard mit Controller-Modul	
— Platine bestückt mit MACH 445	
— Entwicklungssoftware für MACH 445 und HC11	125-1069 158,00

## Artikel-Recherche in

**c't** magazin für computer technik

**ELRAD**  
Magazin für Elektronik und technische Rechenanwendungen

**iX** MULTIUSER MULTITASKING MAGAZIN

**GATEWAY**  
MAGAZIN FÜR DATEN- UND TELEKOMMUNIKATION

Das 'offizielle' Gesamtregister der Heise-Fachzeitschriften c't (12/83 bis 12/95), ELRAD (11/77 bis 12/95), iX (11/88 bis 12/95) und Gateway (1/94 bis 12/95). 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: 20 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)

### C- & PASCAL-

#### Entwicklungsumgebungen

8031/32, 8751/52, 80C535/C537, 80C320 ...

- Compiler (Pascal/C)
- Assembler
- Echtzeitkern
- div. Bibliotheken
- Simulator
- Multi-File-Editor
- Linker
- OOP (Pascal 5.x)
- On-Line-Hilfe
- kompakter Code
- 1 Jahr Updates
- 1 Jahr Hotline

SYSTEM51 C oder Pascal ab 2012,50 DM  
SYSTEM51 für Windows 2415,00 DM

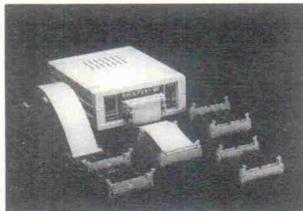
In-Circuit-Debugger mit vielen Features wie Quelltextdebugging, Einzelschrittmodus und Assembler u.v.a. inkl. Interface 977,50 DM

#### In-Circuit-Emulatoren

BICEPS51-compact: Neuartiges Emulator-konzept ermöglicht universellen und flexiblen Einsatz für vorhandene und zukünftige Prozessoren der 8051-Familie

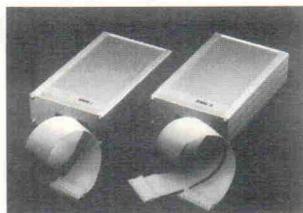
- Eprom-Adapter für alle Prozessoren der 8051-Familie
- Hochsprachen-Debugging
- Real-Time-Trace (32 K x 16 Bit)
- Hardware-Breakpoints (64 K)
- unterstützt ROM-Versionen mit Hilfe von Piggy-Back-CPU's
- keine Einschränkungen von Speicherplatz, Registern, Ports, Interrupts usw.

BICEPS51-compact 2875,00 DM



BICEPS51-III: 24 MHz-Version, 32 K x 72 Bit Real-Time-Trace-Speicher, 1 Adapter (POD) nach Wahl, erweiterte Break-Logik, Unterstützung des DALLAS 80C320 u.v.m.  
Einführungspreis bis 31.03.96 4588,50 DM  
Bitte Demodiskette anfordern!

#### 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-Assembler

Integrierte Entwicklungsumgebungen mit Cross-Assembler für die 8051-Familie

- Macro-Assembler
- Terminal
- Editor
- On-Line-Hilfe
- Simulator
- Quelltextdebugging

Eu8051 439,00 DM  
weitere Prozessoren auf Anfrage!

Bitte Informationen anfordern!

Soft- und Hardwareentwicklung  
Jürgen Engelmann Ursula Schrader  
Am Fuhrenghege 2, 29351 Eldingen  
Tel. 05148/286 Fax 05148/853

# ELRAD

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

## Seminarführer

### 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

### SOHARD

SOFT- AND HARDWARE ENGINEERING

Bussardstr. 19  
90766 Fürth  
Tel. 0911/973410  
Fax. 0911/9734110

ISO 9000 Zertifikat

#### ISO 9000 Seminare

- ▶ ISO 9000  
- der Weg zum Zertifikat
- ▶ Software Qualitätssicherung  
- Theorie und Praxis

#### Weitere SoHard Seminare

- ▶ WINDOWS NT  
- Server in Microsoft Netzen
- ▶ WINDOWS 95  
- der schnelle Einstieg
- ▶ WINDOWS 95  
- Administration

Alle Seminare auch als Inhouse - Schulungen

## Nicht zu übersehen

sind Ihre Termine im Seminarteil ELRAD

Nicht zu übersehen sind auch die günstigen Anzeigenpreise. Alle Infos, die Sie brauchen, erhalten Sie unter 05 11/5352-164 oder -219

ELRAD

Werben ohne Umwege



### 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:



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

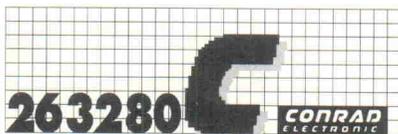


Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

# 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



Elektronische Bauelemente · HiFi ·  
Computer · Modellbau · Werkzeug  
Meßtechnik · Funk · Fachliteratur

Leonhardtstr. 3  
90443 Nürnberg  
09 11 / 263280

### Radio-TAUBMANN

Vordere Sternstraße 11 · 90402 Nürnberg

Ruf (09 11) 22 41 87

Elektronik-Bauteile, Modellbau,  
Transformatorbau, Fachbücher



Elektronische Bauelemente · HiFi ·  
Computer · Modellbau · Werkzeug  
Meßtechnik · Funk · Fachliteratur

Klaus-Conrad-Str. 1  
92240 Hirschau  
09622/30-111

# balü electronic

20095 Hamburg

Burchardstraße 6 - Sprinkenhof -  
☎ 040/33 03 96

24103 Kiel

Schülperbaum 23 - Kontorhaus -  
☎ 04 31/67 78 20

23558 Lübeck

Hansestraße 14 - gegenüber dem ZOB  
☎ 04 51/8 13 18 55



Asterlager Str. 94a  
47228 Duisburg-Rheinhausen  
Telefon 0 20 65/6 33 33  
Telefax 0 28 42/4 26 84

Elektronische Bauelemente, Computerzubehör, Bausätze,  
Lautsprecher, Funkgeräte, Antennen, Fernsehersatzteile

Qualitäts-Bauteile für den  
anspruchsvollen Elektroniker  
**Electronic am Wall**  
44137 Dortmund, Hoher Wall 22  
Tel. (02 31) 1 68 63

K A T A L O G K O S T E N L O S



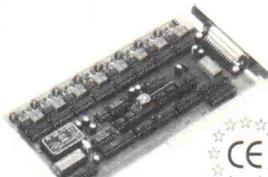
POSTFACH 1040  
26358 WILHELMSHAVEN  
TEL.: 0 44 21 - 2 63 81  
FAX: 0 44 21 - 2 78 88  
ANRUFBEANTWORTER:  
0 44 21 - 2 76 77

### KRAUSS elektronik

Turmstr. 20, Tel. 071 31/681 91

74072 Heilbronn

### 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 Schiebeline, Bögelmeßschraube usw.
- Zählerkarte  
Ereigniszählung, Zeit-, Frequenzmessung
- 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

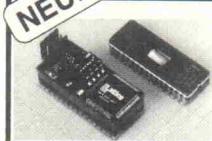
ERMA-Electronic GmbH · 78194 Immendingen  
Max-Eyth-Str.8 - Tel. (07462) 7381 - Fax 7554



ERMA Electronic GmbH



### LILIPUT Eprom-Emulator



Ein EPROM-Emulator in der  
Größe eines 32-poligen Eproms!  
- Emulation aller gängigen 8-  
Bit-Eproms bis 27040  
- 16-Bit-Systeme mit zwei  
Liliput emulierbar  
- serieller Highspeed-Download,  
bis 115200 Baud, optoelektronisch  
entkoppelter Anschluß

LILIPUT4 DM 1135,05  
LILIPUT1 (ab Febr.) DM 630,20

Besuchen Sie uns auf der  
**Embedded Systems '96**  
in Stuttgart-Sindelfingen am 14.-16. 2.

Viele weitere  
Eprom-  
Emulatoren  
im Angebot!

### Universal-Programmier-Geräte

für E(EP)ROM, BPPROM, PAL, GAL, PLD, MEM-  
Test, µPU 8748/51-, Z8-Serie, IC-Test u.v.m.  
über 100 versch. Adapter lieferbar z.B.: MACH-  
Serie, ICCARD, PLCC, SIP/SIM-Test, GANG

auch mit 48-  
Pin-Sockel  
lieferbar

ALL07-DR DM 1736,50

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

ALL07-PC DM 1552,50

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



### EPROM-Programmier-Geräte

SEP-81AE / SEP-84AE

SEP-81AE (1\*Socket) DM 565,-

SEP-84AE (4\*Socket) DM 699,-

Lieferung inkl.  
deutschem Handbuch

weitere Eprom-  
Programmiergeräte:

EPP-1E  
(bis 512KBit)

DM 358,-

EPP-2E  
(bis 4 MBit)

DM 498,-

### DESIGN-51

komplettes  
Emulator-Entwicklungs-System  
für MPU-8051-Familie

- Benutzung Ihres PCs zum Laden, Steuern  
und Debuggen
- bestehend aus Hardware-Emulator, Cross-  
Assembler und Debugger
- Debugger für ASM, PLM und C-Source-  
Programme
- vielfältige Optionen



DM 570,-

Wir führen auch Embedded Controller !!

### COM-Watch Professional



Das Diagnoseprogramm für serielle  
Verbindungen: COM-Watch Professional

- Beobachten, Analysieren und Dokumentieren des Daten-  
verkehrs einer seriellen Verbindung
- Bedienung auch über Scriptsprache möglich  
opt. Erweiterung für RS422 und RS485
- mehrere Taggermöglichkeiten (u.a. Post-/Pre-Triggern)
- automatische Baudratenerkennung (bis zu 115Kbaud)
- mehrere Darstellungsformate  
Diskstreaming

DM 802.70

(inkl. Anschlußkabel)

### CPU-Boards

AP-4100AA All-In-One CPU-Board für Prozessor 486SX-DX4

- kompletter PC auf einer Karte von 185\*122mm
- 2 schnelle serielle Schnittstellen
- 1 parallele Schnittstelle
- IDE-Controller, FDD-Controller
- Tastatur-Anschluß
- Watchdog-Timer
- PC/104 Erweiterungsbus
- max. 128MB RAM

nur DM 516,-

### PCFACE-III

ISA-Karten-Tester

Kartenwechsel ohne PC-Abschaltung



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

DM 687.70

PCFACE-IIIc

10 Steckplätze - ohne Gehäuse  
DM 915.40



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



Wir akzeptieren:

VISA

MasterCard

Egerlandstr. 24a, 85368 Moosburg

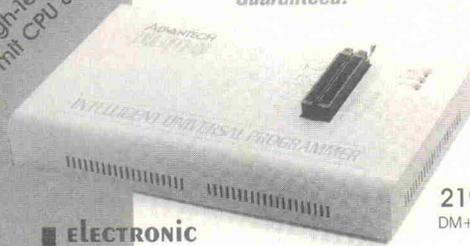
☎ 08761 / 4245 oder /63708

FAX 08761 / 1485

Mailbox 62904

**Introduction** **LabTool-48**  
 No adapter required for any DIP device up to 48-pins—  
 Guaranteed!

High-Tech Design mit CPU & FPGA



Extrem schnell - 100s / 8MBit  
 Direkte Programmierung aller Bauteile bis DIL48  
 Option: 2 EPROM-Simulieren  
 Garantiert ohne Adapter • Nur ein Adapter für alle PLCC44-Bauteile • Abgetastet am PC-Druckerport • Ist mobil • Integrierte Stromversorgung

**2195,-**  
DM+MwSt.

**ELECTRONIC**  
 D-47179 Duisburg • Kurfürstenstraße 47  
 Telefon 0203-991714-0 • Fax 991714-1 • BBS 991714-2

**Neu und gebraucht:**  
 -HeNe und Argon-Laser  
 -Laserdioden  
 -Ablenkeinheiten und Software  
 -Spiegel und Filter  
 -Mechanische Komponenten

**Lasersysteme**  
 es: lasersysteme D. Baur  
 Heerweg 14 D-72116 Mössingen  
 Tel. 07473/7142 u. 24445 Fax 24661

**Muster-Platinen ab DM 79,-**

Europakarte, 2-seitig, durchkontaktiert, verzinkt  
 Lieferzeit 24 Std. bis 15 Arbeitstage  
 Preise ohne MwSt., Porto und Verpackung

**BROSS Datentechnik** Marie-Curie-Str. 4-6 25337 Elmshorn  
 Tel.: 04121/470 134 Fax 04121/470 135 Mailbox 04121/470 198

**Haben Sie gute Kenntnisse in der Schaltungstechnik?**  
 Einem **Elektroniker**  
 mit praktischen Erfahrungen, bieten wir eine interessante, abwechslungsreiche Tätigkeit in unserer Entwicklung und im Prüffeld

**NAGY Meßsysteme GmbH**, Siedlerstraße 34  
 71126 Gäufelden bei Herrenberg, Telefon 0 70 32/7 66 70

**An- und Verkauf von elektronischen Bauteilen**  
 aus Auflösungen, Überbeständen und Restposten, nur 1. Wahl, zu äußerst günstigen Preisen für Handel, Industrie und gewerbliche Verbraucher.

**Heldt Electronicversand**  
 Handorfer Weg 13 · 31241 Illsede · Phon: 0 51 72/23 00 · Fax: 0 51 72/94 41 00  
 Alle 14 Tage neue Listen kostenlos anfordern.

**Gebrauchte Meßgeräte**  
**POWER SUPPLIES**



HEWLETT PACKARD 6002A  
 DCO-50V/0-10A/200W;  
 IEEE-488 Schnittstelle **DM 1.598,-**

Viele weitere Netzteile ab Lager!

**HTB ELEKTRONIK, Ennen**  
 Alter Apeler Weg 5  
 27619 Schiffdorf  
 Tel.: 0 47 06/70 44, Fax: 70 49

**MSR mit CAN**

<b>PCECAN</b> Extended CAN-Karte für den PC	<b>399,-</b>
<b>PCCAN</b> Intelligente PC-Karte, inkl. Software in BRCC-Code	<b>829,-</b>
<b>SCHECKKARTE (HC11/CAN)</b> inkl. Kommunikations- und I/O-Routinen	<b>309,-</b>
<b>12-Bit AD/DA mit CAN</b> Europakarte mit HC11	<b>919,-</b>
<b>SLIO-KNOTEN (Elrad 4/5 94)</b> CAN-Messbox für Industrieinsatz	<b>399,-</b>
<b>8x12-Bit Analog-In, 2x12-Bit Analog-Out, 2x Relais-Out, 4x dig-in</b>	<b>919,-</b>
<b>CANMON</b> Monitor für CAN-Bus unter Windows	<b>349,-</b>

**CAN-Starter-Kits**

**Ing.-Büro SONTHEIM**  
 Mittlere Eicher Str. 49 · 87435 Kempten  
 Tel. 08 31/1 82 30 · Fax 08 31/2 29 21

**SIM PIC** NEU!  
 Simulator für die PIC-Familie. Professionelles Werkzeug für die Entwicklung oder Schule. 16C54/55/56/57/71 **DM 198,-**

**EMU PIC** NEU!  
 Emulator/PC-Einsteckkarte ab **DM 78,-**

**SIM8051**  
 Komfortabler, leistungsfähiger Simulator für 8051/52/53/537/552 **DM 198,-**

**ASM51**  
 Assembler für die 8051-Familie **DM 198,-**  
 Kostenlose Infos anfordern!

**ORIMANN**  
 Mikrocomputer-Entwicklung  
 Siedlerstr. 34, 83308 Trostberg  
 Tel.: 08621/6450-50 Fax: /6450-51

**Warum immer hinterherlaufen?**

ELRAD gibts auch im Abo. Bequem und preiswert.

**Nutzen Sie die Abo-Bestellkarte in der Heftmitte.**

**ELRAD**

**GAL-Development System GDS 3.5**



Das komplette PLD-Entwicklungssystem  
 Der einfache Einstieg in die PLD-Technologie. SAA-Oberfläche, komplett in deutsch, mit Editor, Assembler, Minimierer, Macros und Simulation. Erzeugt 100% Jeda-Code für GALs 16V8, 20V8, 18V10, 22V10, 26CV12, 20RA10 und PALCE 16V8, 22V10. Integriertes Programmierinterface für ispGAL 22V10 und Switch-Matrix Bausteine GDS 14,18, 22. Programmiergerät zum Anschluß an den Druckerport, 2 Tastaturlöcher, Verbindungskabel und Netzteil. Diskette 3.5 Zoll, viele Beispiele und deutsches Handbuch. **398,- DM**

**GDS 3.5** für All Ox, GALEP, DATA I/O, ELCOPEC, SPRINT usw. **198,- DM**

Info, Demo, Preisliste kostenlos anfordern. Sonderpreise für Studenten, Aus- und Fortbildungsgestätten.  
**SH-ELEKTRONIK**  
 Marthastr.8 24114 Kiehl  
 Tel. 0431 665116 Fax 0431 674109

**CV-Module**  
**Flash V25plus**  
**12bit AD-DA**  
**Touch-LCD**  
**opto I/O, Rel.**  
**Chipkarten**  
**4-20mA, 19"**  
**C u. Pascal**

**Ing.Büro R. Stute**  
 Tel. (0231) 531 04 32  
 Fax (0231) 531 04 34

**µ-BASIC/51-Compiler - Assembler/51**  
**MIDI/RS232 - 80C535 -**  
**51-er Mikro-Controller-Entwicklungs-Systeme**

**µ-BASIC/51-Compiler** **Assembler/51-Paket** **Hardware (Bausatz)**

- Strukturiertes BASIC • 32-Bit Fließkomma-Arithmetik • Komfortable Stringfunktionen • Für alle 51-er Mikrocontroller geeignet • Ziellenummerfrei Dynamische Speicher-Verwaltung • Small & Large Memory-Modelle • Trigon. Funktionen • Symbolisch inkbarer Code • Interrupts • Deutsches Handbuch
- Makroassembler • Symbolischer Linker • Komfortabler Source-Level-Debugger • RS232/MIDI Kommunikationsbibliothek 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-Entwicklungs-System, Software für PC oder ATARI, inkl. Hardware:  
 ② + ③ = **228,-**  
 Dto., inkl. µ-BASIC Compiler, Sw. für PC oder ATARI:  
 ① + ② + ③ = **357,-**

**Kostenlose Info anfordern!**

Versand: NN 8 50. Vorkasse (Scheck) 5 -- Lieferungen ins Ausland und Lieferungen auf Rechnung (nur offen!) Einrichtungen und Großfirmen: Preisaufschlag 3% und 3% Skonto / 10 Tage) auf Anfrage

**Telefonzeiten:** Mittwochs: 9h-11h, 15h-18.30h  
 Montags & Freitags: 9h-11h, 13h-15h  
 0721 /9 88 49-0 Fax /88 68 07

**WICKENHÄUSER ELEKTROTECHNIK**  
 Dipl.-Ing. Jürgen Wickenhäuser  
 Rastlatter Str. 144, D-76199 Karlsruhe

**neue DC-LABOR- und SYSTEM-Netzgeräte**



das Arbeitspferd mit POWER BOOST für doppelten Strom  
 \* optionale RS - 232-Karte  
 \* opt. IEEE 488.2-Karte SCPI  
 \* opt. RCP=Analogsteuerung  
 \* 19" (nur 2HE = 88mm Höhe)

**LEIPEZ ELECTRONICS**

1130-018: 0...16VDC 0...20(40)A  
 1130-032: 0...32VDC 0...10(20)A  
 1130-064: 0...64VDC 0...5(12)A

Made in Germany

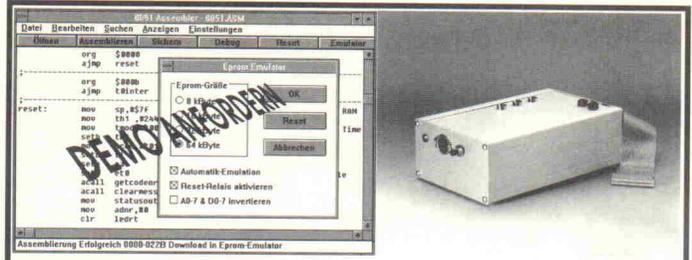
LANDSBERG: Tel.: 08191-9193-0 Fax: 08191-9193-8  
 CHEMNITZ: Tel.: 0371-474-1862 Fax: 0371-474-1862

# GEHÄUSE - FRAGEN SUNTEK hat Lösungen Fragen Sie SUNTEK

TEL. 0 21 37 / 1 30 31-33 · Fax 0 21 37 / 1 35 14

oder besuchen Sie uns auf der CeBIT: Halle 8 OG, Stand E20

SUNTEK COMPUTER GMBH Mainstr. 25-29 41469 NEUSS GERMANY



## 8051 Assembler Eprom-Emulator

Moderner 2 Pass Assembler in Windows-Umgebung. Verarbeitung von Include Dateien für größere Programme. Debug-Anzeige des generierten Programmcode. Automatischer download zum Eprom-Emulator bei erfolgreicher Assemblierung! Die ideale Kombination für schnelle Mikroprozessoren-Entwicklungen. Kompatibel für zukünftige Systemerweiterungen.

Emuliert 8, 16, 32 oder 64kByte Eproms. Schneller download (64kByte in 10 sec.) Potentialfreier Resetausgang (per Software konfigurierbar). Eloxiertes Aluminium Gehäuse. 3 LED Statusanzeigen.

R. Stratmann Software  
Gellerstraße 21  
46397 Bocholt  
Tel. & Fax (0 28 71) 3 28 16

Gute Idee!

8051 Assembler+Eprom-Emulator 32kByte 649,-  
8051 Assembler+Eprom-Emulator 64kByte 699,-  
8051 Assembler Demoversion 15,-  
(Preis für Demoversion wird beim Kauf angerechnet)

Kooperationspartner für C, Pascal und Basic-Compiler gesucht!!!

### PIC-WERKZEUGE

16C5x/16C71/16C84

Die preiswerte Alternative zum Emulator ist unser modulares PIC-Entwicklungssystem.

**Simulator iL\_SIM16** DM 172,50  
• schnell, interaktiv, Symbole, Mausbedienung, Interrupts, ADC  
• übersichtlich, alles auf "einem Blick", div. Signalgeneratoren

**BASIC-Compiler iL\_BAS16** DM 172,50  
• für 16C24 u. 16C71, kein Interpreter!

**Prommer (Prototype) iL\_PRG16** DM 230,-

**I/O-Interface iL\_VIEW16** DM 448,50  
• Schalter u. LED an jedem Pin, Hardwareanschluß über PDD

**I/O-Interface iL\_HARD16** DM 230,-  
• wie iL\_VIEW16 u. LEDs u. Schalter

**PIC-Experimentierboard** DM 150,-  
• V24, Output-Treiber, Input-Schalter, Relais

**PICGRAPH + GEDDY-Economy** DM 198,-  
• grafisches Generierung von Eingangssignalen für iL\_SIM16

Interessante Kombipreise, Preise incl. 15% MwSt

**INGENIEURBÜRO LEHMANN**

Fürstenbergstr. 8a, 77756 Hausach,  
Telefon und Fax (07831) 452

### SMD-Widerstände 0603

Bauform 0603 (1,6 x 0,8 x 0,5 mm), Wertebereich: 10  $\Omega$  – 1M $\Omega$  und Jumper, Reihe E12, Toleranz 5%, mit Wertaufdruck, Spannung: max. 100 Volt, Verlustleistung: max. 1/16 Watt, ab Lager lieferbar.

### SMD-Kondensatoren 0603

Bauform 0603 (1,6 x 0,8 x 0,5 mm), Wertebereich: 1,0 pF – 100 nF, Reihe E12, (Reihe E3: 22 nF – 100 nF), Spannung: max. 50 Volt (47 nF/100 nF: 25V), ab Lager lieferbar.

Komplette Widerstands- und Kondensator-sortimente sind ab Lager lieferbar.

Weiterhin ab Lager:  
SMD-Widerstände 0805 und 1206 (1% und 5%);  
SMD-Kondensatoren 0805 und 1206 (1.0pF – 1 $\mu$ F)

Katalog M 16 verlangen.

### Der SMD-Spezialist

Für Fachhandel und Industrie auf schriftliche Anforderung Kataloge mit Nettopreisen

**MIRA-Electronic**  
Konrad und Gerhard Sauerbeck GbR  
Beckschlagergasse 9 · 90403 Nürnberg  
Tel. 09 11/55 59 19 · Fax 09 11/58 13 41

### SPS-Kleinsteuerungen



digitale und analoge ein-/ausgänge textanzeige f-tasten pc-programmierung

**BOLLRATH elektronik**  
D-46414 Rhede  
Lönsweg 9 Tel. 02872-2503 · Fax 02872-6907

### Gebrauchte Meßgeräte

#### SIGNAL GENERATOREN



HEWLETT PACKARD 8656B  
Freq.-Bereich 0,1-990MHz DM 6.900,-

ADRET 740A  
Freq.-Bereich 0,1-1120MHz DM 4.900,-

### HTB ELEKTRONIK, Ennen

Alter Apeler Weg 5  
27619 Schiffdorf  
Tel.: 0 47 06/70 44, Fax: 70 49

### SONDERANGEBOHRT

Beringte Bohrer ab DM 3,30 je Stück · Spezial-Gravurstichel zum Isolationsfräsen DM 16,- je Stück · Durchkontaktiernieten DM 30,- je 1.000 Stück  
Dry-Peel Chemikalienfreier Kontaktfilm DM 5,60 je Stück A3 · preiswerte Bohrerunterlagen · Original Bungard fotobeschichtetes Basismaterial

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

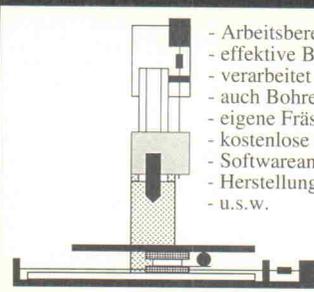
Bungard Elektronik  
Rilke Straße 1  
D-51570 Windeck  
Tel. (0 22 92) 50 36 · Fax 61 75

### TRANSFORMATOREN

Schnittband und Ringkerntrafos von 5 - 750 VA  
Anpassungstrafos für 100 V System (ELA).  
Fertigung von Einzelstücken und Kleinserien speziell nach Kundenwunsch – wir garantieren kurzfristige Lieferzeiten!

**FLETRA-Transformatoren**  
Nürnberger Straße 13, 91224 Pommelsbrunn  
Tel. 0 91 54/82 73, Fax 0 91 54/88 03

### 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 (18000 UPM), Rechner, Software) **8700,- DM**  
(Auch ohne Rechner und Bohrmaschine lieferbar.)

**CHV-electronics**  
Bismarckstr. 24/1, 88045 Friedrichshafen, Tel.: 07541/930237, FAX: 07541/930238

### HELMUT GERTH

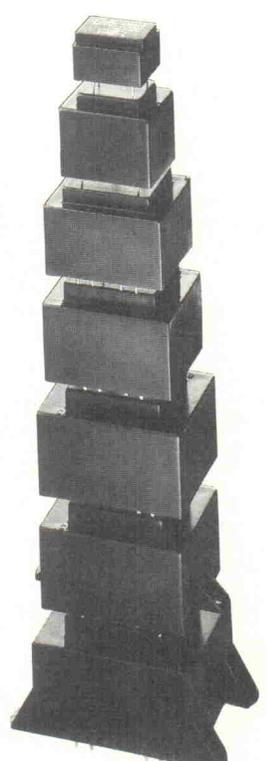
TRANSFORMATORENBAU

SCHWEDENSTRASSE 9 · D-13359 BERLIN · TEL. 0 30/4 92 30 07 · FAX 0 30/4 92 54 70

### 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



**Verkaufte LCD-Displays mit Controller HD44780A00** 24 Zeichen 1zeilig/2zeilig Farbe blau Maße Platine 118x36mm. Die Anzeigen sind gebraucht aber optisch einwandfrei. Preise 1 zeilig DM 15,-, 2zeilig DM 20. Versandkosten 5,- DM pauschal ab 5St. Versandkostenfrei. Tel. 07391/53385, Fax 07391/54990 ab 18 Uhr

Entwicklung von Hard- und Software, Einzelstücke, Muster, Kleinserien und Layouts. Tel. 040/72411520. Ing.-Büro Heiner Jaap, Soltaustr. 5, 21029 Hamburg

**IEC-Bus programmierbare Relaissteuerung** mit 96 TTL-Ausgänge, auch manuell bedienbar für die Signalverteilung in Ihren IEC-Bus gesteuerten Meßsystem. Info anfordern bei **Ralph Berres Elektronik Trier, Tel. 0651/44016, Fax 72362**

**Suche** lizenziertes **Autocad 11c2** (deutsch) zu kaufen. Chiffre E960201

**Klaus-M. Beier, Computer-Meßtechnik** Hard- Software. Wir entwickeln Microcomputer, Baugruppen, Redesign vorh. Schaltungen nach Musterplatinen. Schematics (OrCAD + EE Designer) Netzlisten, von Muster. Carry-In Service für Intel-ICE, Intel-Entw.-Systeme. 11 Jahre Intel-CSO Erfahrung Tel. 05139/896943, Fax 05139/896947

**PIC** 16C84 4P DIL: DM 12,50; ab 25: DM 10,00  
**CIPKARTEN** 256b EEPROM, div. bedruckt: DM 7,50  
**CHIPKARTEN** Leser Amphenol: DM 7,50  
**CHIPKARTEN** Gehäuse f. PC-Floppy Slot.: DM 7,50  
**PC-BIOS** Erweit. und I/O Leiterkarte: DM 20,00  
**BURN-IN** Fass. PLCC auslöt 25,00; SOIC28 62,00  
**PIC** Prog. für SOIC u. PLCC DM 135,00;  
**Proz.boards** für/mit MOT 68HC11A/E/F u. 6809;  
**moco hardware industries GmbH**, Kluserweg 26, 52525 Waldfeucht, Tel. 02452/98905-0; Fax -3

Barcode Touch-CCD Scanner 75mm Lesebreite, PC Tastatur Interface liest 9 BAR-Codes 319,00 DM Hoffmann Elektronik, Spinnereiweg 9, 87700 Memmingen, Tel./Fax 08331/82944

**Tektronix 2246** Oszilloskop (4x100 MHz, U- und t-Messungen, Cursor) DM 4000,- **Philips PM 3400** Sampling Oszilloskop (1,7 GHz) DM 1000,- Tel./Fax 04203/2312

Für **8031-Familie Vollversion Pascalcompiler** DM 129, Basiccompiler DM 79. NEU FÜR WINDOWS: Update NiliPascal DM 49, NiliBasic DM 29. Infos direkt beim Autor: O'Neil Som, Pf. 103203, D-45032 Essen

**Leiterplattenbestückung auch SMD.** Wir übernehmen preisgünstig und professionell die Bestückung Ihrer Leiterplatten. Fordern Sie unser ausführliches Angebot an. VArt A. Kusch, Fax 0211/485431, Lennestr. 17, 40477 Düsseldorf

**Verzinte Kontaktierrohrnieten** L=2mm. Typ IØAØ L:0.4-0.6; A:0.6-0.8; B:0.8-1; C:1.1-1.5. 1000 St=30 DM, 6000=140 DM, Werkzeug 10 DM, VHM-Bohrer 3x38 0.6-2mm, 0.65, 0.85, 1.05: 10-Wahlmix 40 DM. Ossip Groth Elektronik, Möllers Park 3, 22880 Wedel, 04103/87485

**RS485-RS232-20mA** ISA-Steckkarten (2/4-fach) mit FIFO; Schnittstellenwandl. galv. getr. Fax 09842/97897, Tel. 09842/97877

**64 x S5 an einer COM-Schnittstelle!** Aktiver 20mA-Multiplexer mit max. 64 Kanälen galv. getrennt! Fax 09842/97897, Tel. 09842/97877

**Funkmeßplatz Marconi 2955A** 0,4MHz-1GHz kompl. mit GPIB, Serv.-Man., DM 11.000,- (23 KDM neu) RLC-Meßbr. ESI-250 DM 480,- Uni-Zähl. HP5328A -500MHz, GPIB DM 700,- Tel. 089/3227824

**RISC-CPU** als schneller Inkrementalencoder f. Weg-, Geschw.- und Drehzahlmessung. Ab DM 9,-/St. K.A. Wiese, Tel. 07633/500502, Fax 50326

**Suche** elrad von **11/77** bis **12/85** Tel. 09199/322

**CD-Recording:** EDV-Service Thomas Kuschel, **Fon + Fax 05361/33834** Wolfsburg

**Oszilloskop** Tektronix 475A 2 Kanäle 250MHz + integ. Multimeter guter Zust. 1650 DM, 06172/459663

**Suche** Programmiergerät f. **EPROM** bis 32Kx8 ausr. als ext. Gerät od. Karte. Tel./Fax 0521/122966

**DXF-Konverter für EAGLE**, DM 92,- zzgl. DM 9,90 Vers. u. NN, Demo DM 10,- Vorkasse, Pr. inkl. MwSt., Hj. Sämman, Calwer Straße 14, 72336 Balingen, Hj.Saemann-BL@t-online.de

**Unterbrechungsfreie Stromversorgungen (USV)** On-Line Betriebsart, Sinus-Ausgang wegen Lageräumung günstig zu **VK 600 VA 890,- DM, 1200 VA 1350,- DM** Preise inkl. MwSt. Tel. 0906/241069, Fax 0906/241070

PC-104 386ex+Evaluation-Board, Spezial-Netzteil, Farb-VGA-LCD-Bildschirm 320x240, komplettes RTX-DOS Software-Entwicklerool mit allen Source-Codes und 5 kostenlosen Lizenzen für RTX-DOS Echtzeit-Multitasking Betriebssystem, 1 modernste PC-104 AD/DA Karte mit 3 Zählern, 32 I/O, 16 Bit, Gesamtpreis des Systems: Neu: 13999,- DM - Jetzt aus Nachlaß nur 6000,- DM, Tel. 08032/98010, Fax -98012

68HC11 Entwicklungssystem 100,- DM, Schrittmotoren 12V 200 Schr. 10,- Tel. 02366/54228

**★ EPP-Port und Visual Basic f. W. ★** Treiber-DLL + umfangreiches Testprogr. vollständige Beschreibung der Deklaration und Anwendung aller 18 Funktionen 15 DM V-Scheck o. Bar: Böhne, 0351/4224211, E-Ambros-Ufer 66, 01159 Dresden

Elektronik-**Datenbücher** für Entwicklung. Liste: 1,- DM. G. Rubel, W.-Eberstein, 10, 76461 Muggensturm

**Lichtwellenleiter** ----- **L W L** Faser, Technik, Zubehör, Fax 02261/660629

**++ Qualitäts Leiterplatten ++** Feinleitertechnik Ni-Gold veredelt, z.B. **EURO-Format, dk, 2x Lötstop 2 Stck. 97,- DM/Stck., 5 Stck. 85,- DM/Stck. MULTILAYER zu TOP-Preisen, bitte anfragen!** Fa. ATK, Tel. 02133/90391, Fax 02133/93246

**Bibl. Extraktion für EAGLE**, DM 46,- zzgl. DM 9,90 Vers. u. NN, Demo DM 10,- Vorkasse, Pr. inkl. MwSt., Hj. Sämman, Calwer Straße 14, 72336 Balingen, Hj.Saemann-BL@t-online.de

**Toshiba TLCS900+900L Toshiba TLCS900+900L** Micro-ICE-TLCS900L mit Toshiba TMP93CM41F, das **3 Volt Low-Power Design** oder standard Micro-ICE-TLCS900 mit Toshiba TMP96C141F! Siehe auch ELRAD 4/94, Aktuell, Seite 10. Vielmehr als ein Demoboard, die Entwicklungsplattform für die **TLCS900-Familie!** Wir bieten Professionalität z.B.: echter Single-Step (!) + Trace, Unterstützung aller CPU-Modi (16MB), Mot.-S Down-Load, RAM bis 1MByte, EEPROM+RTC, I/O-Bus, usw. **Info anfordern!** Oliver Sellke, Industrieelektronik, Tel. + (F) 0611/422818

Tektronix 7A18, 7A19, 7A22, 7A24, 7A26, 7B10, 7B53, 7B70, 7B80, 7B85, 7B92, 7623, 7834, 7704A, S3, P6046, zu Hammerpreisen!!! Fa. Lothar Baier, Tel. 09251/6542, Fax 09251/7846

Optische Abschwächer Anritsu MN95D 300 DM +, H+B AC Kalibrator Kompavi30, R+S Vectorvoltmeter ZPV, Elabo Hochspannungsprüfgerät, VDE Meßplatz Elabo R+S Meßsender SMS -520MHz, Synthesizer Wavetek 3000 -500MHz, Fa. Lothar Baier, Tel. 09251/6542, Fax 09251/7846

Verkaufe: Netznachbildung -150MHz, HP1980 100MHz Scope, HP435A+8481A Powermeter, Spectrumanalyzer W+G SNA62, HP8444-059 Trackinggenerator, Fa. Lothar Baier, Tel. 09251/6542, Fax 09251/7846

Achtung HP141T, HP8558, HP8590A Besitzer: Trackinggenerator HP8444-058 -1500MHz abzugeben, Rubidiumstandard R+S XSR günstig. Fa. Lothar Baier, Tel. 09251/6542, Fax 09251/7846

Install-Life Setup für Windows Applikationen nur DM 20,- + Versand - ibb 0431/674345

**Programmiergeräte ★ Simulatoren ★ LEDS ★ EPLD** Basisgerät: EPROM, EEPROM, FLASH, NVRAM, Ext. DM 366,85; DIL->PLCC-Ad. DM 21,27; 8x51-Ad. DM 65,55; PIC16-Ad. DM 210,80; GAL-Ad. DM 221,38; EPROM-Sim. ab DM 172,04; LEDS z.B. 8x8 Matrix DM 9,05; 5mm 1000St. DM 65,30; D.E.F.T. GmbH, Kornstr. 297, 28201 Bremen, Tel. 0421/5579101, Fax 530029

**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. 07151/59463 oder 0172/7110289, Fax 07151/18349

----- **Hard- und Softwareentwicklung** -----  
 ob analog oder digital, PC oder Microcontroller Dipl.-Ing. (FH) S. Hoch, Bergstraße 11, 79426 Buggingen, Tel./Fax 07631/4858

**Von A-Z 6000 Artikel:** Neue Lautsprecher, Selbstbauzubehör, Mischpulte, Verstärker, Disco-Party-Lichteffekte, Nebelmaschinen, Lichtsteuergeräte **direkt vom Hersteller bzw. Importeur.** Fordern Sie unseren Farbkatalog (300 Seiten) für DM 10,- an. **Für Händler supergünstige EK-Preise. Steinigke Showtechnik GmbH**, Andreas-Bauer-Str. 5, D-97297 Waldbüttelbrunn, Tel. 0931/4061-60, Fax 0931/4061-70

## LEISE

**Leiterplattenfertigung, Bestückung** bitte Angebot anfordern, Fax 06645/7164, Fa. LEISE, Schulstraße 21, 36369 Engelrod

**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 06733/554

**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. 02208/2818. Info DM 2,-.

**\*\*\*\* EPROM-EMULATOREN \*\*\*\* DM 278,- \*\*\*\***  
 Für 8-64 K Eproms. Mit Kabeln und Software. Stob & Robitzki GbR, Carl-Peters-Str. 24, 24149 Kiel, Tel. 0431/204704, Fax 204726

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. 0234/9536131-2-3, Fax 9536134

**MANGER - Präzision in Schall.** Jetzt Selbstbau mit dem Referenz-Schallwandler der Tonstudios: Info, Daten, Preise, sof. anfordern bei Manger-Vertrieb, Industriestr. 17, 97638 Mellrichstadt, Tel. 09776/9816, Fax 7185

**SPS-Simulation unter MS-Windows.** Simulieren Sie ein SPS-Programm (Siemens STEP5 AG90U bis AG135U!!) auf Ihrem PC. Ideal für Aus- und Weiterbildung. Die Programmierung eines AG's (90U bis 135U) ist ebenfalls möglich. Fordern Sie kostenloses Informationsmaterial an. MHJ-Software • Matthias Habermann jr. Albert-Einstein-Str. 22 • D-75015 Bretten, Telefon 07252/87890 • Fax 07252/78780

µController-Bausätze, 80C32 Basiccompiler, Magnetkartenleser, µController Peripherie u.v.a. Unterlagen anfordern bei Ziegler-Elektronik, Altenbergstr. 29, 97720 Nüdlingen, Tel. 0971/60484, Fax 60081

\* 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 \*  
☐

**Entwicklung von Mechanik, Hard- u. Software,**  
 Realisierung akt. Produktideen incl. Prototyp oder  
 Kleinserienbau, Tel. 0 64 32/6 32 36 ☐

**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 \*  
☐

**LCD TERMINAL** \*  
 \* PICTerm (Elrad 11/95), RS232, 4x4 Tastatur \*  
 \* Fertiggerät, Komplett- oder Teilbausatz \*  
 \* Programmierter PIC, Sondervers. auf Anfrage \*  
 \* Ingenieurbüro YAHYA Robert-Schuman-Str.2a \*  
 \* D-41812 Erkelenz, Tel.: 02431-6444 Fax: 4595 \*  
☐

**CAD-Dienstleistung im el-Bereich.** PCB-Layout,  
 Schaltplanerstellung, techn. Dokumentation. Soft-  
 ware: topCAD, OrCAD, Protel, Quark-Mac/DOS. Tel.  
 02191/294955, Fax 02191/294956, RS PLZ 42853 ☐

**Selbständiger Entwicklungsingenieur** übernimmt  
 Entwicklungen im Bereich µC-Hardware und µC-  
 Software, PC, Meßdatenerfassung und Daten-  
 übertragung mittels Modem oder Funk. Rufen Sie  
 an: **Tel. 09 51/4 32 38**, Fax 09 51/42 05 87 ☐

# „DER 445 MACHTS“ #  
 # EV-Boards (Elrad 12/95, 1/96) alle Varianten, #  
 # fertig bestückte Boards od. Bausatz u. Platine #  
 # mit bestücktem MACH445 z.B. EV-MinBS168 #  
 # DM, EV-MaxBS 188 DM, µC-SdtBS 348 DM; #  
 # NovaTronic GbR, Tel./Fax 02 71 / 48 41 90 #  
☐

**EPROM-Emulator 8k-64k**, nur DM 145,- Fertig-  
 gerät für parallele Centronic Schnittst. ATK, Tel.  
 0 21 33/9 03 91, Fax 0 21 33/9 32 46 ☐

**Mikrocontroller-Module mit i80C188EB-20MHz** im  
 Scheckkartenformat (77x52) oder als SMP-Bus Eu-  
 ropakarte, 2xRS232/RS485 on Board, -256kx8  
 EPROM, -512kx8 RAM, ASM od. C-Locator-Tools,  
 Debugger, Monitor EPROM (RS232/RS485 <=> PC)  
 Rauch Elektronik Entwicklung, Fax 0 93 81/69 75 ☐

## Die Inserenten

Ahlern, Moosburg.....	117
AK Elektronik, Hilgertshausen .....	12
Analog Devices, München .....	25
AppliWare, Bad Aibling .....	39
BAYER, Neuss .....	6, 35
BCE Elektronik, Lemgo .....	97
Beta Layout, Hohenstein .....	Kontaktkarte
Bitzer, Schorndorf .....	8
Boddin, Hildesheim .....	111
Bollrath, Rhede .....	119
Brendes, Schortens .....	39
Bross, Hohenfelde .....	118
Bungard, Windeck .....	119
CadSoft, Pleiskirchen .....	11
Caibo, Griesheim .....	49
CETRA, ROC, Taipei-Taiwan .....	17
Chuntex, ROC, Taipei-Taiwan .....	110
CHV-electronics, Friedrichshafen .....	119
Dliessner, Böblingen .....	57
Drebingner, München .....	15, 63
Elektronik Laden, Detmold .....	8, 35, 44, 109
ELS electronic, Duisburg .....	118
ELZET 80, Aachen .....	35, 58
eMedia, Hannover .....	114, 115
Enea Data Software, München .....	14
Erdmann & Schrader, Eldingen .....	116
ERMA-Electronic, Immendingen .....	117
es Lasersysteme, Mössingen .....	118
Fernschule Weber, Großenkneten .....	116
Fletra, Pommelsbrunn .....	119
Forth-Systeme, Breisach .....	8
FRANKEN & PARTNER, Köln .....	8
Franzis-Verlag, Feldkirchen .....	Beihefter
Friedrich, Eichenzell .....	69
Gerth, Berlin .....	119

Goldammer, Wolfsburg .....	113
Große-Wilde, Bottrop .....	6, 35
gsh-Systemtechnik, München .....	8
Heiden, Landsberg/Lech .....	111, 118
Heldt, Groß Ilsede .....	118
Hoschar, Karlsruhe .....	21
HTB, Schiffdorf .....	111, 118, 119
IBS Sontheim, Kempten .....	118
isel-automation, Eiterfeld .....	13, 20
iSystem, Dachau .....	91
Joyance Enterprise, ROC, Taipei-Taiwan .....	111
JUMO/Juchheim, Fulda .....	24
Keil, Grasbrunn .....	110, 113
Dr. Rudolf Keil, Dossenheim .....	99
Layout Serv. Oldenburg, Bad Zwischenahn .....	110
Lehmann, Hausach .....	119
M2M, Aachen .....	97
Mayer, Heimerdingen .....	110
MBMT Messtechnik, Bassum .....	110
MCT Paul & Scherer, Berlin .....	113
MECHATRONIK, Heeg .....	8
Meilhaus, Puchheim .....	Kontaktkarte
Merz, Lienen .....	110
Messcomp, Wasserburg .....	6
Microtec, Ottobrunn .....	9
Mira, Nürnberg .....	119
Motorola, München .....	101
MOVTEC, Pforzheim .....	6
Müter, Oer-Erkenschwick .....	111
NAGY, Gäufelden .....	118
National Instruments, München .....	19
Network, Hagenburg .....	100
Neumark, Würselen .....	113

OBL, Hüllhorst .....	6
Ortmann, Trostberg .....	118
PEAK-Service, Darmstadt .....	22
Pentica Systems, Sachsenheim .....	33
PLS, Hoyerswerda .....	47
POP, Erkrath .....	111
Quancam, Brühl .....	110
Reichert, Wilhelmshaven .....	76, 77
Reichmann, Freiberg .....	86
Reinhardt, Dießen .....	111
Scantec, Planegg .....	45
SE Spezial-Electronic, Bückeburg .....	96
SH-Elektronik, Kiel .....	118
SoHard, Fürth .....	6, 116
Stratmann, Bocholt .....	119
Stute, Dortmund .....	118
Suntek Computer, Neuss .....	119
SW Datentechnik, Quickborn .....	85
SYNATRON, Grasbrunn .....	37
SYSGO, Mainz .....	81
Tasking Software, Leonberg .....	10
taskit Rechnertechnik, Berlin .....	6
Techniker Krankenkasse, Hamburg .....	123
Texas Instruments, F-Villeneuve .....	23
Ultimate Technology, NL-Naarden .....	2
VEW, Bremen .....	24
VHF Computer, Schöneich .....	95
VN-Datentechnik, Aachen .....	111
WIBU-SYSTEMS, Karlsruhe .....	110
Wickenhäuser, Karlsruhe .....	118
Wilke, Aachen .....	124
WITTIG, Böblingen .....	16

### Impressum

**ELRAD**  
 Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen  
 Helstorfer 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 EL-  
 RAD.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 Röhke-Doerr (roe, -397)  
**Ständige Mitarbeiter** (zu erreichen unter der Redaktionsadresse):  
 Dipl.-Ing. Eckart Steffens, Matthias Carstens  
**Redaktionssekretariat:** Stefanie Gaffron, M. A., Carmen  
 Steimisch (gaf, cs, -400)  
**Verlagsbüro München:** Jürgen Fey (Chefkorrespondent),  
 Kühbachstraße 11, 81543 München, Telefon: 0 89/62 50 04-40,  
 Fax: 0 89/62 50 04-66  
**Korrespondentin USA:** Dr. Sabine Cianciolo (sc), 6011 Majorca  
 Court, San Jose, CA 95120, U.S.A., Telefon/Fax: 001/408-323-85 60,  
 EMail: sdutz@netcom.com  
**DTP-Produktion:** Wolfgang Otto (Ltg.), Dieter Wahner (Ltg. Kor-  
 rektur/Satz), Dirk Wollschläger (Ltg. Grafik), Ben Dietrich  
 Berlin, Peter-Michael Böhm, Martina Fredrich, Ines Gehre, Birgit  
 Graf, Angela Hilberg-Matzen, Sabine Humm, Dietmar Jokisch,  
 Hella Klothofer, Carsten Malchow, Nathalie Niens, Astrid Seifert,  
 Christiane Slanina, Edith Tötsches, Brigitta Zurhieden

**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  
 Helstorfer 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)  
 Kreisparkasse 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)  
**Verlagsrepräsentant Bayern:** Werner Ceeh, Kühbachstraße 11,  
 81543 München, Telefon: 0 89/62 50 04-20, Fax: 0 89/62 50 04-22  
**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  
**Übriges Ausland (ohne Asien):** Verlagsbüro Ohm-Schmidt, Svens  
 Jegerows, Obere Straße 39, D-06957 Hilst, Tel.: +449(0)63 71/1 60  
 83, Fax: +449(0)63 71/1 60 73  
**Anzeigenpreise:**  
 Es gilt die Anzeigenpreisliste Nr. 18 vom 1. Januar 1996  
**Vertriebsleitung:** Hans-J. Spitzer (-157)  
**Herstellung/Leitung:** Wolfgang Ulber  
**Sonderdruck-Service:** Ruth Utensch (-359)  
**Druck:** C.W. Niemeyer GmbH & Co. KG, Hameln  
 ELRAD erscheint monatlich.  
 Einzelpreis DM 7,50 (6S 60,-/sfr 7,50/hfl 10,-/FF 25,-)  
 Das Jahresabonnement kostet: Inland DM 79,20 (Bezugspreis  
 DM 61,80 + Versandkosten DM 17,40), Ausland DM 86,40 (Bezugs-  
 preis DM 58,20 + Versandkosten DM 28,20); Studentenabonnement/  
 Inland DM 69,- (Bezugspreis DM 51,60 + Versandkosten DM 17,40),

Studentenabonnement/Ausland DM 76,80 (Bezugspreis DM 48,60 +  
 Versandkosten DM 28,20).  
 Studentenabonnements nur gegen Vorlage der Studienbescheinigung.  
 Luftpost auf Anfrage. Konto für Abo-Zahlungen: Verlag Heinz Heise  
 GmbH & Co KG, Postgiro Hannover, Kto.-Nr. 401 655-304 (BLZ  
 250 100 30), Kündigung jederzeit mit Wirkung zur jeweils übernächsten  
 Ausgabe möglich.  
**Kundenkonto in Österreich:**  
 Bank Austria AG, Wien, BLZ 12000, Kto.-Nr. 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  
**Versand und Abonnementverwaltung:**  
 Abo-Service, Postfach 77 71 12, 30821 Garbsen,  
 Telefon: 0 51 37/8 78-754, Fax: SAZ 0 51 37/87 87 12  
**Für Abonnenten in der Schweiz Bestellung über:**  
 Thali AG, Abo-Service, Industriest. 14, CH-6285 Hitzkirch,  
 Tel.: 0 41/9 17 01 11, Fax: 0 41/9 17 28 85  
**Lieferung an Handel (auch für Österreich und die Schweiz):**  
 VPM – Verlagsumion Pabel Mosewie KG  
 D-65047 Wiesbaden, Telefon: 0 6 1/2 66-0  
 Eine Haftung für die Richtigkeit der Veröffentlichungen kann trotz sorgfältiger  
 Prüfung durch die Redaktion vom Herausgeber nicht übernommen werden. Die geltenden  
 gesetzlichen und postalischen Bestimmungen bei Erwerb, Errichtung und 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 Re-  
 daktion erteilt der Verfasser dem Verlag das Exklusivrecht zur Veröffentlichung.  
 Sämtliche Veröffentlichungen in ELRAD erfolgen ohne Berücksichtigung eines eventuel-  
 len Patentschutzes. Warennamen werden ohne Gewährleistung einer freien Ver-  
 wendung benutzt.  
 Printed in Germany  
 © Copyright 1996  
 by Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG  
**ISSN 0170-1827**



## Infos elektronisch

Wer kennt sie nicht, die Info, die man braucht, aber nicht hat? Bezugsquellen, von denen man nichts weiß, Datenbücher, die gerade jetzt nicht da sind oder Preise, die man besser schon gestern gekannt hätte. Ob technische Daten, Einkaufstips oder Applikationsbeschreibungen, gerade Informationen rund um die Elektronik lassen sich heute kaum noch schnell genug herschaffen. Zwar gibt es unendlich viele Infoquellen, doch wenn Zeit Geld ist, empfehlen sich vor allem die 'elektronischen Systeme'. Zumindest eine CD, besser aber gleich eine

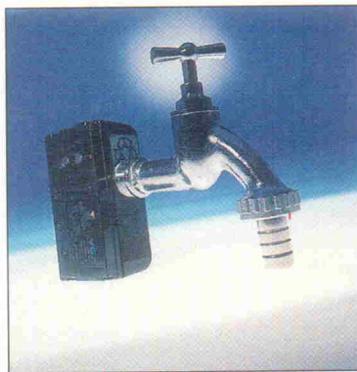


passende Mailbox, Internet-Dienste oder Online-Datenbanken. Potentiell läßt sich hier so ziemlich jede Information auftreiben – bloß, daß niemand genau weiß, wo. Diesen und anderen Aspekten der elektronischen Informationsbeschaffung nimmt sich der Report im nächsten Heft an.

## Das SNAIL-Projekt

In der *ELRAD*-Ausgabe 10/95 hat die Redaktion sogenannte EPACs vorgestellt – analoge 'PLDs', die es in sich haben. Nämlich Filter und Verstärker, die sich sehr flexibel programmieren lassen. Seinerzeit rief die Redaktion nach Designs mit diesen Bauelementen. Voilá, die erste Baugruppe ist fertig, eine A/D-PC-Karte mit denkbar 'virtuosen' Eingängen.

## Entladen will gekonnt sein

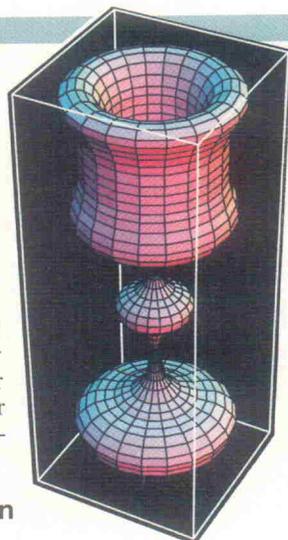


Das dumme beim NiCd-Akku ist, daß man ihm seine 'Befindlichkeit' nicht ansieht. Halb voll oder halb leer ist dabei weniger, definiert leer aber überlebenswichtig. Der Lebensretter ist in diesem Falle ein Discharger. Nicht besonders aufregend? Nun, wir haben dem Gerät eine vollständige PSpice-Simulation zur Seite gestellt. Anpassungen sind also kein Problem.



## Mathe-Asse

Die Überschrift ist nicht unbedingt falsch, denn das, was moderne 'Mathematik-Pakete' leisten, tendiert weit mehr in Richtung Mathe denn Rechnen. Daß sie mittlerweile ein 'menschliches' Userinterface haben und obendrein noch bezahlbar sind, ist Grund genug für die *ELRAD*-Redaktion, über diese spezielle Anwendungssoftware zu berichten.



Änderungen vorbehalten

## Dies & Das

### Trivial Pursuit

Wie heißt der kleinste Frosch der Welt?

- A) Kanadischer Mini-Frog
- B) Deutsche Zwerg-Unke
- C) Kubanischer Frosch
- D) Sahara-Echse

Richtig: Der kubanische Frosch mit seiner Länge von 1,3 cm. Die Redaktion weiß derlei, weil National Semiconductor durch sinnige Vergleiche mit allgemein bekannten Beispielen aus der heimischen Fauna auf den beachtlichen Schrumpfprozeß bei ihrer Gehäusetechnologie 'TinyPak' aufmerksam machen möchte. Das Kolibri-Ei soll laut NSC übrigens 1 cm lang sein und 6 g wiegen. Das *ELRAD*-Biologieressort behauptet dagegen – gestützt auf Brockhausangaben – daß die kleinsten dieser Schwirflieger selbst nur 2 g auf die Waage bringen. Letztendlich sind wir redaktionsintern zu dem Schluß gekommen, daß es sich beim National-Kolibri um eine besonders gut genährte Abart handeln muß, die nur in der Gegend von Santa Clara nistet.



Schwarze Ameise



Kolibri-Ei



Kubanischer Frosch



SOIC



SOT23-5

**KEITHLEY**

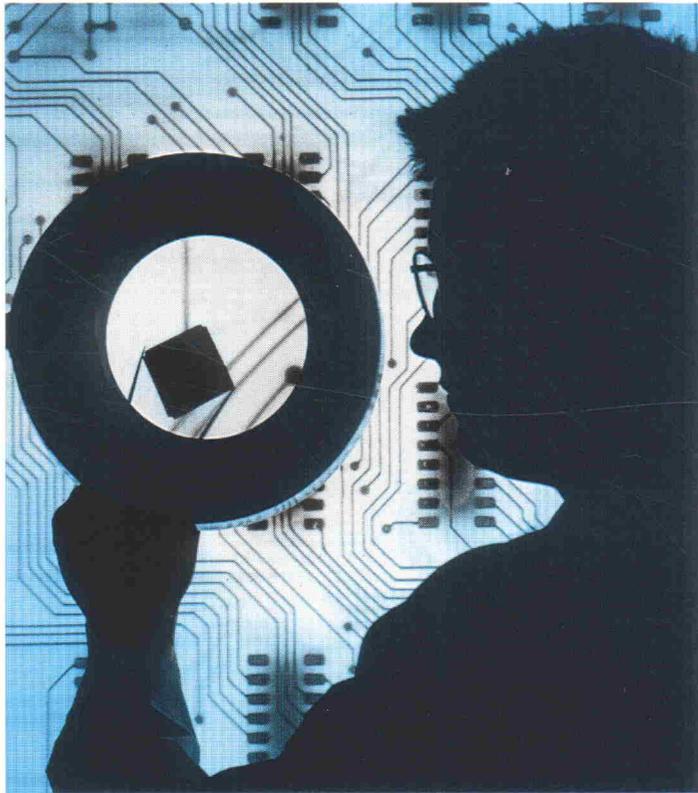
**hp HEWLETT PACKARD**

**PREMA**

## Qual der Wahl

Drei nicht ganz unbedeutende Hersteller der Labormultimeter zeigen auf, für welches Einsatzgebiet welches Gerät am besten geeignet ist.

# Suchen:



**nette, neue  
Mitglieder aus  
Elektronik und Elektrotechnik  
(gern auch kontaktfreudig)**

► **Bieten: Kompetenz und  
Schutz für Anspruchsvolle**



Sie brauchen natürlich keine besonderen Kontakte, um bei uns Mitglied zu werden. Die meisten unserer Mitglieder kommen einfach aus dem wissenschaftlich-technischen Bereich. Und deshalb sind wir, als drittgrößte bundesweite Krankenkasse mit rund 4,5 Millionen Versicherten, auf die Anforderungen und Wünsche dieser Berufsgruppen spezialisiert. Unser Gründungsgedanke, einem anspruchsvollen Personenkreis zugeschnittene Leistungen zu bieten, ist auch heute noch unser wichtigstes Ziel. Denn mit unserer Gesundheitsförderung tun wir alles, damit Sie gesund bleiben. Und im Ernstfall helfen wir Ihnen schnell und umfassend.

TK-Hotline zum Ortstarif  
01 80 - 2 30 18 18  
Datex-J \* TK # oder  
Fax 0 40 - 69 09 - 11 18

TK – konstruktiv und sicher

# BASIC-Briefmarken®

- Intelligente Steuerungen nach Maß
- Programmierbar in BASIC
- Ergebnisse in Minuten
- Komfortable Handhabung

ab **28,-**  
**32,-** \*

excl./incl. MwSt. ab 1000 St.



BASIC-Briefmarke® II P, BASIC-Briefmarke® I A und BASIC-Knopf®

## BASIC-Briefmarke® I

ab: **28,- / 32,-**

Die BASIC-Briefmarken® I, die kleinsten in BASIC programmierbaren Steuer-Computer. Zahlreiche Ausführungen, mit Co-Prozessor, Peripherie, Gehäuse, ... für jede Anwendung in der richtigen Ausbaustufe:

**1** BASIC-Knopf®: der winzige BASIC-Computer, 8 universelle I/Os, 3-5V Stromvers., 18x18 mm:  
1.99 100+ 1000+  
**BASIC-Knopf® Computer:** 49,-/56,35 38,-/43,70 28,-/32,20  
**PC-Adapter dazu:** 149,-/171,35

**2** BASIC-Briefmarke® I A, 8 universelle I/Os, 12-pol. Stiftleiste (4,5 x 1 cm), Stromvers: 3-15V  
**BASIC-Briefmarke® I A:** 49,-/56,35 38,-/43,70 28,-/32,20

**3** BASIC-Briefmarke® I B, 16 digitale Inputs und 16 Outputs sowie RS-232 Anschluß, 6 x 8 cm:  
**BASIC-Briefmarke® I B:** 69,-/79,35 58,-/66,70 48,-/55,20

**4** "Super-B" Briefmarke®: zahlreiche I/O-Erweiterungen, Co-Prozessor, Uhr, 7-Segm-Ausg, Key-In, 32 x D, 8 x Power, 8 x Opto, Count, RS-232, 5 x analog  
**Die "Super-B":** 169,-/194,35 ab 5: 139,- / 159,85  
**6-stell. LED-Display:** 84,-/ 96,60 ab 5: 69,- / 79,35  
**10-er Tastatur:** 29,-/ 33,35 ab 5: 24,- / 27,60

**5** IR-Datenübertragung, unterschiedl. Stromvers., ideal wenn keine Kabel verlegt werden sollen.  
**"CA" Solar + Akku:** 240,-/276,- 188,-/216,20 149,-/171,35  
**"CC" Solar + Elko:** 240,-/276,- 188,-/216,20 149,-/171,35  
**"CN" Netz-Anschl:** 240,-/276,- 188,-/216,20 149,-/171,35

**6** BASIC-Briefmarke® I SIP, im 12-pin SIPPackage, 8 universelle I/O, 5 Volt  
**BASIC-Briefmarke® I SIP:** 77,-/88,55 69,-/79,35 62,-/71,30

**7** BASIC Industrie-Computer, umfangreiche Peripherie, Treiber, Relais, Opto-Koppler, Uhr, Zeitsteuerung, Display, Tastatur, robustes Industrie-Gehäuse, 245 x 145 x 70 mm, Tisch / Wandmontage, einmaliges Preis-/Leistungs-Verhältnis!  
**BSI-2002-I:** 560,-/644,- ab 3 St. 488,-/561,20 100+: a.A.  
**Netzteil:** 65,-/ 74,75 **Wandhalterung:** 49,-/ 56,35

**8** BASIC-Briefmarken® Applikationen (Bausätze mit Platine, elektron. Teilen + Dokumentation):  
● Intelligentes Treppenhauslicht: 34,- / 39,10 ● Code-schloß: 39,- / 44,85 ● LCD-Anzeige 4 Zeilen a 20 Zeichen, alpha-numerisch, RS-232: 86,-/98,90 ● DC Leistungssteller: 34,-/39,10 ● 4-fach Digital-Potentiometer, RS-232: 34,-/39,10 ● Drehzahlmesser, RS-232: 49,-/56,35 ● IR-Fernbedienung, 4-Kanal, mit Sender + Empfänger: 86,-/98,90 ● Prüftext-Generator mit RS-232 Ausgang: 34,- / 39,10



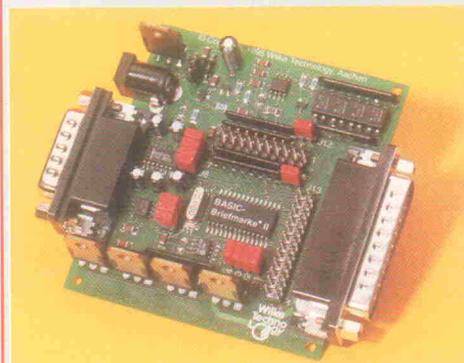
ab **488,-**  
**561,-**

## BASIC-Briefmarke® II

ab: **69,- / 79,35**

Die BASIC-Briefmarke® II: schneller, mehr I/O, mehr Speicher, längere Programme und neue Funktionen! Die BASIC-Briefmarke® II gibt es mit Coprozessor, 12-Bit Analog-Eingängen, D/A-Kanälen, Display, Tastatur, etc:

**1** BASIC-Briefmarke® II P: ganz klein im DIP-24 Format, 16 universelle I/Os, 5-15V Stromvers.:  
1.99 100+ 1000+  
**Briefmarke® II P:** 99,-/113,85 88,-/101,20 79,-/90,85



**2** BASIC-Briefmarke® II D: RS-232/485, 4 x Power-Ausgänge, 4 x Opto-Inputs, einbaufertig  
1.99 100+ 1000+  
**Briefmarke® II D:** 99,-/113,85 88,-/101,20 79,-/90,85  
**Industrie-Gehäuse:** 69,-/79,35 59,-/67,85 49,-/56,35

**3** BASIC-Briefmarke® IIF: Co-Prozessor für LCD-Display u. Keyboard bis 24 Tasten, 15 univ. I/O  
**Briefmarke® II F:** 128,-/147,20 109,-/125,35 99,-/113,85

**4** BASIC-Briefmarke® IIG: Co-Prozessor für LCD u. Tastatur, 8x12 Bit Analog In, 4 x Analog-Ausg. Realtime-Clock (Datum + Zeit), sowie 15 universal I/Os:  
**Briefmarke® II G:** 173,-/198,95 148,-/170,20 129,-/148,35

**5** BASIC-Briefmarke® IIH: 2 x RS-232, 4 x Power-Ausgänge, Schreibschutz, EMV-Ausstattung 26-pol. Steckerleiste, 10 univ. I/O, 43 x 25 mm klein  
**Briefmarke® II H:** 88,-/101,20 79,-/90,85 69,-/79,35

**6** BASIC-Briefmarke® IIL: Industrie-Computer umfangreiche Peripherie, Treiber, Relais, Opto-Koppler, Uhr, Zeitsteuerung, Display, Tastatur, Industrie-Geh., 245x145x70, Tisch + Wandmontage, 1a Preis-/Leistungs-Verhältnis!  
**BSI-2002-II:** 670,-/770,50 ab 3 St. 595,-/684,25 100+: a.A.  
**Netzteil:** 65,-/ 74,75 **Wandhalterung:** 49,-/ 56,35



ab **595,-**  
**684,-**

## Entwicklungs-Pakete

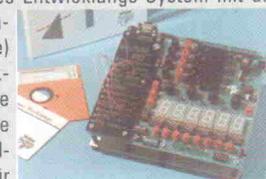
Die Programmierung der BASIC-Briefmarken® Computer erfolgt am PC. Dazu stehen verschiedene Entwicklungs-Pakete zur Verfügung:

**1** Das BASIC-Briefmarken® Grundpaket I - für die BASIC-Briefmarke® I, incl. Compiler, Anschluß-Kabel, 1 x Briefmarke I, Manual **290,- / 333,50**  
**BASIC-Knopf® PC-Adapter dazu:** 149,- / 171,35

**2** Das BASIC-Briefmarken® Grundpaket I+II. Für BASIC-Briefmarken® I und II, bestehend aus: BASIC-Compiler, PC-Anschluß-Kabeln, 2 St. BASIC-Briefmarke® 1-Platinen Computer (I und II), Mainboard, Netzteil und Handbuch **490,- / 563,50**

**3** Umfangreiches Entwicklungs-System mit allen Komponenten (Soft- und Hardware) für kürzeste Entwicklungszeiten. Zahlreiche Applikations-Beispiele können sofort nachvollzogen werden, alles für BASIC-Briefmarke® I + und II:

- Umfangreiches Toolkit (sofort steckbar - ohne Löten: Relais, Displays, Treiber, Tasten...)
  - PC-Entwicklungs-Oberfläche
  - BASIC Cross-Compiler
  - 5 Computer BASIC-Briefmarke®
  - PC-Anschlußkabel
  - Deutsches Handbuch
  - BASIC-Knopf® PC-Adapter
  - Applikationen (Soft- / Hardware)
  - Buch: "Schnelle Designs mit BASIC-Briefmarke®, M. Rose
- komplett:** .... **1590,- / 1828,50**



Mit Buch!

Elektronik-Entwicklung, Datentechnik  
Industrie-Automatisierung



Neue Telefon- und Faxnummer

Wilke Technology GmbH  
Krefelder Str. 147, 52070 Aachen  
Tel: 0241/918 900, Telefax: 0241/918 9044  
Internet: wilke@rmi.de