

# ELRAD

Böbke Doerr

5345

DM 7,50

öS 60,- sfr 7,50

hfl 10,- FF 25,-



4 399148 307505

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

7/95



Sightseeing: Technische Museen und Forschungseinrichtungen in Europa

Controllerentwicklung

Multitasking mit 6502-Typen

Background-Debug-Mode  
(BDM) Spezial

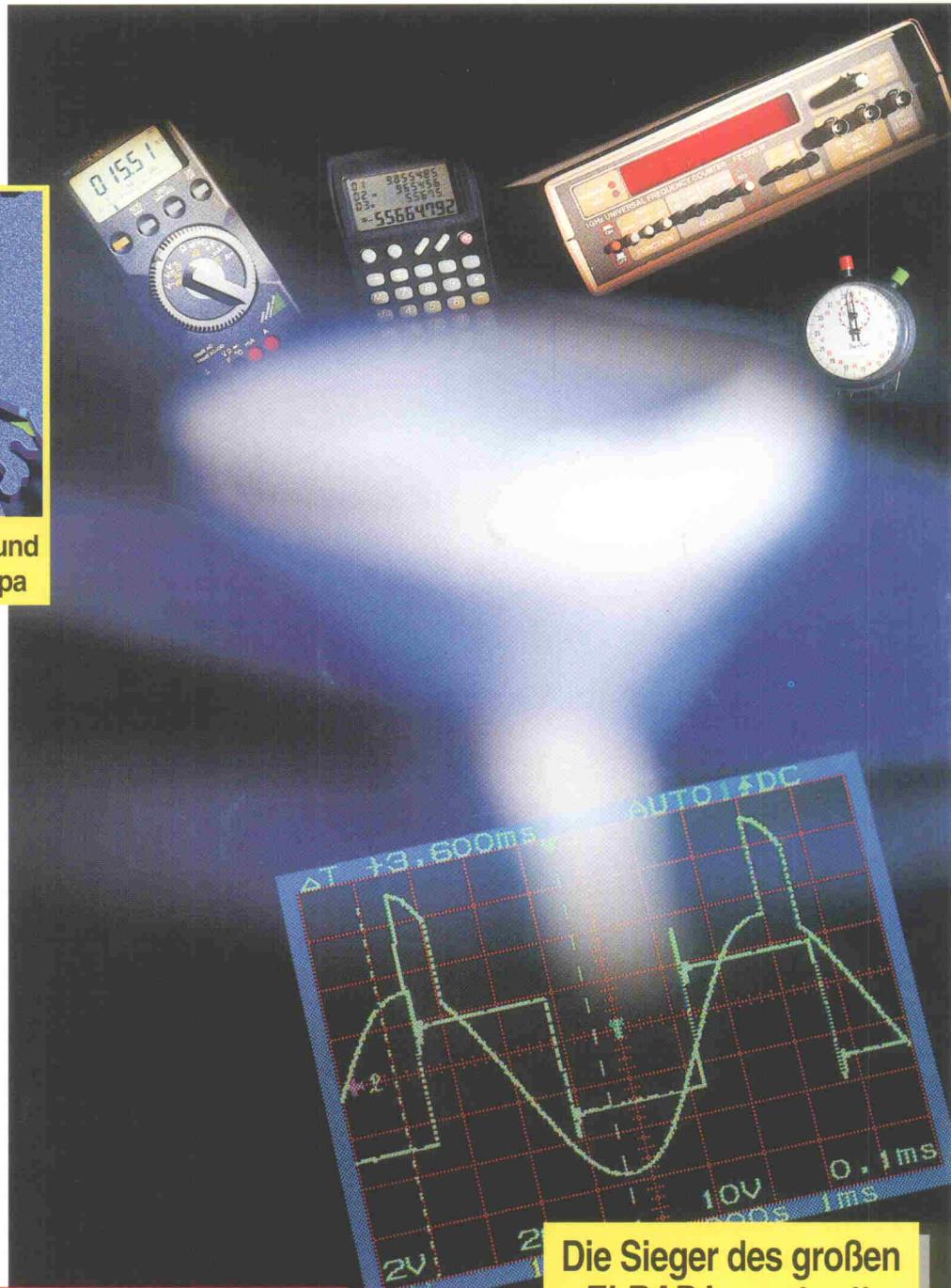
Systemvergleich:  
Intel MCS-251/Philips XA

Koppelnavigation

Schaltungstechnik für  
Muratas Gyrostar

Der erste Schritt zum CE-Zeichen

Das elektromagnetisch  
sichere Layout



## Digitale Speicherscopes:

Die Sieger des großen  
ELRAD-Layoutwett-  
bewerbs. Seite 22

## Was tut sich zwischen 1600 und 9000 Mark?

# Layout-Wettbewerb

## Sind Sie ein guter Layouter?

Nehmen Sie unsere Herausforderung an und Sie wissen bald, wo Sie stehen! ULTImate Technology, der Hersteller von ULTIBoard, fordert Sie jetzt zur Teilnahme an einem ganz besonderen Wettbewerb auf. Mit Ihrer Teilnahme sind keine Kosten oder Kaufverpflichtungen verbunden.

Der Layouter in Deutschland, Österreich oder der Schweiz, der das qualitativ hochwertigste Design unter Berücksichtigung der gegebenen Designregeln erstellt, erhält den Hauptpreis. Die Qualität des Designs wird bestimmt aus der Anzahl der vorhandenen Durchkontaktierungen sowie der Gesamtlänge der Leiterbahnen. Der Hauptpreis ist ein ULTIBoard Advanced Designer inclusive Upgrade mit dem EMC-Expertensystem (Q4 95)! Der Wert beträgt über 6.850,00 DM incl. MwSt. 2. bis 10. Preis ist je ein ULTIBoard Entry Designer, mit einem Wert von über 3.400,00 DM incl. MwSt. je Programm.

Euro-DAC  
European  
Design Automation  
Conference  
with EURO-VHDL



Brighton Metropole Hotel  
Brighton, Great Britain  
Sept. 18-22, 1995  
STAND 0619

Die Bewerbungen werden von einer unabhängigen Jury ausgewertet. Die Jury wird von einem Expertenteam aus dem Bereich Elektronik-Design und -Produktion gebildet. Einsendeschluß ist der 15. Juli 1995. Die 10 Gewinner werden persönlich benachrichtigt. Die prämierten Arbeiten werden in der Herbstausgabe der Elektor veröffentlicht. Der Rechtsweg ist ausgeschlossen. Mitarbeiter und Distributoren von ULTImate Technology dürfen nicht teilnehmen.

Die Anmeldung zum Wettbewerb muß schriftlich (gebührenfrei) bei unserer Europazentrale erfolgen: ULTImate Technology BV, Internationale Antwortnummer 5166, 1400 WC Naarden, Niederlande. Bitte geben Sie auch die Telefonnummer an, unter der Sie tagsüber zu erreichen sind und teilen Sie uns mit, welches Layoutsystem Sie verwenden. Sie erhalten dann umgehend die Wettbewerbsunterlagen, inclusive einer ULTIBoard ddf.-Datei, Netzliste auf Floppy und Papier, die Beschreibung der anzuwendenden minimalen Leiterbahnbreiten, Pads, Durchkontaktierungen und Sicherheitsabstände (für andere Designsysteme). Um eine größere Anzahl Bewerber elektronisch auswerten zu können sind folgende Dateiformate erforderlich:

- eine ULTIBoard ddf-Datei oder

- eine Gerber (Photoplot)-Datei eines beliebigen Layoutsystems mit Ausdrucken, aus denen sich die Leiterbahnbreiten, Pad-Größen, die Anzahl der Durchkontaktierungen und die Gesamtlänge der Leiterbahnen ergeben.

Das Wettbewerbsdesign läßt sich mit dem low-cost Einstiegssystem von ULTImate Technology bequem entflechten: das Programm Challenger Lite ist ein 32-bit Schaltbild- und Layoutsystem mit einer Designkapazität von 500 Pins. Das Programm enthält einen internen Gridless Autorouter, der jederzeit unterbrochen werden und auch netzgruppenweise, bauteil- oder blockweise routen kann, so daß der Router jederzeit unter Kontrolle des Designers arbeitet. Ebenfalls im Lieferumfang enthalten ist ein externer Ripup & Retry Autorouter unter Windows 3.1. Der Kaufpreis beträgt 995,00 DM zzgl. MwSt. Minimale Systemanforderungen: 80386 (SX) mit 2 MB RAM und VGA. Vorzugsweise 3-Tasten-Maus.

### ANGEBOT

Um denjenigen, die noch nicht über ein professionelles Layoutsystem verfügen, entgegenzukommen, kann jeder Privatbewerber während der Monate April, Mai und Juni 1995 das Challenger-Lite-System mit einem Superrabatt von 60% also zu einem Preis von nur 457,70 incl. MwSt. erwerben! Ihre Bestellung können Sie auch an einen ULTIBoard Distributor weitergeben. Sie sind dann automatisch für den Wettbewerb angemeldet und erhalten die Wettbewerbsunterlagen mit der Lieferung! Die ersten 50 Bestellungen werden mit einer GRATIS Logitech 3-Tasten-Qualitätsmaus honoriert.

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

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

Kmega, tel. 07721 - 91880, fax 07721 - 28561  
Easy Control, tel. 0721-45485, fax 0721 - 45487  
Heyer & Neumann, tel. 0241-553001, fax 55867  
AKC GmbH, tel. 06108-90050, fax 900533

**ULTIMATE**  
TECHNOLOGY

# In eigener Sache

In diesem von der Deutschen Post AG herausgegebenen Taschenbuch findet man auf einen Blick die Journalisten, die über ... Postthemen berichten ..., heißt es im Begleitschreiben des Presse-Taschenbuchs Transport und Logistik 1995/96. Auch meine Kollegen und ich sind hier aufgeführt, und so heißt es nun, ein Postthema aufzugreifen.

Wohldenn: Seit drei Monaten erreicht unsere Zeitschrift die Abonnenten zum Teil mit Verspätungen von einer Woche. Warum das so ist, erklärte Dr. Helmut Benno Staab, Vorstandsmitglied der Post AG, Mitte März so:

... die Deutsche Post AG nimmt derzeit nach der Einrichtung des Express-Logistik- und Schnellläufernetzes weitere Entflechtungen bei ihren Transportnetzen vor. Ziel dabei ist es, anstelle eines universalen Netzes Spezialnetze einzuführen, die exakt auf die Qualitätsanforderungen der einzelnen Dienstleistungsangebote und Kunden zugeschnitten sind.

Diese Umstellung führt derzeit leider zu lokalen Anfangsschwierigkeiten, was sich vorübergehend negativ auf die Laufzeitqualität auswirken kann. Betroffen hiervon sind in erster Linie zeitsensitive Pressprodukte, beispielsweise Zeitschriften mit festem Erscheinungstag.

Wir arbeiten mit Hochdruck daran, diese Anfangsschwierigkeiten zu beseitigen, und gehen davon aus, daß innerhalb der nächsten vier Wochen die im Herbst 1994 erzielten guten Laufzeiten wieder erreicht werden.

So weit, so schlecht. Die vier Wochen sind längst verstrichen, und ich kann nur hoffen, daß diese Ausgabe Sie pünktlich erreicht.



Hartmut Rogge



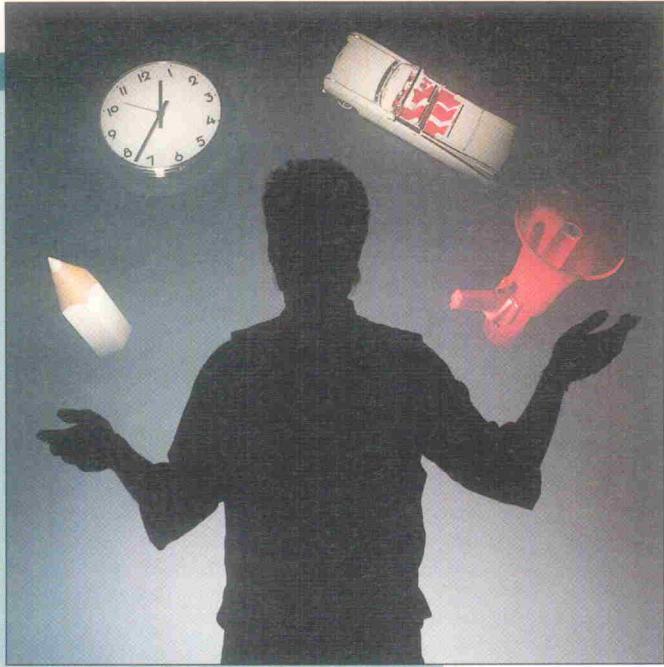
PS: Wenn ich im letzten Satz *und ich kann nur hoffen* schreibe, so wäre *ich kann nur beten* eigentlich treffender. Denn, glauben Sie mir, liebe Leser, das ist die Instanz, die höher angesiedelt ist als die Deutsche Post AG.

## Entwicklung

### Jongleur

Der Artist lernt es durch viel Üben. Dem Mikrocontroller muß man das Jonglieren mit mehreren Dingen erst beibringen – üblicherweise mittels eines speicherfressenden und kostspieligen Multitasking-Betriebssystems. Aber nicht, wenn eine Round-Robin-Lösung unter Forth ausreicht. Wir zeigen, wie sich das auf einem µC der 6502-Familie bewerkstelligen läßt.

**Seite 48**

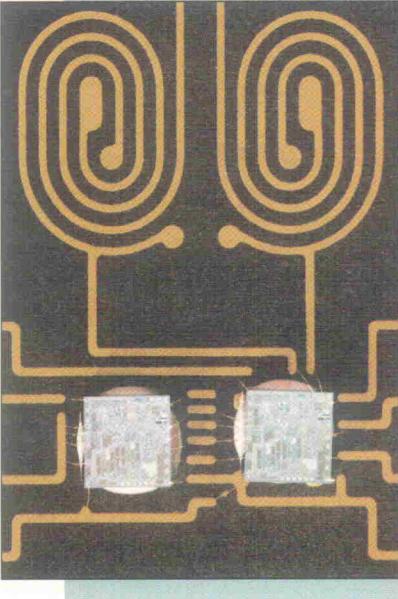


## Entwicklung

### Entstördienst

Wer heute nicht bereits in der Entwicklungsphase von elektronischen Geräten EMV-Aspekte berücksichtigt, hat morgen im Prüflabor schon verloren. Gerade in der Layoutphase lassen sich mit geringem finanziellem und zeitlichem Aufwand die Weichen für elektromagnetische Verträglichkeit stellen. In dieser Ausgabe beginnt eine Artikelreihe, die den EMV gerechten Aufbau elektronischer Schaltungen vermittelt. Praxisnahe Tips verdeutlichen den Weg.

**Seite 36**

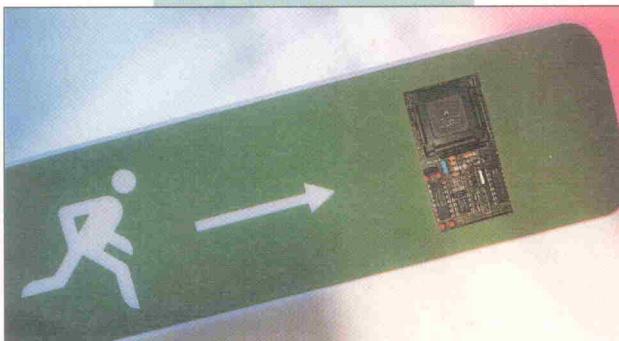


## Entwicklung

### Noteingang

Das Controllerboard ist frisch bestückt, man schaltet ein und ... kein Lebenszeichen. Wer in dieser Situation einen Controller aus Motorolas MC68300-Familie im Sockel stecken hat, kann am Hintertürchen anklopfen und nach dem Befinden des Boards fragen. Der Background-Debug-Mode (BDM) ermöglicht die Kontrolle des Prozessors mit PC und serieller Schnittstelle. Der Artikel erklärt die Vorgehensweise auf diesem Schleichweg und bringt Tips und Tricks wie beispielsweise die Programmierung von Flash-Speichern oder sogar EPROMs per BDM.

**Seite 42**



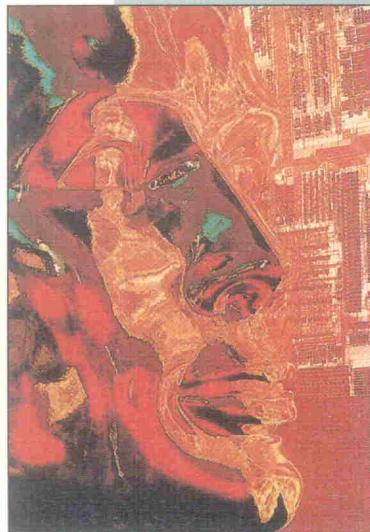
## Report

### Sie haben es sich verdient

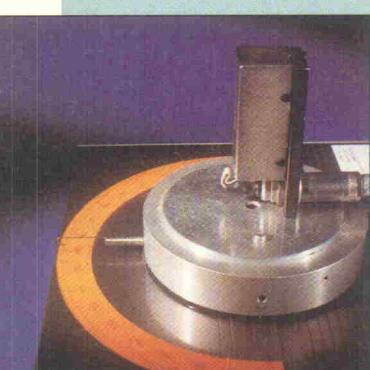
Mit diesem Report betritt die ELRAD-Redaktion Neuland: Keine harte Elektronik, spannende Meßtechnik oder kryptisches in Sachen CAD, sondern Soft-Tips in Sachen Technik für die schönste Zeit des Jahres – den Urlaub. Sightseeing ab

**Seite 26**

## Entwicklung



## Design Corner



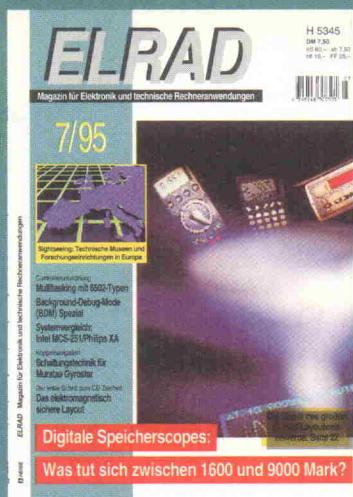
### **Navigator**

Wo bin ich, wie geht's weiter? Kaum ein Autofahrer, der in unbekanntem Terrain nicht vor solchen Fragen stand. Im Fahrzeug integrierte Satellitennavigationssysteme versprechen, den Benutzer sicher zum Ziel zu führen. Hierfür ist aber eine ungehinderte 'Sicht'-Verbindung zwischen Auto und Satellit notwendig. Wenn solche Unterbrechungen nicht toleriert werden können, muß die Positionsbestimmung auf anderen Wegen erfolgen. Solche sogenannten Koppelnavigationssysteme bestehen im wesentlichen aus einem Kreisel zur Richtungsbestimmung und einem inkrementalen Wegstreckenmesser. Die Design Corner für einen neuen preiswerten Piezokreisel finden Sie auf

**Seite 32**

### **Thronfolger**

Die MCS-51-Mikrocontrollerfamilie stellt schon seit einiger Zeit die beliebtesten Mikrocontroller am Markt. Als Grund für diesen Erfolg ist neben dem niedrigen Preis der Prozessoren auch die breite Verfügbarkeit an Entwicklungswerkzeugen in wirklich jeder Preislage anzusehen. Für diejenigen, denen die 51er-Welt zu klein oder zu langsam geworden ist, bieten Intel und Philips jetzt 'Aufsteiger'-Versionen des Controller-Veteranen an.

**Seite 78**

### **DSO-Report**

Für besondere Meßaufgaben – beispielsweise zur Erkennung einzelner Nadelimpulse innerhalb 'normaler' Signale – ist ein Speicher-oscilloskop schon immer das geeignete Instrument gewesen. Was früher mit langsam bröselnden Leuchtschichten (bloß nicht mehr als 2000mal beschreiben!) direkt in der Röhre chemisch gelöst wurde, enthält heute nur noch einige wenige Speicherbausteine. Die derzeit auf dem Markt verfügbaren Geräte wurden im Labor mit einigen – zugegebenermaßen gemeinen – Testsignalen gefüttert. Herausgekommen ist ein interessanter Querschnitt im Preisbereich von 1600 DM bis knapp unter 9000 DM.

**Seite 62**

# **Inhalt 7/95**

Seite

## aktuell

Firmschriften & Kataloge	9
Controller	10
Messebericht von der DSPx	12
Messebericht von der Sensor 95	14
Gehäuse	16
Medien	19

## Test

DSO-Report Acht digitale Speicheroszilloskope von 1600 DM bis 9000 DM im Praxistest	62
---	----

## Projekt

Wetterbericht	
Wetterstation mit 80537-Controller (2): Der Ozonsensor	55
LON-Testdrive	
Einsteiger-Kit für LON (4)	58
Schnüffelei	
Eine einfache EMV-Schnüffelsonde	88

## Report

Die Krönung	
Gewinner des großen ELRAD-Layoutwettbewerbs	22
Sie haben es sich verdient	
Technische Museen und Forschungseinrichtungen in Europa	26

## Entwicklung

Design Corner: Navigator Navigieren mit dem Piezokreisel von Murata	32
Entstördienst	
EMV-gerechtes Design elektronischer Schaltungen (1)	36
Noteingang	
Background-Debug-Modus des MC68332	42
Jongleur	
Multitasking per Round-Robin unter Forth	48
Thronfolger gesucht	
Architekturvergleich MCS-251 und 8051XA	78
Schaltungssimulation mit PSpice	
Teil 9: Inside Spice	90

## Grundlagen

Zaubersteine	
Teil 7: Equalizer und Klangfeldprozessoren	82
Die ELRAD-Laborblätter	
Operationsverstärker (14)	95

## Rubriken

Editorial	3
Briefe	7
Radio und TV: Programmtips	18
Bücher	94
Die Inserenten	105
Impressum	105
Dies & Das	106
Vorschau	106

# DISPLAY

**PHYTEC**

auf einen Blick . . .

## Der Eprom- SIMULANT

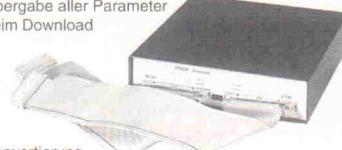
*simuliert ein 16- o. zwei 8-Bit-EPROMs.*

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

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

**taskit**Rechnertechnik Tel. 030/ 324 58 36  
GmbH Fax 030/ 323 26 49  
10627 Berlin Kaiser-Friedr.-Str. 51**EPROM-Simulator ES-010**

- Simuliert die Typen 2764 bis 27010 (opt. bis 27040)
- Binärer Download über serielle Schnittstelle
- Baudrate bis 115 kBaud (ca. 15s für 128 KByte)
- 8 oder 16 Bit Simulation möglich
- Reset-Ausgang mit einstellbarer Polarität
- Übergabe aller Parameter beim Download



- Konvertierung von INTEL HEX- und MOTOROLA S1-Files
- Kommunikationsprogramm für DOS
- Optional 40pol. Adapter für 27C210 und 27C220
- Zusatzmodul zur Einbindung in NOVELL-Netzwerke unter Ethernet in Vorbereitung
- Betriebsfertiges Gerät mit Netzteil, Adapterkabel für DIL-EPROMs, Übertragungskabel u. Software

**ES-010 Grundgerät ab DM 720,- (zzgl. MwSt.)**PHYTEC Meßtechnik GmbH • Robert-Koch-Str.39 • 55129 Mainz  
Telefon: 06131/958 83-0 • Telefax: 06131/958 83-33

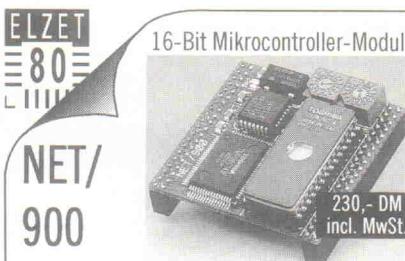
## GALEP-II Pocket-Programmer



- Brennt EPROMs/EEPROMs bis 8 MBit (2716...27C8001)
- Brennt GALs 16V8, 20V8, 18V10, 20RA10, 22V10, 6001
- Blitzschnell: z.B. 27C512 verify 4 Sek(!), prog. in 13 Sek
- Laptop-tauglich durch PC-Anschluß über Druckerport
- Netzunabhängig durch Wechselkabel + Netz-/Ladegerät
- Komfortable, batch-fähige Software mit Hex/JEDEC-Editor
- GAL-Makroassembler / Disassembly GABRIELA 1.3
- Dateiformate: JEDEC, binär, Intel/Hex, Motorola-S
- Software-Updates kostenlos aus unserer Mailbox!

**GALEP-II Set, Software, Akku, Netz-/Ladegerät .... 635,-**  
Adapter für 8751/8752 ... 175,- für HD647180 ..... 290,-  
für LCC-EPROMs ..... 290,- für PLCC-GALS ..... 290,-

Preise in DM inkl. MwSt. ab Lager Dieburg • Versandkosten DM 15,- • Katalog kostenlos  
**CONITEC DATENSYSTEME**  
GmbH • 64807 Dieburg • Dieselstr. 11c • Tel. 06071-9252-0 • Fax 9252-33



5x5cm kleines Modul mit 2 UARTs, vier 10-Bit ADCs, je zwei 8- u. 16-Bit-Timer/Z., 2 PWMs und 2 Schrittmotorports. 32K (F)EPROM, 32K RAM, ser. EEPROM. Z16C32 Super-USART für Feldbusanschluß.

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

**PC-Meßtechnikkarten**

LPI-06 DM 250,- LPI-33 DM 450,-  
16 Kanal A/D, 1 Kanal D/A, 12 Bit 192 digital I/O, TTL

LPI-07 DM 470,- LPI-28 DM 360,-  
16 Kanal A/D, 1 Kanal D/A, 14 Bit, 2. D/A opt. 8 Kanal D/A, 8 Bit

LPI-31 DM 140,- PCI-31 DM 1035,-  
48 dig. I/O, drei 16 Bit-Timer, TTL, kurze Karte 48 optoentk. Eingänge, 48 optoentk. Ausgänge

LPI-32 DM 460,- PCI-32 DM 750,-  
16 Relais, 16 optoentk. Eingänge 24 optoentk. Eingänge, 24 optoentk. Ausgänge, interruptfähiger Timer

Nachnahmepreise, zuzüglich Versandkosten.  
Telefonischer Bestellservice Mo. - Do. 15.00 - 17.00 Uhr

**Aenne Edel**

Elektronik Import / Export

Am Hagen \* D-51503 Rösrath  
Tel. / Fax.: 02205 82749

0241 TEL 87 00 81 FAX 87 00 231

**PC-Meß-/Regeltechnik**

**PC-Speicher-Oszilloskopkarte TP-208, 2 Kanal, 2 x 20 MHz**  
best. aus PC-Einsteckkarte, Oszilloskopprogramm und 2 Tastköpfen. Interner Speicher: 2x32 kByte. Funktionen: Speicher-Oszilloskop (2μs-0,2s DIV, 5mV-20V DIV oder AUTO, CH1/II ADDI COMPI/CHOP/X-Y-Funktionen, max. Eingang: 600Vdc bei Tastk.10). Spektrometergerät (7...16MHz/Spitze-Spitze Mittel-/Maximal-/Minimalwert) dBM Leistung/ Crestfaktor, Frequenz, Anzeige als zwei 5-stellige Digitaldisplays, Ausgabemöglichkeit zusätzlich auf Drucker/Platte/Diskette mit Datum und Zeit, Meßrate von <1s-300s/ Meßwert), sowie Transientenrekorder (Momentan TRUE RMS/ Mittel-/ Max. / Min. Wert, Abtastrate: 100Hz/1Messg./300s, Meßdaten: 1-30000 ->max. Meßzeit: bis >104 Tage), Abspeicherung der Daten: als Binär- oder ASCII-Daten, Melde-/Kurvendruckfunktion. nur DM 880,-

**Zweikanal-Mehmodul für Druckerport Handyscope**  
ideal zum Einsatz mit Notebooks, da keine externe Stromversorgung notwendig. Abtastrate: bis 100 kHz (Zeitbasis: 0,5ms-2s / DIV, 1V-5mV-20V / DIV oder AUTO). Komplettset, bestehend aus Oszilloskopmodul + -programm (Funktionen wie oben, jedoch für langsame Messungen) und 2 Tastköpfen. nur DM 880,-

**Weiter im Programm:** AD/DA-Karten 8 bis 16 Bit ab DM 175,- AD/DA-dig. I/O + Relais-Kombikarte DM 395,- (ideal für Lehrzwecke, Anschlußbox lieferbar), DSO-Paket (1 Kanal) DM 274,- DA-Karten, dig. EA-Karten 24 bis 144 Bit ab DM 125,- Opto-einf. Relaisausgabekarten ab DM 530,- (8 Kanal), Zählerkarten 3x16 Bit bis 1024 Bit ab DM 356,50, RS-232/422/485 IEEE-488-Schnittstellenkarten, Fkt.-generatorkarte (bis 5MHz) DM 1380,- Farb-Echtzeit-Video-digitalisierer PAL/SECAM/NTSC m. Digitaliserauflösung bis 768x576 Pkt. (1), s/w 256 Graustufen-Farbe, bis Echtfarben (16 Mio. Farben), erfaßt Bewegtbilder (1/15s) sowie Standbilder (mit max. Auflösung: 1/25s) inkl. Windowssoftwar DM 589,- AD-Wandler >15 Bit für serielle Schnittstelle DM 249,- Temperatursensor für GAMEPORT ab DM 175,- RAM/ROM-Diskettenkarten, Mini-CCD-Kameras, z.B. horiz.: 600 Zeilen/0,02 Lux/12V/5x5x10cm/Shutter bis 1/10000s DM 699,- usw.

Grauoberseite oder auf Länge 95 mm in einem andern  
Postfach 1133  
73601 Schorndorf  
Tel.: (07181) 6 82 82  
Fax: (07181) 6 64 50  
bitzer  
Digitaltechnik  
Digi-Jug. Justus Böse  
4-fach seriell (FIFO)  
+ 3 par. (2 bidirekt.)  
+ GAME, 16 Bit-Karte  
DM 95,-

**Innovative Schrittmotorteknik****Aufgabe: PC-Sensorpositionierung****Lösung: MSM-03 + VT-80**

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

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

**Display-Anzeigen  
in ELRAD**

Unser  
Anzeigenplatz  
für den  
„schnellen Blick-Kontakt“

Wir beraten Sie gern:  
**0511/5352-164, -219**

## Mailboxen

Haben Sie Fragen oder Anregungen zu Artikeln aus der *ELRAD*? Möchten Sie mit der Redaktion über das Heft diskutieren? In den folgenden Mailboxen finden Sie ein öffentliches Diskussionsforum, das den Kontakt zwischen Lesern und Redaktion herstellt. Die Boxen sind untereinander vernetzt, Ihr Beitrag wird an alle angeschlossenen Mailboxen und die Redaktion geleitet. Antworten und Reaktionen erhalten Sie auf dem glei-

chen Weg wieder in Ihre Heimat-Mailbox. Auszüge drucken wir auf der Leserbriefseite ab. Verwenden Sie für den ersten Anruf bitte nur die Telefonnummern aus der neuesten *ELRAD*-Ausgabe und schalten Sie Ihr Terminal-Programm auf die Parameter 8N1 ohne spezielle Emulation. Falls Sie gar nicht klarkommen, erreichen Sie uns mittwochs zwischen 10:00 und 12:30 sowie 13:00 und 15:00 Uhr unter 05 11/53 52-4 00.

SLURP-Box	0 21 73/8 11 61 8 13 19
freeport.pha.oche.de	0 22 33/6 69 68
Manny's BBS	0 21/50 38 52
Manny's BBS (ISDN)	0 21/8 50 00 21
Peaceful Corner	0 22/30 95 40
Tupel Wuppertal	0 22/04 93 67 82
Yetis BBS	0 23/41 22 38
BioBoxBonn	0 28/54 97 20
europe.pha.oche.de	0 24/38 82 22
Maus Aachen (AC2)	0 24/9 01 90 19
freedom.pha.oche.de (ISDN)	0 24/9 20 03 50
CHARON	0 30/3 44 78 04
DOS Pudels Kern BBS (8-2 Uhr)	0 30/8 17 12 53
SOLO	0 30/99 40 02 00
Maus Meiningen (MGN)	0 36 93/87 50 03
MORIBOX	0 35/54 26 58
WF-HH (analog&ISDN)	0 40/22 74 11 91
WF-HH (analog 19k2)	0 40/22 74 11 92
E-COMM II	0 40/7 15 88 29
Maus Wilhelmshaven (WHV)	0 44 21/1 34 35
Maus Bremen (HB2)	0 41/20 70 25 69
Maus Bremen (HB)	0 41/8 71 80 06
CONNECTION Elektro-Port	0 41/2 04 72 15
Maus Oldenburg (OL)	0 41/9 69 90 81
Columbus Pro	0 41/30 25 21
Stonebridge	0 51 29/13 76
Omega02 BBS	0 51 92/1 84 30
Maus Melle (OS3)	0 54 22/4 93 57
Maus Bürmen (CLP)	0 54 34/37 97
Maus Emsland (EL)	0 59 33/36 96
Ulf's BBS	0 51/31 87 30 70
Firebird	0 51/5 07 77 62
Firebird (ISDN)	0 51/5 07 77 63
Castle BBS	0 60 53/57 25

Maus Rodgau (OF)	0 61 06/64 70 13
MecklMesserBBS	0 61 31/88 30 27
PotPourRI MailBox	0 61 72/27 23 80
Lemmis System	0 62 35/9 84 31
DG-Box	0 64 41/90 52 59
Wirtschaftsjunioren	0 64 54/14 63
Colorline	0 64 61/7 42 84
Red Cucumber	0 64 61/9 20 82
Highlands BBS	0 65 92/1 04 74
ClusterWood (analog&ISDN)	0 66 91/92 92 92
Pantheon-BBS	0 70 32/7 40 16
The Digital Voice	0 70 41/86 28 23
Simple OS2 BBS	0 71 51/7 53 27
Nostromo	0 71 51/95 69 38
Maus Weil/Böblingen (BB2)	0 71 57/56 19 39
Wieslauf BBS	0 71 83/34 72
AWSN-Box (ISDN)	0 74 33/9 12 92
AWSN-Box	0 74 33/9 12 93
Belgarion OS2-Box	0 75 25/7 1 95
KWSG-Box Konstanz	0 75 33/9 88 32
Black Puma II	0 75 72/9 47 93
The Ultimate	+31-53/30 39 02
YaCaN BBS	+41-61/3 02 28 28
ELRAD-Mailbox 0511/5352-401 (V.32bis, 14k4), die Sammelnummer schaltet bei "Besetzt" weiter auf -402 (V.FC, 28k8) und -403 (V.34, 28k8)	
Anonymous ftp:	ftp.ix.de/pub/elrad (192.54.43.58) ftp.zrz.tu-berlin.de/pub/magazine/ elrad (130.149.4.40) ftp.uni-paderborn.de/elrad (131.234.10.42)
World Wide Web:	http://www.ix.de/el/
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).

### Kommt die Analogtechnik zu kurz?

Zum Leserbrief von Herrn Hans Gütter in *ELRAD* 5/95, Seite 7, gibt es eine weitere 'Analog-Meinung'.



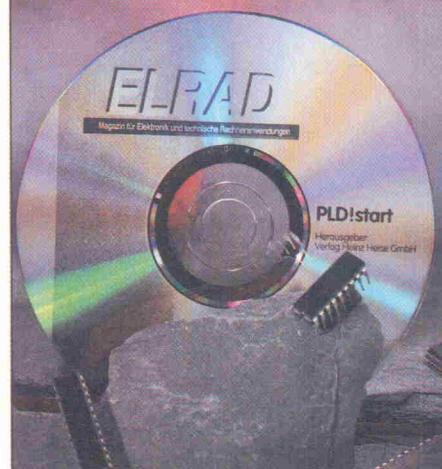
Dem Leserbrief von Herrn Gütter möchte ich voll zustimmen, auch ich vertrete die Auffassung, daß die Analogtechnik in *ELRAD* zu wenig berücksichtigt wird. Anstelle einer x-ten PC-Karte würde ich mich auf eine minutiös erstellte Grundlagenreihe über Schaltnetzteile mit Bauteilbezugsquellen freuen. Ein weiteres Projekt wäre ein Satellitenreceiver, welcher modular aufgebaut und mit allem PiPaPo ausgestattet sein sollte.

Markus Oehling  
36277 Schenklengsfeld

Die Grundlagen der Satellitenübertragung wurden bereits 1986 in dem Beitrag *elSAT* tiefgreifend erläutert (*ELRAD* 1/86...6/86 10/86, 1/87, 2/87 und 7-8/87). An der grundsätzlichen Technik hat sich bis heute nichts geändert. Das Pipapo meint wahrscheinlich das ganze Drumherum, das heute nun einmal zum Standard gehört und bereits ab 199 D-Mark im Fachhandel erhältlich ist. Auf jeden Fall ist hier angefangen bei der Fernbedienung bis hin zur automatischen Schüsselnachführung nichts mehr mit Analogtechnik zu machen. Auch beim sogenannten 'Satellitenempfang' ist die Gegenwart digital.

## PLD!start

Die *ELRAD*-CD-ROM für den Einstieg in die PLD-Entwicklung



Briefe

Altera:1Step  
Altera: PLDshell Plus  
AMD: MACHPRO  
AMD: MACHXL  
Data I/O: easyABEL  
Data I/O: SYNARIO eval  
Isdata: LOG/IC eval  
Lattice: PDS-1016  
Logical Devices: PAExpert  
MicroSim: Design Center eval  
MicroSim, AMD:  
Design Center/AMD eval  
National Semiconductor: OPAL jr  
Quicklogic: pASIC  
SH-Elektronik: GDS-eval  
Texas Instruments: proLOGIC  
Xilinx: DS550  
HiLo-Systems: Devicelist All07

99,- DM

So können Sie bestellen: Um unnötige Kosten zu vermeiden, liefern wir nur gegen Vorauskasse. (Bestellsumme zuzüglich DM 6,- für Porto und Verpackung). Folgende Zahlungsverfahren sind möglich: Einsendung eines Verrechnungsschecks, einmalige Abbuchung von Ihrem Konto sowie Überweisung auf unser Konto bei der Kreissparkasse Hannover, Konto-Nr. 4408 (BLZ 250 502 99). Schecks werden erst bei Lieferung eingelöst. Wir empfehlen deshalb diesen Zahlungsweg, da in Einzelfällen längere Lieferzeiten auftreten können.

Ihre Bestellung richten Sie bitte an:

eMedia GmbH  
Bissendorfer Straße 8  
30625 Hannover

Telefonische Auskünfte nur von 9.00 – 12.30 h  
Tel.: 05 11/53 72 95; Fax: 05 11/5 35 21 47

Zum Editorial in *ELRAD* 6/95 erreichte die Reaktion folgender Kommentar:

Ich konnte mir ein gewisses Schmunzeln beim Lesen des Leitartikels nicht verkneifen. Allerdings gibt es auch etwas fachliche Kritik: Aus eigener leidvoller Programmiererfahrung kann ich dem 'Jubel' über MS-Windows nicht zustimmen. Im krassen Gegensatz zu X11-Windows lässt insbesondere bei den Standard-Versionen die Leistung stark zu wünschen übrig. Dies hängt mit der langsam unvollständigen Vektor- und Polygonunterstützung zusammen, Microsoft hat in diesem Bereich scheinbar im Gegensatz zu Mit-Entwicklern nur sehr wenig Erfahrung. Hinzu kommt die anachronistische Speicherverwaltung. Und die neueren Windows-NT-Versionen haben schlicht keine Marktdurchdringung. Ich setze deshalb auf X11, unterstütze weiter-

hin DOS und warte ansonsten ab. OS/2 sieht auch recht solide aus und könnte deshalb als DOS-Ablösung interessant werden. Für eine solide Workstation investiert man sicher ein paar Mark mehr, spart dafür aber Zeit und Ärger.

So erreichen Sie das *ELRAD*-Leserforum:

- ✉ per Brief oder Fax
- ✉ per Electronic Mail
- ✉ per Telefon während unserer täglichen Lesersprechstunde

Anschrift, Telefonnummern, Mail-Adressen finden Sie im Impressum auf der Seite 105.

Die Redaktion behält sich vor, Zuschriften und Gesprächsnotizen gekürzt zu veröffentlichen. Antworten der Redaktion sind kursiv gesetzt.

Nicht vergessen:

## Umgezogen? Neue Anschrift?

Faxen Sie uns Ihre  
Adressänderung,  
damit Ihr Abo auch  
weiterhin pünktlich  
ankommt.



Fax:  
**0511/5352-289**

## Aktuelle Elektronik

### Universal-Programmiergeräte

für E(E)PROM, BPROM, 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

inkl. Handbuch  
PLD-Programmierung mit PALASM

auch mit  
DIP-48  
lieferbar



**ALL07-DR** DM 1736,50

- Anschluß an LPT-Schnittstelle, interner Netzteil 100...240V~, inkl. Zusatzkarte für LPT

**ALL07-PC** DM 1552,50

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

### LEAPER-3 Handy-EPROM-Writer

- schnelles Lesen, Programmieren, Blank Check, Kopieren von EPROMs, EEPROMs, Flash EPROMs, SRAMs  
- Stand-Alone-Arbeiten möglich mit LCD-Display (auch mit Batterie)

- Fernsteuerung vom PC aus mit Menüsyst. über die LPT-Schnittstelle

paßt in jede Werkzeugtasche

DM 598,-

### EPROM-EMULATOR

Für RAM/ROM 2\*8bit oder 1\*16bit  
optional auch für 90ns EPROMs

EML-ROM 512 (bis 2<sup>12</sup>kbit) DM 696,90

EML-ROM 2M (bis 2<sup>18</sup>Mbit) DM 885,50

### EPROM-Programmier-Geräte

- Anschluß über Buskarte  
- inkl. Kabel  
- Kabel  
- engl. Handbuch

- sehr schnelle  
Programmie-  
rung



jetzt mit 19200 baud

max. Software-Nutzzeit HS-202

inkl. Software in Netzteil

SEP-81AE (1\*Socket) DM 565,-

SEP-84AE (4\*Socket) DM 699,-

27C25 in nur 7 Sek.

EPP-1F (512 KBit) DM 358,-

EPP-2F (4MBit) DM 499,-

inkl. Kabel  
inkl. Software in Netzteil

PCFACE-III ISA-Karten-Tester

Kartenwechsel ohne PC-  
Abschaltung

- aktive Busextension zum Testen von Slotkarten

- Meßpunkte für alle Signale

- 4 Steckplätze für alle 9/16Bit-ISA-Karten

DM 687,70

Neu !!! PCFACE-III C  
mit 11 externen Slots! nur DM 915,40

### COM-Watch®

Serielle Datenanalyse (für RS-422 und RS-485)  
- Beobachten, Analysieren und Dokumentieren des Datenverkehrs einer seriellen Verbindung  
- Triggermöglichkeit, autom. Baudrateinstellung  
- verschiedene Darstellungsarten, Diskstreaming

inkl. Kabel  
DM 802,70

Wir akzeptieren:



Lieferung ab Lager  
alle Geräte getestet  
kostenloses Update  
über Mailbox



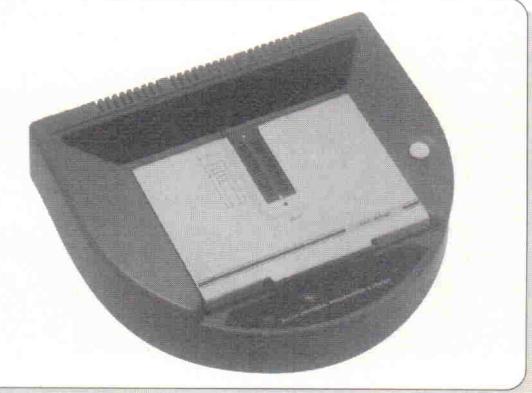
Egerlandstr. 24a, 85368 Moosburg  
08761 / 4245 oder 63708  
FAX 08761 / 1485

Mailbox  
62904

# DISPLAY

## ALL-07

Der Universal-Programmierer von HI-LO



**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 Spezialadapters und Sockelkonvertern ab Lager:

### ALL-07

Universalprogrammierer (derzeit ca. 3000 Bauteile) 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

wir ALL-07, jedoch Anschluß über mitgelieferte PC-Slotkarte (ISA-Bus, 8-Bit Steckplatz). Preis (inkl. MWSt.): 1539,- DM

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

Berlin (0 30) 4 63 10 67  
Leipzig (0 341) 2 13 00 46  
Hamburg (0 40) 38 61 01 00  
Frankfurt (0 61 54) 4 59 50  
Stuttgart (0 71 54) 8 16 08 10  
München (0 89) 6 01 80 20  
Schweiz (0 64) 71 69 44  
Österreich (0 22 36) 4 31 79  
Niederlande (0 34 08) 8 38 39

## ELEKTRONIK LADEN

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

### BECK FESTO DIDACTIC

## Zukunftssichere Automatisierungstechnik

**IPC1** - Zukunftssichere Automatisierungstechnik mit dem Industrie-PC (DM 550,-\*)

**IPC2** - Automatisierungstechnik ohne Fesseln - mit dem Industrie-PC Automatisierungs-aufgaben lösen (DM 1650,-\*)

**IPC3** - Zukunftssichere Automatisierungstechnik - "Selbstlern" mit dem Industrie-PC (DM 800,-\* inkl. Miete für die von Festo Didactic überlassen Geräte bzw. DM 1800,-\* bei Kauf) \* zzgl. 15% MWST.

Seminar: **IPC1** (1Tag) **IPC2** (3Tage) **IPC3** (1Tag)

Wetzlar	24. April 95	25. - 27. April 95	28. April 95
Esslingen	03. Juli 95	04. - 06. Juli 95	07. Juli 95
München	04. Sept. 95	05. - 07. Sept. 95	08. Sept. 95
Düsseldorf	06. Nov. 95	07. - 09. Nov. 95	10. Nov. 95
Berlin	27. Nov. 95	28. - 30. Nov. 95	01. Dez. 95

Nähre Informationen und Anmeldung:  
Festo Didactic KG - Postfach 624 - 73707 Esslingen  
Telefon (0711) 3467-205 - Fax (0711) 3467-369

PC-Einsatzkarten zur  
Programmiergeräte

WITTO-16 EXTENDED DM 552,-  
16\*1N über Optokoppler  
16\*OUT über Reedrelais  
24\*I/O TTL, Quarz, Timer

OPTO16-16 STAND DM 33,50

16 Eingänge über Optokoppler,

Handbuch, Beispieldaten

3\*16Bit Timer, dt. Handbuch

ADIODA-12 STANDARD DM 897,-

2\*12Bit A/D, prog. Verst.

2\*12Bit D/A, uni- / bipolar

2,5, 5V, 7,5V, 10V, DC/DC

24\*I/O TTL, Quarz, Timer

WITTO-24 EXTENDED DM 368,-

24 digitaler Ein/Ausgänge,

8 Interrupteingänge

3\*16Bit Timer, dt. Handbuch

OPTO16-16 STANDARD DM 425,50

16 Eingänge über Optokoppler,

16 Ausgänge über Relais

messcomp Datentechnik GmbH

Neudecker Str. 11 - 83512 Wasserburg

Tel. 08071/9187-0 - Fax 08071/9187-40

WITTO-48 STANDARD DM 149,50  
48 digitale Ein/Ausgänge,

3\*16Bit Timer, dt. Handbuch

ADIODA-12 STANDARD DM 897,-

2\*12Bit A/D, prog. Verst.

2\*12Bit D/A, uni- / bipolar

2,5, 5V, 7,5V, 10V, DC/DC

24\*I/O TTL, Quarz, Timer

WITTO-24 STANDARD DM 368,-

24 digitaler Ein/Ausgänge,

8 Interrupteingänge

3\*16Bit Timer, dt. Handbuch

OPTO16-32 STANDARD DM 425,50

32 Eingänge über Optokoppler,

Handbuch, Beispieldaten

RELAYS-16 STANDARD DM 333,50

16 Ausgänge über Relais

24 digitale Ein/Ausgänge,

3\*16Bit Zähler, Quarz ..

Fordern Sie unsere kostenlose Produktübersicht an!

## Firmenschriften und Kataloge

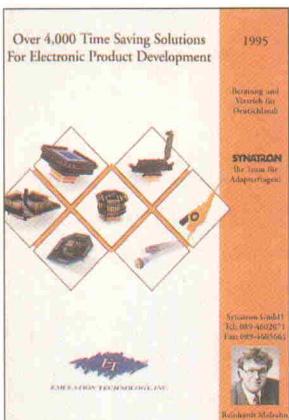
### Speichervergleich

Eine von der GLYN GmbH veröffentlichte Broschüre stellt D- und SRAMs führender japanischer Halbleiterhersteller mit ihren technischen Daten tabellarisch gegenüber. In den jeweiligen Kategorien ermöglicht diese Übersicht, Speicher hinsichtlich der Kriterien Kapazität, Organisation, Gehäuse, Geschwindigkeit, Betriebsart und Spannungsversion (3 V/ 5 V) zu vergleichen, auszuwählen und zu ersetzen. Außerdem behandelt die Broschüre aktuelle Trends im Speichermarkt und stellt gängige Gehäuseformen vor. Die Druckschrift 'Japanische Speicher - Ver-



gleichsliste 1995' umfaßt sechzig Seiten und ist kostenlos erhältlich bei:

GLYN GmbH  
Am Wörtzgarten 8  
65510 Idstein/Taunus  
0 61 26/5 90-2 22  
0 61 26/5 90-1 11



### Anpassungsfähig

Der Produktkatalog 1995 von Emulation Technology ist kostenlos bei Synatron erhältlich. Nach Aussagen des Distributors

enthält er das weltweit größte Lieferprogramm von Adapters, Sockelkonvertern und Debug-Zubehör. Auf über 200 Seiten stellt die Übersicht mehr als 4000 Adapter, Testhilfen und andere Hilfswerzeuge vor, die unter anderem zur Adaptierung von Emulatoren, Logikanalysatoren, Speicher- und Logik-Programmiergeräten dienen. Die Werkzeuge ermöglichen den Anschluß von Bausteinen in den verschiedenen Gehäuseformen, wie zum Beispiel PGA, LCC, PLCC, DIP, QFP, PQFP oder BGA. Schaubilder und Anwendungsbeispiele erleichtern die Auswahl.

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

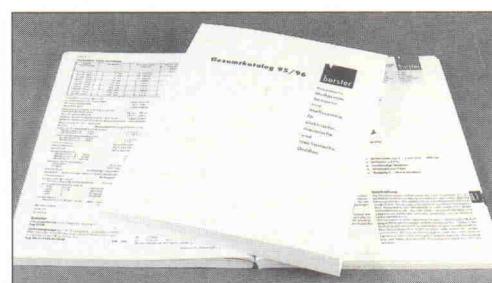
### Meßtechnik von burster

Die Firma burster aus Gernsbach stellt ihr umfangreiches Programm an Geräten und Sensoren zur exakten Messung und Erfassung elektrischer, thermischer und mechanischer Größen vor. Der Meßtechnik-Katalog 95/96 bietet auf 400 Seiten im einzelnen:

- Meßgeräte zur Messung elektrischer Größen und der Temperatur
- Sensoren für den Industrie- und Laboreinsatz zur Erfassung von mechanischen Größen
- Geräte zur Verarbeitung von Sensorsignalen, Module und

Systeme zur Meßdatenerfassung und Übertragung

- Strom-, Spannungs- und Temperaturkalibratoren für den mobilen Feldeinsatz oder den Betrieb in Labor- und Kalibrierstellen



### Lichtleiter

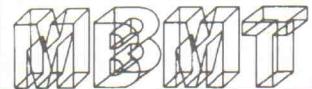
AMS Optotech aus München bietet fiberoptische Komponenten zum Beispiel für den Einsatz in der Daten- und Telekommunikationstechnik oder der Medizin- und Meßtechnik an. Der englischsprachige 'Fiber Optic Guide 1995' präsentiert eine breite Produktpalette: Lichtleiter, Sende-, Verstärker- und Empfangseinheiten, aber auch komplexe Breitbandübertragungssysteme von 300...1250 MBit/s Datenrate. Das erforder-



liche Werkzeug zur Faserbearbeitung ist ebenfalls im Angebot. Der regelmäßig erscheinende Firmenreport 'Newsflash' informiert dazu über Neuheiten im Bereich Optotechnik. Katalog und Newsflash sind auf Anforderung kostenlos erhältlich. Eine Preisliste ist nicht beigelegt, die aktuellen Preise sind bei AMS nur auf Anfrage zu erfahren.

AMS Optotech GmbH  
Albrechtstraße 14  
80636 München  
0 89/12 68 06-0  
0 89/12 68 06-60

### Neuwertige gebrauchte MESSGERÄTE von



Wir liefern mehr als 10 000 Meßgeräte aller namhaften Hersteller direkt ab Lager. Durch unsere weltweiten Kontakte besorgen wir Ihnen auch Geräte, die wir nicht vorrätig haben.

Falls bei Ihnen nur kurzzeitiger Bedarf besteht, wir vermieten auch Geräte. Sprechen Sie uns an.

Haben Sie Meßgeräte, die Sie verkaufen möchten? Auch dann sind Sie bei uns an der richtigen Adresse.

Hier eine kleine Auswahl der zur Zeit vorrätigen Geräte:

		DM
MG 646C	SATELLITE TV SIGNAL TRANSMITTER	19.800,-
0,9 - 1,75 GHz, OPT. 01	DIG.TRANSM. ANALYZER -150 Mbit/s	
ME 520A	OPT. 01 = PRINTER	12.500,-
BERTAN	210 - 02 R HV-POWER SUPPLY	
0 - 2 KV / 100 mA	3.400,-	
BTEL & KJAAER		
ZR 0005	LOG. POTENTIOMETER, 50 dB	390,-
2610	MEASURING AMPLIFIER	4.800,-
2635	CHARGE AMPLIFIER	2.800,-
ENI	BREITBAND LINEAR AMPLIFIER	
A-500	0,3 - 35 MHz / 500 WATT	13.800,-
1040 L	10 - 500 KHz / 400 WATT	4.900,-
3100 LA	0,25 - 150 MHz / 100 WATT	8.900,-
3200 L	0,25 - 150 MHz / 200 WATT	11.900,-
FARNELL		
SSG 520	SIGNAL GEN. 10 - 520 MHz	2.900,-
PTS 1000	TRANSM.TEST SET 1,5 - 1000 MHz	
	NEU	5.250,-
FLUKE		
883 AB	AC-DC DIFF. VOLTMETER	1.950,-
HEINZINGER	HOCHSPANNUNGSNETZGERÄTE	
HNCs 1500-400	0 - 1500 VOLT / 400 mA	2.400,-
HNCs 10.000-50	0 - 10 KV / 50 mA	2.500,-
HEWLETT PACKARD		
214B	PULSE GENERATOR	3.900,-
339A	DISTORT. MEASUREM. SET	4.500,-
3312A	FUNKTION GEN. -13 MHz	1.950,-
3336B	SYNTH./ LEVEL GEN. -21 MHz	2.950,-
3580A	SPECTR. ANALYZER -50 KHz	3.900,-
3581A	WAVE ANALYZER	4.800,-
3586B	SEL. LEV. METER -32.5 MHz	3.900,-
3780A	PATTERN GENERATOR/	
	ERROR DET. 2/8/34 Mbit/s	7.500,-
3852A	DATA ACQ. / CONTROL UNIT	6.000,-
4193A	VEC. IMPED. METER -110 MHz	11.900,-
5328A	UNIVERSAL COUNTER	
	-100 MHz/HP-IB	1.900,-
6261B	DC POWER SUPPLY	
	0-20V / 50 Amp.	3.000,-
6428B	DC POWER SUPPLY	
	0-20V / 45 Amp.	2.800,-
6453A	DC POWER SUPPLY	
	0-15V / 200 Amp.	6.900,-
6625A	SYSTEM DC POWER SUPPLY	6.000,-
6632A	SYSTEM DC POWER SUPPLY	2.400,-
8175A	DIGITAL SIGNAL GENERATOR	14.500,-
8444A	TRACKING GEN. -1300 MHz	2.750,-
PHILIPS		
PE 1367/00	DUAL POWER SUPPLY PROGR.	800,-
PE 1540	DC POWER SUPPLY 0-40V/3A	800,-
PM 5570	VIDEO TEST SIGNAL GEN.	7.500,-
PM 5715	PULSE GEN. 1 Hz - 50 MHz	1.600,-
ROHDE & SCHWARZ		
MSC 2	STANDARD STEREOCODER	5.900,-
SBUF	TV-TEST TRANSM 25 - 1 GHz	19.800,-
SMX	SIGN. GEN. -1000 MHz, OPT.B2	8.000,-
SWOB 4	POLYSKOP -1000 MHz	7.900,-
SWOB 5	POLYSKOP -1000 MHz	11.900,-
ROLAND		
DPX-2500	A2 - PLOTTER	9.800,-
TEKTRONIX		
577-D2	CURVE TRACER	5.400,-
2465	300 MHz OSCILLOSCOPE	5.900,-
7104	1 GHz - OSCILLOSCOPE	18.000,-
WANDEL & GOLTERMANN		
EPM-1	EICHPPEGELM. 10 Hz - 300 MHz	6.800,-
TSA-1	SPECTR./NW-ANALY.-180 MHz	15.850,-

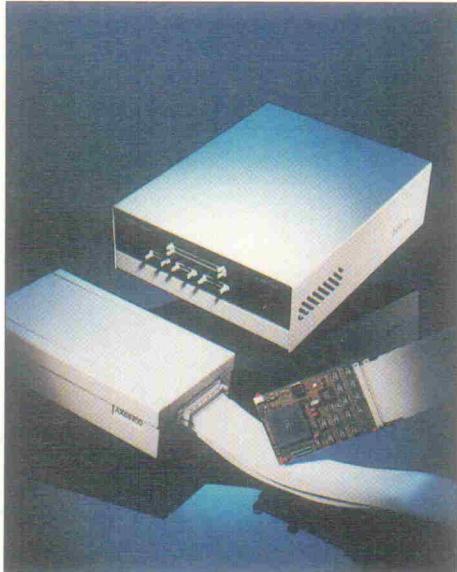
Bei Bedarf schicken wir Ihnen gerne unsere neue Liste zu, die Ihnen eine größere Auswahl unseres Lagerbestandes zeigt.

**MBMT** MESSTECHNIK GMBH  
Carl-Zeiss-Str. 5 27211 Bassum  
Telefon: 0 42 41/35 16 Fax: 55 16

## Controller

### Emulation für Motorola-Controller

Der sogenannte In-Circuit-Emulator für die mit 32-Bit-CPU ausgestatteten Mikrocontroller von Motorola (z. B. MC68332) wurde erstmals auf der CeBIT '95 der Öffentlichkeit vorgestellt. Der unter der Bezeichnung AX68300 laufende Emulator soll preislich und von der Leistung her die Lücke in der Produktpalette von Hitex zwischen dem BDM-Debugger TX68k und dem im High-End-Bereich angesiedelten In-Circuit-Emulator teletest 32 schließen. AX68300 wird in mehreren Ausbauvarianten ab 15 000 Mark angeboten. Das Gerät kann mit 20 Haltepunktbereichen arbeiten, die im RAM und ROM wirken, bietet bis zu vier komplexe Triggersysteme, einen 8



Hitex-Systementwicklung  
Greschbachstraße 12  
76229 Karlsruhe  
07 21/9 62 8-0  
07 21/9 62 8-1 89

### Kommunikationsprozessor: Drei CPUs auf einem Chip

Neben einem universellen Mikroprozessor-Kernel wurden im Gehäuse des Prozessors noch eine RISC-basierte Kommunikationseinheit sowie ein kompletter 24-Bit-DSP untergebracht. Die einzelnen Einheiten bestehen aus einem 68000-Core, dem Multiprotokoll-Prozessor MC 68302 und dem DSP 56002-Core. Die integrierten Programm- und Datenspeicher des DSPs umfassen etwa 32 KByte. Neben den seriellen Schnittstellen des MC68302 integrierte Motorola

KByte Frames fassenden Trace-Speicher und einen 512 KByte großen Emulationsspeicher, der ohne Wait-States benutzt werden kann. Zwei Sequenzebenen erlauben dabei die Verknüpfung der Trigger. Performance-Analyse-Funktionen mit Echtzeitmessung runden die Funktionalität von AX68300 ab. Innerhalb der Controllerfamilie mit CPU32 kann auf einen anderen Zielprozessor umgerüstet werden. Durch Tausch des Mikrocontrollers auf dem Adoptionskabel lässt sich das Gerät in einen Emulator für den MC68332 umwandeln. Alle verfügbaren Mikrocontroller-Bauformen können adaptiert werden. Dies gilt auch für eingelötete Mikrocontroller, die mittels spezieller Clip-over-Adapter im ONCE-Mode emuliert werden. Bedient wird der Emulator über die SAA-Oberfläche HiTOP mit Kommandosprache und kontext-sensitivem Hypertext-Hilfesystem. Durch diese Oberfläche ist der AX68300 bedienkompatibel mit anderen Entwicklungswerkzeugen von Hitex für die CPU32-Familie. AX68300 arbeitet mit den C-Entwicklungsumgebungen für Motorola von Microtec Research, Hiware (Hi-Cross), Software Development Systems (SDS), BSO/Tasking und Intermetrics zusammen. Der Preis: ab 15 000 Mark.

zusätzlich eine PCMCIA-Schnittstelle und eine UART-16550-Emulation. Entwickelt wurde der Kommunikationsprozessor beispielsweise für die drahtgebundene wie drahtlose Kommunikation, für portable PC-Systeme, Multimedia-Anwendungen, aber auch für industrielle Steuerungen.

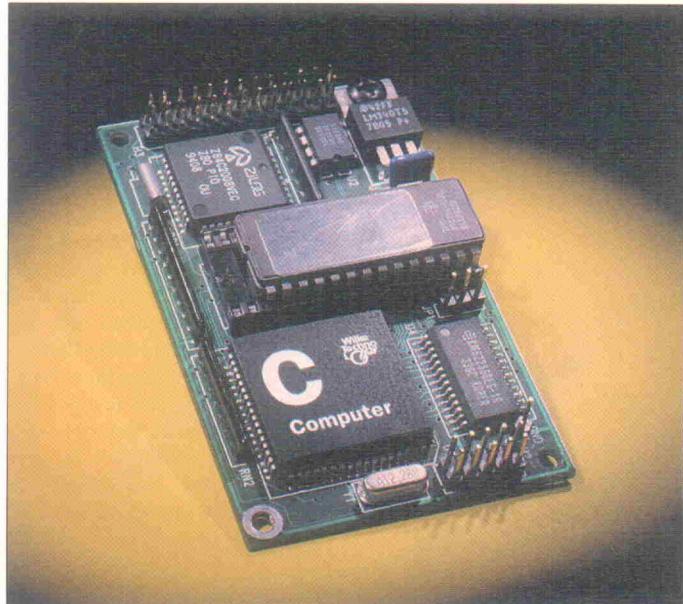
Future Electronics Deutschland GmbH  
Münchner Straße 18  
85774 Unterföhring  
0 89/9 57 27-0  
0 89/9 57 27-1 73

### Direkt in C programmierbar

Nur etwas größer als eine Streichholzschatz ist das Controller-Board 'Micro Genius'. Konzipiert für Steuerungs-, Regel- und Überwachungsaufgaben kann der Controller auch komplexere Aufgaben übernehmen. Dafür sorgen jeweils 512 KByte große Daten- und Programmabreiche sowie die Fähigkeit zum Multitasking. Auf einer Fläche von 5 cm × 7 cm befinden sich neben der CPU und dem RAM alle Komponenten eines kompletten Controller-Systems wie Flash-EPROM, Echtzeit-Uhr, Watchdog sowie RS-232-/ RS-

485-Kanäle. Wilke liefert neben der Hardware auch noch einen abgestimmten C-Compiler mit Entwicklungsumgebung, eine Funktionsbibliothek und Beispielprogramme aus. Die beiden letzten genannten Komponenten liegen im Quellcode vor. Der Preis für den Controller beträgt 150 Mark. Das Entwicklungssystem kommt ca. 1000 Mark.

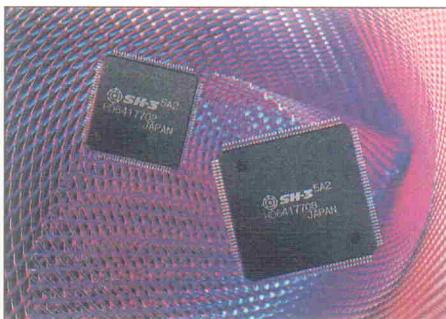
Wilke Technology GmbH  
Krefelder Straße 147 / P.O. Box 1727  
52018 Aachen  
02 41/91 89 0-0  
02 41/15 84 75



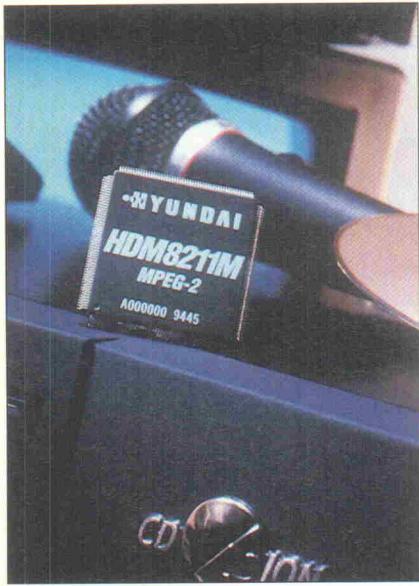
### Mit nur 1 Watt auf 100 Dhystone-MIPS

Die 32-Bit-Mikrocontroller-Serie SH-3 von Hitachi ist für die Anforderungen der drahtlosen Kommunikation sowie portabler Computer zugeschnitten. Bei einer Betriebsspannung von 3 V und einer Leistungsaufnahme von weniger als 1 Watt kommen die SH-3-Controller bei einer Taktfrequenz von 100 MHz auf die besagten 100 Dhystone-MIPS. Durch

die hohe Verarbeitungsleistung und dem als Hardware realisierten MAC-Block können DSP-Funktionen als Software ausgeführt werden. Dies wiederum reduziert den externen Bauteileaufwand. Funktionen wie Timer, extra versorgte Real-Time-Clock, PLL-gesteuerter Oszillator und ein 32-Bit-Multiplizierer sind bereits integriert.



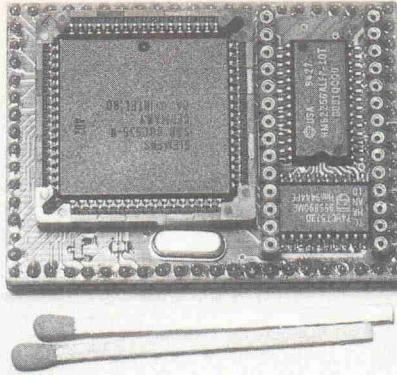
Hitachi Europe GmbH  
Electronic Components Group  
Dornacher Straße 4  
85622 Feldkirchen  
0 89/99 180-0  
0 89/99 180-2 65



## 5 µA im Schlaf

Als absolut komplett bezeichnet die Herstellerfirma Wickenhäuser Elektrotechnik ihr Controller-Modul Mini535. Es bietet neben allen Features der 80C535-MCU (8-Kanal-8-Bit-A/D-Wandler, 38 bidirektionale Ports, Pulsweitenmodulatoren, Zähler, Timer etc.) auch eine Uhr, Batteriepufferung für das RAM, E2PROM, eine RS-232-Schnittstelle und – nicht zu vergessen, eine software-steuerbare LED. Das Modul wird vom Hause Wickenhäuser speziell für Low-Power-Anwendungen empfohlen, weil es in seinen 'Wachphasen' lediglich einen

Strom von 35 mA zieht. Im Schlafmodus – der jederzeit per Timer oder externem Signal unterbrochen werden kann – benötigt es nur etwa 5 µA. Das Mini535 verfügt neben der erwähnten RS-232-Schnittstelle auch über eine herausgeführte I2C-Emulation. Für die Software-Entwicklung hat der Hersteller einen µ-Basic-Compiler im Angebot.



Preis des Winzlings: 196 Mark zzgl. MwSt.

Wickenhäuser Elektrotechnik  
Rastatter Str. 144  
76199 Karlsruhe  
07 21/98 84 90  
07 21/88 68 07

## MPEG-2 komplett auf einem Chip

Erst 1993 gründete Hyundai eine eigenständige Division für den boomenden Multimedia-Bereich. Als ein Ergebnis präsentierte das in den USA ansässige und in Korea produzierende Tochterunternehmen den SAVI-Decoder HDM8211M. Dabei handelt es sich um einen Chip, der MPEG-2-Dekompressionsbeziehungsweise Dekodierungs-Komponenten für System, Audio und Video integriert. Der HDM 8211 kann komprimierte Daten in serieller oder paralleler Form verarbeiten, diese nach Video-, Audio- oder anderen benutzerspezifischen Daten sortieren und anschließend für die Ausgabe an die entsprechenden Wiedergabesysteme kodieren. Zusätzlich können Audio- und Videosignale sowie Grafikeinblendungen miteinander synchronisiert werden. Für den Anschluß an gebräuchliche CPU-Systeme, DRAM-Speicher, HF-Demodulatoren und Audio-DACs sowie Video-Encoder ist keine zusätzliche Glue-Logik erforderlich. Durch das Prinzip der Mikrokodierung können auch herstellerspezifische Entschlüsselungsalgorithmen sowie spätere Erweiterungen von MPEG-2 unterstützt werden. Nachdem bisher für Test- und Evaluierungszwecke nur eine Kleinserie gefertigt wurde, soll bereits im August 1995 die volle Produktion anlaufen.

Hyundai Digital Media Division  
212 Baypointe Parkway  
San Jose, CA 95134; USA  
0 01-(4 08) 4 73-92 00  
0 01-(4 08) 4 73-98 00

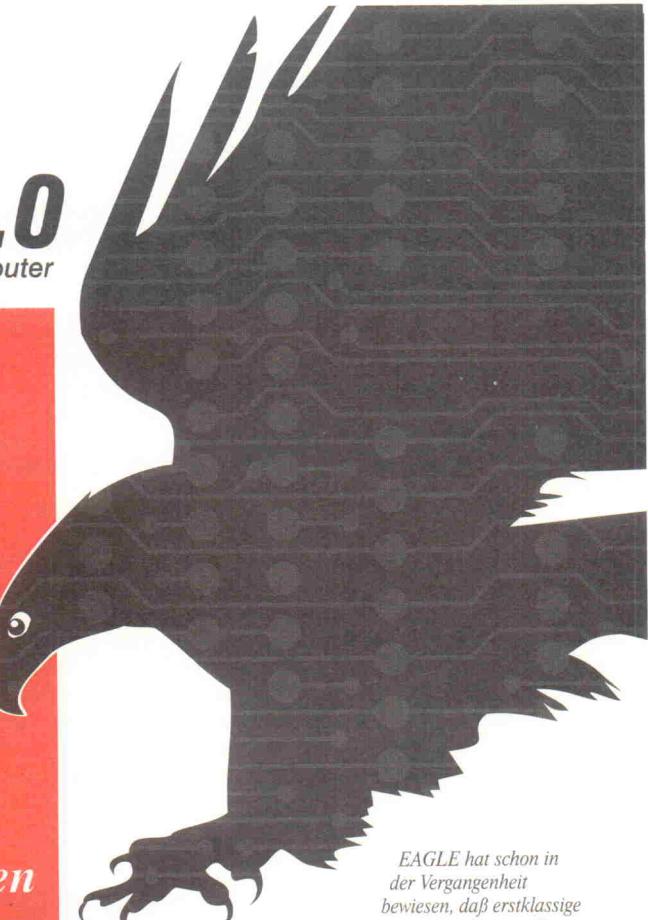
**Neue Version!**  
**EAGLE 3.0**  
Schaltplan - Layout - Autorouter

*Jetzt mit  
32-Bit-Power.*

*Zu  
Low-cost-Preisen  
wie bisher.*

Neu:  
Polygone füllen  
- Copper Pouring  
und mehr!

Demopaket mit Original-Handbuch	25,30
Layout-Editor	851,00
mit Bibliotheken, Ausgabebetrieben und Konverterprogrammen	
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: 08635/69 89-70 Analog (14400 / 8N1)	
-20 ISDN (64000 / X.75)	



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

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

*Lassen Sie sich von unserer voll funktionsfähigen Demo überzeugen.*

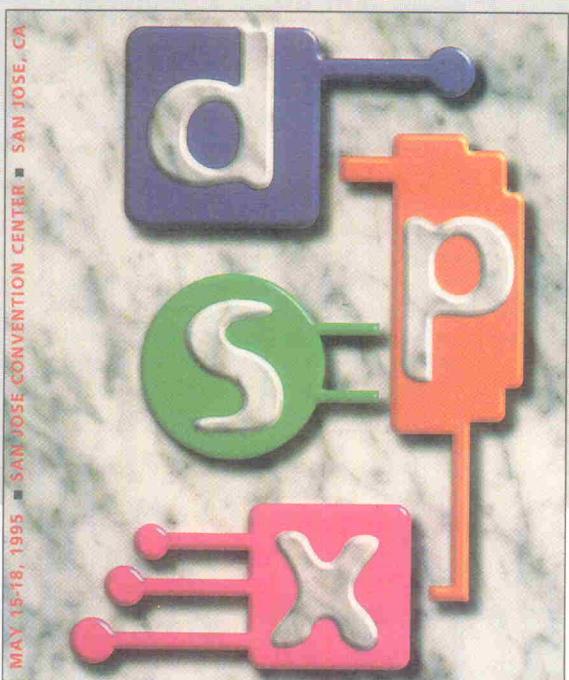
**CadSoft**  
CadSoft Computer GmbH, Hofmark 2  
84568 Pleiskirchen, Tel. 08635/810, Fax 920

# Fast Food

DSPx-Konferenz  
in San Jose

Dr. Sabine Dutz

aktuell



Glaubt man den Experten, die auf der DSPx-Konferenz vom 16.–18. Mai tagten, steht den DSPs eine rosige Zukunft bevor. In den kommenden sechs Jahren erwarten sie einen signifikanten Anstieg in Leistung und Integrationsdichte, einen geringeren Energieverbrauch und günstigere Preise.

Laut Gene Frantz, DSP Applikations Manager der Halbleitergruppe von Texas Instruments in Dallas, sollte ein typischer DSP der nächsten Dekade 400 Mips bei 200 MHz ausführen können, 0,25 mW/Mips verbrauchen und in großen Stückzahlen nur etwa 1,50 Dollar kosten. Einen Schritt in diese Richtung zeigten die vielen neuen Produkte, die sowohl bekannte Firmen wie AT&T Microelectronics, Texas Instruments, Motorola, Analog Devices und IBM Microelectronics als auch neugegründete Unternehmen wie Infinite Solutions vorstellten.

Mit Blick auf den drahtlosen Kommunikationsmarkt präsentierte Texas Instruments seine neue 320C54x-Familie. Die 50-Mips-DSPs basieren auf TIs hauseigener Kerntechnologie, arbeiten mit 2,7 oder 5 Volt und verfügen über drei Power-Down-Modi – damit eignen sie sich besonders gut für alle hauptsächlich batteriebetriebenen Geräte wie zum Beispiel Mobiltelefone, PDAs und drahtlose Modems. Zu den weiteren Features zählen unter anderem ein hard-wired Viterbi-Beschleuniger, der das Viterbi ‘butterfly update’ auf nur vier Instruktionszyklen für die GSM-Kanal-Dekodierung reduziert. Alle Basisband (baseband)-DSP-Funktionen können ohne Probleme in einen einzelnen Chip implementiert werden und behalten noch

‘Extra-Mips für andere Telefonaufgaben’ übrig: Voice Dialing und Rauschunterdrückung.

## Sparschweine

AT&T enthüllte seinen DSP1627, der 50 Mips bei 2,7 Volt oder 70 Mips bei 5 Volt leistet. Der neue Prozessor benötigt rund 30 % weniger Energie als die vorherige DSP161X-Familie und verlängert damit bei einer Rate von 0,7 mA/Mips bei 2,7 Volt die Sprech- und Standby-Zeiten von Mobiltelefonen. Zu den weiteren Verbesserungen zählen ein On-Chip-Clock-Synthesizer zur Reduzierung des allgemeinen EMI-Pegels sowie ein 8-Bit-Parallel-Host-Interface für Standard-Mikrocontroller.

Mit zwei neuen Versionen ihres ADSP217x DSPs kam Analog Devices zur Konferenz. Im Power-Down-Modus benötigt der Chip bei 3,3 Volt nur 0,36 mW – im Gegensatz zu etwa 70 mW im Standard-Betrieb. Die ADSP217x-Familie verfügt außerdem über 6 KByte Programm-RAM, 4 KByte Daten-RAM und einem Host-Interface-Port (HIP), der auf 8 oder 16 Bits konfigurierbar ist.

Neueinsteiger Infinite Solutions, Inc., aus Santa Clara zeigte sein Erstlingswerk Green: Ein 16-Bit-DSP-Core mit 150 Mips bei 3,3 Volt und einer Energiedissipation von 0,75 mW/Mips, einschließlich eines kompletten Entwicklungs-Tool-Sets.

IBM Microelectronics beschränkte sich lediglich auf die Ankündigung, daß man den 2780-DSP-Kern auf neue Geschwindigkeits-Level bei 3,3 Volt umrüstet. Die angestrebten 37...46 Mips würden die Rechenpower gegenüber der existierenden Einheit etwa verdoppeln.

Jim George, Vizepräsident und Leiter von Motorolas DSP-Division in Austin, verriet, daß seine Firma kurz vor der Vollendung mehrerer neuer auf 16- und 24-Bit Fixed-Point-Architekturen basierender DSP-Kerne steht. Ein Produkt soll ein 24-Bit-Kern sein, mit einer Leistung von 65 Mips bei 3 Volt. Motorola gab weiterhin bekannt, daß der 56002 verbessert wurde und jetzt 40 Mips bei 5 Volt liefert.

Ein Schlüsselfaktor für den Fortschritt in der DSP-Entwicklung liegt in der Verbesserung der CAD-Tools. Dies zeigte sich in der starken Präsenz von EDA-Firmen wie Synopsys, Cadence's Alta Group, Viewlogic und Mentor Graphics, die sowohl in der Ausstellung als auch im Konferenzprogramm kräftig mitmischten. Die technischen Vorträge drehten sich um Themen wie DSP/ASIC-Design-Tools und -Methodologien, die Verwendung von FPGAs und Analog-PLDs (EPACs).

## Zugzwang

Die DSP-Industrie verlangt immer kürzere Entwicklungszeiten, höhere Integrationsdichten und ein besseres Preis/Leistungsverhältnis. Diese Anforderungen zwingen EDA-



Analog Devices  
präsentierte zwei  
neue Versionen ihrer  
ADSP217x-Familie.

Firmen, neue Design-Verfahren zu entwickeln – dies wurde in vielen Diskussionen rund um die Show mehrfach deutlich.

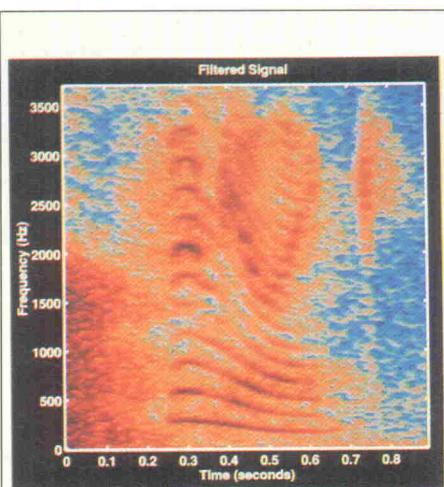
John Cooper, Director of Marketing bei Synopsys in Mountain View, glaubt, daß DSP-Designer auf einer höheren Abstraktionsebene arbeiten müssen und kündigte ein DSP-Entwicklungs-Kit für Texas Instruments neue TMS320C54x DSPs an.

Cadence's Alta Group aus Foster City will in Zukunft die Instruktion-Level-Modelle der DSP Group, Santa Clara, unterstützen. DSP ist Lieferant von DSP-Kern-Architekturen wie PineDSPCore und OakDSPCore. Mit Alta's Hardware Design System (HDS) kann dann komplett Anwendungs-Hardware modelliert und zusammen mit der auf den Kernmodellen der DSP Group ausgeführten Software verifiziert werden. Im Herbst schloß die Firma einen ähnlich Deal mit Mentor Graphics ab.

Eine neue DSP EDA Firma aus Los Angeles, Angeles Design Systems, hatte ihren Debut-Auftritt am Stand von Viewlogic Systems, Marlboro. Angeles Design System ist eine Absplitterung von der University of California in Los Angeles und vermarktet DSP Canvas, ein Blockdiagramm-Editor und High-Level-Simulation-Tool, das mit Alta's Signal Processing Work System und Cossap von Synopsys konkurriert.

Mathworks kündigte das DSP Blockset als Ergänzung zu ihrem Simulink Produkt an. In Kombination mit Matlab und der Signal Processing Toolbox ermöglicht das DSP Blockset die Simulation auf Blockdiagrammebene.

Die nächste europäische Ausgabe der DSP-Konferenz findet am 25. und 26. September 1995 im Park Hilton Hotel in München statt. Die kommende DSPX steigt vom 11.-14. März 1996 wiederum im Convention Center in San Jose. *hr*



This MATLAB spectrogram shows the output of an adaptive filtering simulation. The filter improves the signal-to-noise ratio by 21dB within 200 msec and by 40dB when fully adapted.

**Das Ergebnis einer Matlab-Simulation eines adaptiven Filters.**

# isel - Löttechnik

... zum Löten, Entlöten und Verzinnen im Tauchlötverfahren

## isel-Lötanlage 1



DM 661.-

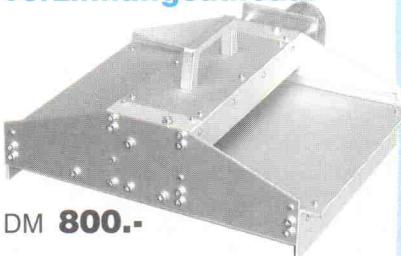
- Eloxiertes Alu-Gehäuse L 295 x B 260 x H 140 mm
- Heizplatte 220 V/2000 W, stufenlos regelbar
- Alu-Lötwanne, mit Edelstahleinlage 235 x 205 x 13 mm
- Lötzinnbedarf nur ca. 4 kg
- Bimetall-Zeigerthermometer, 50-250 Grad
- Lötwagen mit verstellbaren mittleren Stegen, max. Platinengröße 180 x 180 mm

DM 1023.-



isel-Lötanlage 2

## isel-Walzen-verzinnungsaufsatz



DM 800.-

- Eloxiertes Alu-Gehäuse L 300 x B 400 x H 120 mm
- integrierter Gleichstromgetriebemotor-Antrieb 12V
- Transportgeschwindigkeit 1-8 m/min (4-12V)
- Spezial-Zinnauftragswalze ø 50 mm, L 190 mm, Zinnauftrag max. 20 µm
- Arbeitsbreite max. 180 mm
- alle im abgedeckten Zinnbad liegenden Teile sind aus Edelstahl

... zur Vorbehandlung von bestückten und unbestückten Platinen

## isel-Flux- und Trocknungsanlage 1



DM 492.-

## isel-Flux- und Trocknungsanlage 2



DM 681.-

- Eloxiertes Alu-Gehäuse L 604 x B 260 x H 140 mm
- Schaumfluxer, abschaltbar, Flüssmittelaufnahme 400 cm³, Flüssmittel ablaßbar
- feinporige, exakt regelbare Schaumkrone erzeugt durch einen Spezial-Kunststoffschlauch
- Heizplatte als Vorheizung und Trocknung
- Leistungsaufnahme 220 Volt / 1500 Watt, regelbar
- Fluxwagen, gleichzeitig Verzinnungs- und Lötwagen, für Platinen bis 350 x 180 mm

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

Rund um die Leiterplatte



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

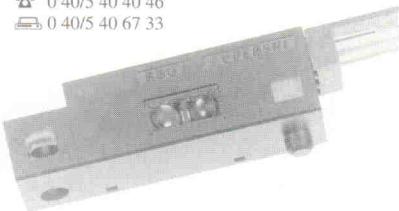
## Sensoren

### Für die Presse

Im Vertrieb der Firma Getronic findet man die Papiersensoren PS-R11 und PS-R50 von Kodensihi. Sie eignen sich nach Angabe des Anbieters vorwiegend zur Papierkantendetektion, aber auch zum Zählen, Erfassen und Sortieren anderer Materialien. Die Fühler arbeiten mit moduliertem Sendelicht und enthalten einen monolithischen Empfänger. Die Farbe des zu detektierenden Materials ist unerheblich. Fremdlicht beispielsweise aus Infrarotsendern oder aus der Umgebung beeinträchtigt die Funktion der Sensoren nicht. Der Meßabstand liegt bei 2...6 mm für das Modell PS-R50 und 5...10 mm für die Variante PS-R11. Die Reaktionszeit (An- und Abfall) beträgt 0,5 ms. Weitere Informationen erhält man bei:

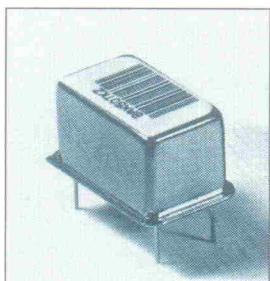
aktuell

Getronic GmbH  
Warnstedtstraße 57  
22525 Hamburg  
☎ 0 40/5 40 40 46  
📠 0 40/5 40 67 33



### Crashtester

Vor allem zum Einsatz als Crashsensoren in Kraftfahrzeugen führte TEMIC zur Sensor '95 die Produktfamilien BAX und BAZ ein. Der letzte Buchstabe der Typenbezeichnung kennzeichnet dabei, ob das Modul parallel (X-Richtung) oder senkrecht (Z-Richtung) zur Einbaulage anspricht. Im 20 × 15 × 7 mm<sup>3</sup> kleinen Gehäuse residieren ein piezoelektrischer Beschleunigungsfühler, ein ASIC, das sich um die Signalkonditionierung kümmert, sowie ein Bandpaß, der die Filterung crashspezifischer Signalanteile übernimmt. Die derzeit verfügbaren Bausteine erfassen Beschleunigungen bis zu ±50 g. Höhere Meßbereiche sind nach Absprache mit dem Hersteller möglich. Die Empfindlichkeit der Sensoren liegt bei 48 mv/g für den 50-g-Typ. Zur Versorgung genügt dem Crashfühler eine Spannung von 5 V. Die Bauteile entsprechen der Automotive-Spezifikation, was eine Lebensdauer von 15 Jahren garantiert. Neben dem Kfz-Einsatz sollen die Sensoren sich auch für Einsätze in der Maschinenüberwachung oder Vibrationskontrolle eignen.



TEMIC GmbH  
Vertrieb Sensorik  
Wolf-Hirth-Straße 7  
73230 Kirchheim  
☎ 0 70 21/9 89-5 95  
📠 0 70 21/9 89-5 99

### Speedcheck

Einen intelligenten Drehzahlsensor für den Anschluß an CAN stellte die Firma Rheintacho anlässlich der Sensor '95 vor. Der Fühler dient beispielsweise der berührungslosen Erfassung von Drehgeschwindigkeit und Richtung an rotierenden Zahnrädern oder ähnlichen Bauteilen aus ferromagnetischen Materialien. Als eigentlicher Sensor arbeiten zwei Hall-Elemente, deren Spannungsänderung ein Mikrocontroller auswertet. Die Einstellung von Parametern und die Ausgabe der Meßwerte (Ist-Drehzahl, Richtung, Grenzwert) erfolgt über den Bus. Zur Versorgung benötigt das Gerät eine Gleich-

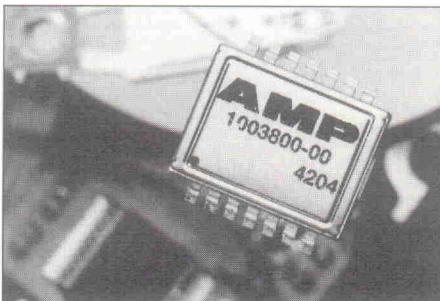


spannung von 18...36 V bei etwa 60 mA (24 V). Der erfaßbare Frequenzbereich liegt zwischen 3 Hz und 20 kHz bei einem Schaltabstand von <1 mm bis maximal 2 mm. Ausgangsseitig bedient der Sensor eine Bus-Schnittstelle nach ISO/DIS 11898 mit maximal 1 MBit/s und dem CAN-Protokoll 2.0A. Die Arbeitstemperatur liegt zwischen -25°C und +85°C. Der Preis des Sensors liegt für Einzelstücke bei etwa 450 DM zuzüglich Mehrwertsteuer. Weitere Informationen erhält man bei:

Rheintacho GmbH & Co.  
Waltershofener Straße 1  
79111 Freiburg  
☎ 0 76 145 13-0  
📠 0 76 144 52 74

### Dreifach beschleunigt

Beschleunigungen auf zwei Längsachsen und um eine Drehachse erfaßt der ACH 04-08 von AMP. Die Piezofilmelemente nebst Elektronik sind in einem 14poligen DIL-Gehäuse untergebracht. Die Auswerteschaltung ist in der Verstärkung einstellbar, enthält Differenzverstärker für die Ableitung



der Winkelbeschleunigung, eine interne Spannungsreferenz und Komparatoren, die Beschleunigungsgrenzen überwachen. Dazu kann man sie bei Bedarf zur Stromersparnis 'schlafen' legen. Eingebaute EEPROMs speichern Einstellungen für die Empfindlichkeit respektive Verstärkung dauerhaft. Der Fühler weist acht Meßbereiche zwischen 0,2 mv/rad/s<sup>2</sup> und 2 mv/rad/s<sup>2</sup> für die Winkelbeschleunigung auf. Bei der Linearbeschleunigung bietet er ebenso acht Stufen zwischen 7,5 mv/g und 120 mv/g. Typische Anwendungen sieht AMP bei der Überwachung von Fahrzeugen, Sicherheitssystemen und Computerlaufwerken.

AMP Deutschland GmbH  
Amperestraße 7-11  
63225 Langen  
☎ 0 61 03/7 09-0  
📠 0 61 03/7 09-2 23

### Angeleintes Auge

Im Vertrieb des Hauses Dr. Seitner findet sich das Farbkamerasystem CS 5132. Es besteht aus einem abgesetzten digital gesteuerten CCD-Kopf mit nachgeschalteter Auswerteeinheit. Die Lichtempfindlichkeit des Geräts liegt bei 3 Lux (Blende F 1,4). Ausgangsseitig liefert die Elektronik ein Videosignal in den Formaten FBAS, Y/C und RGB. Ein komfortables Menü erlaubt die Einstellung des Kameraprofils – also der Parameter für den Shutter, die Fensterfunktion, den Weißabgleich, die Farbtemperatur, AGC und weitere. Diese Parameter legt man in einem von vier Konfigurationsspeichern für schnellen Zugriff bei wechselnden Einsatzbedingungen ab. Der prozessorgesteuerte Hochgeschwindigkeits-Shutter arbeitet mit minimalen Öffnungszeiten von einer zweimillionstel Sekunde. Die Programmierung der Kamera erfolgt über die Fronttasten und ein Menü, das bei Aufruf in das Ausgangs-



videosignal eingebettet wird. Daneben kann die Konfiguration auch über die parallele Schnittstelle eines PC, dann von einem Windows-Programm gesteuert, erfolgen. Der C-Quelltext eines Steuerungsprogramms für andere Plattformen steht optional zur Verfügung. Der Preis des Grundgeräts liegt bei 5590 DM zuzüglich Mehrwertsteuer. Anwendungsschwerpunkte sieht der Anbieter in den Bereichen Medizintechnik und Industrie.

Dr. Seitner GmbH  
Mühlbachstraße 20  
82229 Seefeld  
☎ 0 81 52/7 90 64  
📠 0 81 52/7 98 80

## Drehmoment kompakt

Mit dem zum Patent angemeldeten Drehmoment-Meßflansch T10F bietet HBM jetzt eine besonders platzsparende Variante an. Er steht in gestuften Meßbereichen für Nenndrehmomente zwischen 100 Nm und 5 kNm zur Verfügung. Dabei liegt die maximal zulässige Drehzahl abhängig vom Nenndrehmoment zwischen 15 000/min und 8000/min. Der T10F nutzt statt der Torsionsspannung die Scherspannung als Maß für das Drehmoment. Das ermöglicht dank hoher zulässiger Quersteifigkeit den Einbau mit direkt angeflanschter Gelenkwelle oder Ausgleichselement, zusätzliche Kupplungen oder Stützlager entfallen. Dank des lager- und schleifringlosen Aufbaus ist der Meßflansch wartungsfrei. Die Übertragung des Meßsignals und die Einkopplung der Speisespannung erfolgt induktiv über Antennensegmente, die den Flansch ringförmig umschließen.



Hottinger Baldwin Meßtechnik GmbH  
Postfach 10 01 51  
64201 Darmstadt  
0 61 51/8 03-5 59  
0 61 51/8 03-5 24

# Revolution

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

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

### Modularer Aufbau

Kaufen Sie nur das, was Sie benötigen

- ◆ Projektmanager
- ◆ Stromlaufplan
- ◆ Layout
- ◆ SPEA Profirouter
- ◆ Bibliothekseditoren
- ◆ Komplette Fertigungsdatenerzeugung
- ◆ Programmierbares Postprocessing P

### Highlights

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

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

**top-CAD**  
für Windows

Ron Burrage, fotografiert von Michael Leis

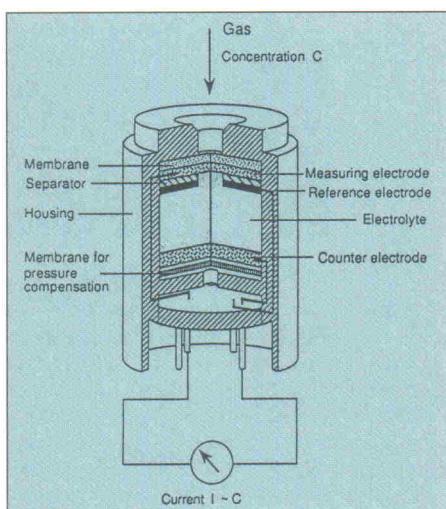


## Autonomer Wärmemarker

Mit der Serie EBI offeriert die Firma ebro ein vielseitig einsetzbares Temperaturloggersystem. Die in einer Edelstahlkapsel untergebrachte Sonde steht in zwei Temperaturbereichen zur Verfügung: EBI85 misst von  $-40^{\circ}\text{C}$  bis  $+85^{\circ}\text{C}$ , EBI125 geht weiter

bis  $+125^{\circ}\text{C}$ . Beide weisen eine maximale Abweichung von  $\pm 0,3^{\circ}\text{C}$  auf. Das Gehäuse misst 48 mm im Durchmesser und 28 mm in der Höhe. Es ist druckfest bis 20 bar. Die Parametrisierung des Loggers erfolgt über ein externes Interface bezüglich Meßbeginn, Ende und Intervall. Letzteres lässt sich zwischen 10 Sekunden und 255 Minuten einstellen. Mit der maximalen Speicherkapazität von etwa 3100 Messungen (Zeit und Temperaturwert) ergibt sich eine Meßdauer zwischen 8 h:36 min und rund 18 Monaten. Die Batterie ist für eine Betriebsdauer von 10 Jahren ausgelegt. Typische Anwendungen sieht der Anbieter im Bereich Qualitäts sicherung nach ISO 9000, beispielsweise in der Lebensmittelindustrie in Kühlräumen.

ebro Electronic GmbH  
Peringerstraße 10  
85055 Ingolstadt  
0 841/95 47 80  
0 841/5 79 74



mat von rund 26 mm Höhe bei etwa 16 mm Durchmesser erfassen die 'Nasen' so verschiedene giftige Gase wie Schwefelwasserstoff, Kohlenmonoxid, Wasserstoff, Chlor, Ozon, Chlor- oder Bromwasserstoff und weitere. Sie eignen sich damit gut zum Aufbau von Warneinrichtungen, beispielsweise für Überschreitung der maximalen Arbeitsplatzkonzentration (MAK-Wert). Sämtliche Typen arbeiten auf elektrochemischer Basis als aktive Geber. Das heißt, sie liefern unter Einwirkung des Meßstoffs einen Strom im Bereich von einigen zehn Nanoampere pro ppm. Dank dieses Funktionsprinzips kommen sie ohne eine energiefressende Heizung aus. Die Reaktionszeit  $t_{90}$  der Sensoren beträgt typenabhängig zwischen 20 s und 80 s. Die Dauerbetriebszeit liegt zwischen 12 und 24 Monaten. Unitronic liefert die Gaschnüffler ab rund 70 DM (zzgl. MwSt.) in Einzelstückzahlen aus.

Unitronic GmbH  
Mündelheimer Weg 9  
40472 Düsseldorf  
0 21 11/95 11-0  
0 21 11/95 11-1 11

## Kleine Schnüffler

Ein breites Spektrum von Gassensoren der Firma Sensoric hat Unitronic in den Vertrieb aufgenommen. Im einheitlichen Zylinderfor-

**SPEA**  
SOFTWARE AG

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

# HM303 u. 305

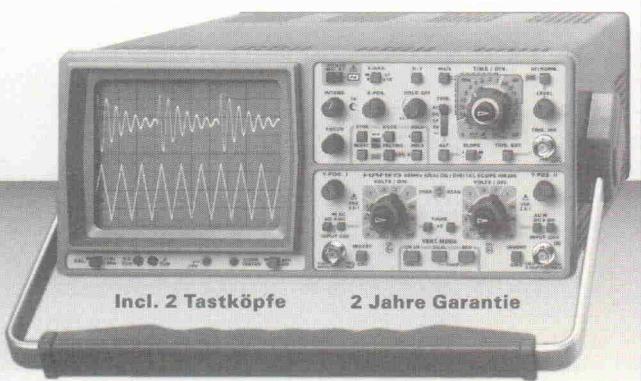
## 2 neue HAMEG-Sscopes

Super in Preis und Leistung  
natürlich Made in Germany



### Analog Oszilloskop HM303

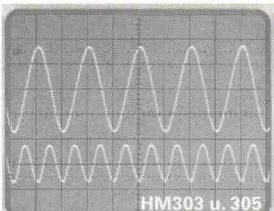
2 Kanäle DC-30MHz, Empfkt. 1mV - 20V/cm  
Zeitbasis 0,2s-10ns/cm, Triggerung 0-100MHz  
Komponententester, 1kHz/1MHz-Kalibrator  
Overscan Anzeige, Schaltnetzteil von 90-260V



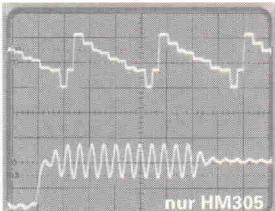
### Analog/Digital-Oszilloskop HM305

2 Kanäle DC-30MHz, Empfkt. 1mV - 20V/cm  
Zeitbasis 0,2s-10ns/cm, Triggerung 0-100MHz  
Komponententester, 1kHz/1MHz-Kalibrator  
Overscan Anzeige, Schaltnetzteil von 90-260V  
Abtastrate 2x40MS/s, Speicher 2x2048x8bit  
Refresh-, Single- u. Roll-Mode, Pretrigger 50%

50 und 100MHz Sinus Signale mit alternierender Triggerung



gespeicherte Ausschnitte von Video Signalen



Unterlagen erhalten Sie von:

**HAMEG GmbH**  
Kelsterbacher Str. 15-19  
60528 Frankfurt / Main

069-678050  
FAX 069-6780513

## Gehäuse

### LWL kompakt

Die Firma Rittal hat ein neues Verteilergehäuse für die Leitungsführung von Lichtwellenleitern (LWL) im Programm. Das Gehäuse ist aus glasfaserverstärktem Polycarbonat gefertigt und fällt mit Abmessungen von 254 mm Breite, 180 mm Höhe und 90 mm Tiefe recht kompakt aus.

Eine Montageplatte ist im Gehäuse integriert und gestattet den Einbau von zwei LWL-Spleißkassetten mit jeweils 92...120 mm Breite. Eine zusätzliche Trennplatte dient als Abdeckung für die Spleißkas-



setten und kann zwei Patch-Panels (Verbindungsfelder) für die LWL-Leitungen aufnehmen. Patch-Panels sind als Zubehör für 12 F-SMA- oder ST-Kupplungen erhältlich. Die LWL-Kleinverteiler werden in der Schutzart IP66 gemäß EN 60 529/10.91 geliefert.

Rittal-Werk  
Auf dem Stützelberg  
35745 Herborn  
0 27 72/5 05-0  
0 27 72/5 05-4 69

### Störungsschutz mit Schirm

Neue Kleingehäuse bietet die Firma Vero Electronics mit ihrer EBX-Reihe an. Zur Wahl stehen dabei drei verschiedene Gehäusenhöhen und zwei Tiefen. Die EBX-Gehäuse weisen eine hohe EMV-Schirmung auf und empfehlen sich insbesondere für sensiblere Analogbaugruppen, etwa Komponenten aus der Kommunikations-, Meß- oder Medizintechnik.

Sind die Gehäuse mit Kontaktfingern versehen, schirmen sie Störinflüsse im Frequenzbereich von 30...600 MHz durch-

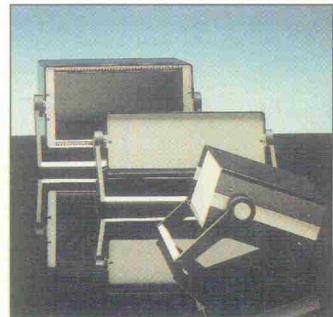
schnittlich mit 55 dB ab; ohne Kontaktfinger liegt der Wert bei 43 dB. Eine abgeschrägte Frontplatte sorgt für gute Sicht auf eingebaute Anzeigeeinheiten. Die EBX-Gehäuse gestatten den Einsatz von Leiterplatten bis zum zweifachen Europaformat und diversen metrischen Formaten. Zudem bietet Vero eine Reihe konfektioniertes Zubehör für den Innenausbau an.

Vero Electronics GmbH  
Carsten-Dressler-Straße 10  
28279 Bremen  
0 42 1/84 90-1 52  
0 42 1/84 90-1 89

### Für den Tisch

Das Gehäusesystem Soft-Case bietet flexibel konfigurierbare Standardgehäuse für Tischgeräte und separat aufstellbare Baugruppenträger. Die Front- und Rückplatten sowie die Ober- und Unterschalen sind aus 2 mm starkem Aluminiumblech gefertigt. Letztere werden mit jeweils zwei Systemprofilen zusammengefügt. Zur Befestigung von Interieur lassen sich zunächst zwei T-Nuten in den Systemprofilen nutzen, wobei das direkte Einschieben von Leiterplatten oder eine Montage von Baugruppen mit M3-Schraubenmuttern möglich sind. Zudem ist eine optionale Montageplatte als Einheit mit der eloxierten Front/Rückplatte einsetzbar.

Für Standard-Europakarten stehen außerdem 3HE-Baugruppenträger zur Verfügung. Sie sind für die Gehäusetypen SC04, SC05 und SC06 lieferbar



und je nach Bedarf mit oder ohne integriertem Steckerträger für Busplatinen und Steckverbinder nach DIN 41612 oder 41617 erhältlich. Je nach Gehäuse beträgt die nutzbare Breite der Baugruppenträger 42 TE, 66 TE oder 84 TE. Schließlich ist als weiteres Zubehör noch ein in 30° verstellbarer Tragbügel zu bekommen.

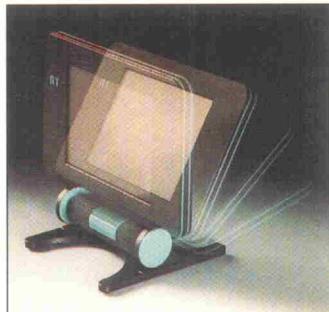
Ercotec GmbH  
Am Hotschgraff 3  
41334 Nettetal  
0 21 57/81 84-0  
0 21 57/81 84-10

## Nach Wunsch

Unter der Bezeichnung 'K-BOX Rapid Realisation' läuft ein komplettes Fertigungskonzept der Münchner T.T.K. Kunststoff-Technologie GmbH, das die Anwender-spezifische Herstellung von Gehäusen mit kurzen Lieferzeiten zum Ziel hat. Kunden soll sich die Möglichkeit bieten, Kunststoffgehäuse in fast jeder erdenklichen Form nach den eigenen Anforderungen fertigen zu lassen. Auf bestimmte formgebundene oder formgebende Werkzeuge muß dabei nicht Rücksicht genommen werden. Auch kann man sich seine Gehäuse mit radialen Freiformflächen, Rundungen etc. anfertigen lassen, ohne daß hierfür Prototypen in Form von Modellen oder ähnlichem erforderlich wären.

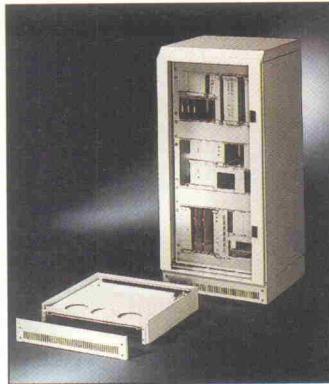
Das Fertigungskonzept sieht die Umsetzung der gewünschten Funktionen und der Designvorstellungen des Kunden als Teil einer Gesamtdienstleistung vor. Zur Anwendung kommen dabei eigens von T.T.K. entwickelte Software-Tools – die auch eine Optimierung des jeweiligen Preis/Leistungsverhältnisses ermöglichen sollen. Die K-BOX Rapid Realisation ist sowohl für die Fertigung von seriell reproduzierbaren Prototypen und Einzelstücken als auch für größere Stückzahlen interessant. Immerhin sind auch komplexere Gehäuse für selbstentwickelte Industrieprodukte wie etwa ein LCD-Display (Bild) realisierbar. Nicht zuletzt reicht die Palette der Variationsmöglichkeiten selbst bei kurzfristiger kunden-spezifischer Herstellung (zum Beispiel ein serienreifer Prototyp in 20 Tagen) von verschiedenen Kunststoffmaterialien und Farben über industrie-gerechte Kupferabschirmungen bis hin zu Gehäusen nach Schutzgraden wie IP65.

T.T.K Kunststoff-Technologie GmbH  
Karotschstraße 8  
81829 München  
☎ 0 89/42 90 95  
📠 0 89/6 88 16 08



## Überarbeitete Auflage

In neuer und verbesserter Ausgabe liefert die Firma Schroff die Gehäuse ihrer Produktfamilie technopac 2. Als Neuerung bringen die Gehäuse zunächst ein moderneres Design mit, das nun auch die Verwendung von Glas an den Frontplatten gestattet. Die neuen technopac-2-Gehäuse entsprechen den Anforderungen der Schutzart IP55 und bieten dabei eine tiefenverstellbare 19-Zoll-Einbauebene sowie großflächig abnehmbare und problemlos modifizierbare Abdeckungen und Bodenbleche.



Durch zusätzliche Ausstattung mit einem Sockel und einem Dach lässt sich ein variabler

Kleinschrank realisieren, wobei zum Beispiel gesonderte Montageplatten oder auch Schwenkrahmeneinbau möglich sind. Die Belüftung kann dann durch den Sockel und ein angehobenes Dach erfolgen, was allerdings die Schutzart vermindert. Die Gehäuse aus der Reihe technopac 2 sind wahlweise als reine Elektronikgehäuse oder als Universalgehäuse für Elektronik- und Steuerungskomponenten lieferbar.

Schroff GmbH  
Postfach 3  
75332 Straubenhardt  
☎ 0 70 82/7 94-3 89  
📠 0 70 82/7 94-6 79

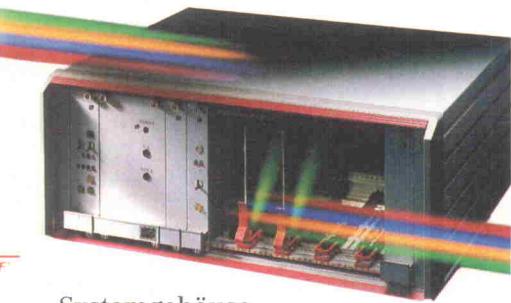
**Schroff®**



# Tja, unvergleichlich!

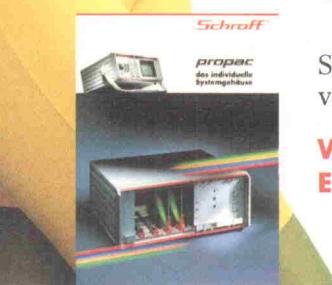
Unvergleichlich in Form und Technik:  
Das neue propac - Systemgehäuse  
hat Stil. Bestechend das Äußere.  
Und individuell gestaltbar durch  
variable Designblenden. Also gar  
kein Problem – Ihrem Gerät einen  
eigenen Charakter zu geben – mit  
allen Vorteilen industrieller Serien-  
fertigung.

Natürlich ist das propac-Gehäuse  
auch in EMC-Version verfügbar.  
Fordern Sie die ausführliche Be-  
schreibung an.



Systemgehäuse  
von SCHROFF.

**Wir geben  
Elektronik Gestalt**

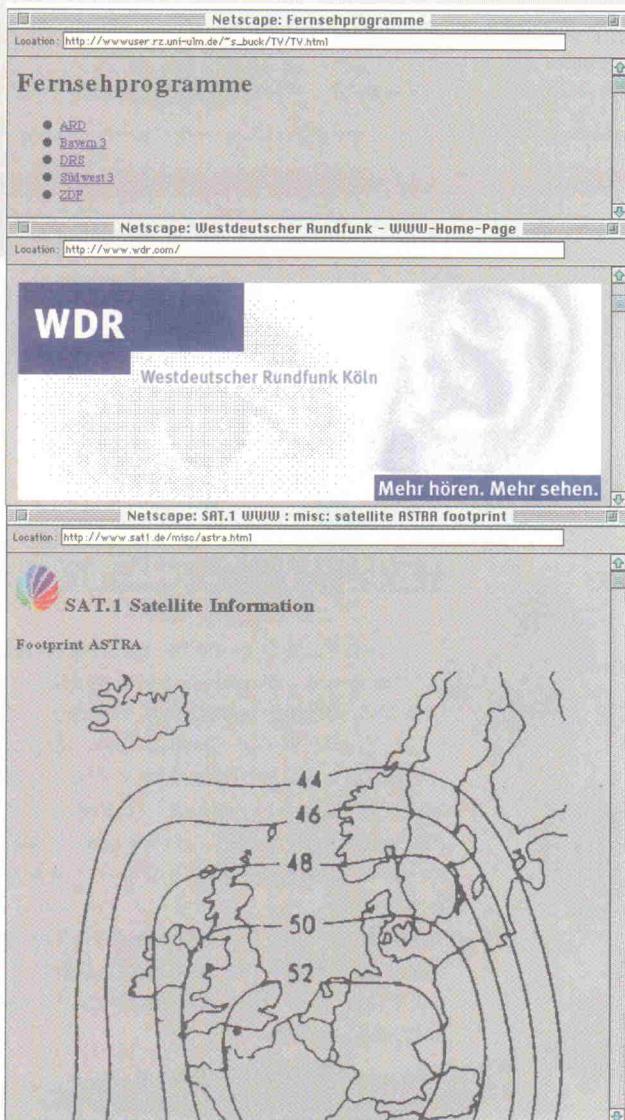


SCHROFF GMBH · 75332 Straubenhardt  
Tel. (0 70 82) 794-0 · Fax 794-200

# Radio und TV

# Programmtips

Auswahl Naturwissenschaft und Technik für Juli 95



Das Fernsehen findet die Auffahrt zum Info-Highway: Aktuelle Programme – automatisch per Videotextdecoder aufgefrischt. Oder Programmhinweise des WDR mit Zusatznutzen: Hier ist unter anderem der Computerclub mit Tips und Infos erreichbar. Die Seiten des Privatsenders SAT.1 präsentieren außer dem aktuellen Programmangebot auch eine umfangreiche Liste mit Zeigern auf WWW-Seiten anderer Sendeanstalten. Und unter dem Punkt 'Vermischtes' findet man Frequenzen und Footprints (Ausleuchtzonen) von Astra, Kopernikus und Eutelsat.

## Samstag, 1.7.

**W hessen 3 15.00 Uhr**

Chippie: Das Computermagazin

## Sonntag, 2.7.

**W Bayer. Fernsehen 8.45 Uhr**

CAD-CAM: Konstruktionen – von Maschinen gelesen

## Montag, 3.7.

**W Bayer. Fernsehen 15.15 Uhr**

Alternative Energiequellen: Sonnenenergie – Solarenergie

**W 3sat 19.30 Uhr**

HITEC: Wissenschaftsmagazin

## Mittwoch, 5.7.

**W N3 17.30 Uhr**

Natur und Technik

**W N3 23.00 Uhr**

Die Herren der Highways: Wem gehört Europas Zukunft?

**W Bayer. Fernsehen 20.15 Uhr**

Forscher – Fakten – Visionen: Das BR Wissenschaftsmagazin zum Thema 'Spurenreise im Mittelalter'

**W ZDF 20.15 Uhr**

Gesucht wird... Der Robotron Deal

## Donnerstag, 6.7.

**W Bayer. Fernsehen 8.30 Uhr**

CIM: Expertensysteme

## Sonntag, 9.7.

**W ARD 17.00 Uhr**

ARD Ratgeber: Technik

## Montag, 10.7.

**W 3sat 19.30 Uhr**

3sat Wissenschaft

## Mittwoch, 12.7.

**W N3 17.30 Uhr**

Natur und Technik

**W hessen 3 21.15 Uhr**

Unfruchtbarkeit – eine Seuche: Wissenschaftler und Forscher auf der Suche nach Ursachen

## Samstag, 15.7.

**W N3**

**17.30 Uhr**

Meilensteine der Naturwissenschaft und Technik: Townes, Schawlow, Maiman und die Lasertechnik

## Montag, 17.7.

**W Bayer. Fernsehen 14.45 Uhr**

Lernen am Computer

**W 3sat**

**19.30 Uhr**

Neues ... die ComputerShow

**W hessen 3**

**16.15 Uhr**

Aus Wissenschaft und Forschung: Die Welt als Gottes Würfelspiel – eine Philosophie der Physik unseres Jahrhunderts

\* Am 20.7. gibt's die neue **ELRAD**

## Montag, 24.7.

**W 3sat**

**10.30 Uhr**

Das schwarze Gold – die Geschichte des Erdöls (1/10)

**W 3sat**

**19.30 Uhr**

3sat-Wissenschaft

## Dienstag, 25.7.

**W Bayer. Fernsehen 16.00 Uhr**

Meilensteine der Naturwissenschaft und Technik: Folge 10

**W hessen 3**

**20.45 Uhr**

Trends: Neues aus der Wissenschaft

## Mittwoch, 26.7.

**W hessen 3**

**20.45 Uhr**

Trends: Neues aus der Wissenschaft

## Sonntag, 30.7.

**W 3sat**

**19.10 Uhr**

Wissenschaft

## Montag, 31.7.

**W 3sat**

**10.30 Uhr**

Das schwarze Gold – die Geschichte des Erdöls (2/10)

**W 3sat**

**19.30 Uhr**

HITEC

## wöchentliche Radiosendungen

**R Radio ffn** montags, 14.40 Uhr

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

**R Radio Hamburg** montags, 17.00 Uhr

'Chipsfrisch'

**R Radio Mainwelle** montags, 17.40 Uhr

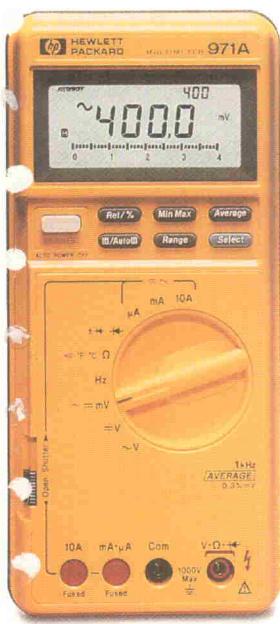
Computer-Ecke

**R Bayern 2** zweimal monatlich montags, 16.30 Uhr

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

# Was ist kleiner als unser Kleiner?

SAATCHI & SAATCHI FRANKFURT



Standardeigenschaften der Serie  
HP 970.  
Ausgereifte mathematische  
Funktionen  
Min./Max. mit Zeit, rel. %  
AC/DC-Spannung und -Strom  
Frequenz  
Durchgangsprüfung  
Dioden-/Auto-Dioden-Funktion  
Widerstandsmessung  
Hochauflösende Temperaturmessung  
3 Jahre Garantie  
Kalibrierzertifikat  
Gummischutzhülle

Zuverlässig und leistungsstark:  
der HP 971.  
4.000 Anzeigestellen  
0,3 % DC-Grundgenauigkeit  
1 kHz Frequenzgang  
Anzeige mit Balkendiagramm



HP 972A: groß bei kleinen Pegeln.  
4.000 Anzeigestellen  
0,2 % DC-Grundgenauigkeit  
20 kHz Frequenzgang  
Kapazitätsmessung bis 1.000  $\mu$ F  
Doppelte Digitalanzeige und  
Balkendiagramm  
40-mV-Bereich für VAC und VDC



HP 973A: der Vielseitige.  
4.000 Anzeigestellen  
0,1 % DC-Grundgenauigkeit  
20 kHz Frequenzgang  
Relative dB- und dBm-Anzeige  
0,1 dB Auflösung  
Kapazitätsmessung bis 1.000  $\mu$ F  
Doppelte Digitalanzeige und  
Balkendiagramm  
Echte Effektivwertmessung für ACV



Der HP 974A: für Präzisionsarbeit.  
49.999,0 Anzeigestellen  
0,05 % DC-Grundgenauigkeit  
100 kHz Frequenzgang  
Echte Effektivwertmessung für ACV  
Relative dB- und dBm-Anzeige

Und nicht nur der hat es in  
sich. Schließlich verfügt jedes  
unserer 4 Handmultimeter der  
Serie HP 970 über ausgereifte  
mathematische Funktionen,  
Temperaturmessung, Kali-  
brierzertifikat und 3 Jahre  
Garantie.

HP 971: DM 337,-\* HP 973A: DM 503,-\*  
HP 972A: DM 424,-\* HP 974A: DM 641,-\*  
\* Zuzügl. MwSt.

Interessiert?

Unser 24-Stunden-Fax-Abruf-  
Service unter 0 61 75/9 35 55  
steht Ihnen gern zur Verfü-  
gung. Oder schicken Sie uns  
beiliegende Postkarte.

Ideen werden schneller Wirklichkeit.

**hp** HEWLETT®  
PACKARD

## Sein Preis.

### Medien

#### Wilde Geometrie

Das World Wide Web bietet dem Nutzer nicht nur einseitigen Informations(über)fluß, sondern eignet sich auch für unterschiedlichste interaktive Aktionen. Die Web-Seite 'Gallery of Interactive On-Line Geometry' erzeugt mit Hilfe von Benutzereingaben recht ästhetische Computergrafiken. Das Spektrum der erzeugten Bilder reicht von dadaistisch anmutenden Zufallsgrafiken bis zu Escher-ähnlichen Kachelmustern.

Von Angehörigen der Universität Minnesota gestaltet, soll diese Seite allerdings nicht ausschließlich dem schnöden Zeitvertreib dienen, sondern auch der mathematischen Fortbildung.

Außerdem eignet sich diese WWW-Seite auch für andere Anbieter als Anschauungsmaterial für die Möglichkeiten des

A Gallery of Interactive On-Line Geometry  
File Edit View Go Bookmarks Options Directory  
Location: http://www.geom.umn.edu/apps/gallery.html  
Register: Tell Us What You Think  
Up: The Geometry Center Home Page

**Gallery of Interactive Geometry:**  
In order to enjoy this exhibit, you will need a Web browser that understands graphical Fill-Out Forms. See our [list of browsers](#) for more information.

**QuasiTiler**  
Generate the famous Penrose tilings, or design your own nonperiodic tilings of the plane. In the process, you can select and visualize plane cross-sections of a lattice in anywhere from 3 up to 13 dimensions!

World Wide Web. Die Werkzeuge zur Erstellung solcher Seiten – unter anderem ein objektorientiertes Entwicklungssystem für interaktive Web-Seiten – wurden ebenfalls von Mitarbeitern am 'Geometry Center' der Universität Minnesota entwickelt. Das 'W3Kit' und eine Einführung in die Möglichkeiten dieser grafischen

Benutzeroberfläche sind kostenlos über diese WWW-Seiten erhältlich. Die 'Gallerie' nutzt zur Parametereingabe übrigens grafische Eingabeformulare, die einen entsprechenden Web-Browser wie Mosaic 2.2, MacWeb 1.00 oder Netscape 0.9 beta voraussetzen.

<http://www.geom.umn.edu/apps/gallery.html>

### Mathe-Kontakte

... per Internet und Windows verspricht die Softline GmbH mit dem Tool Mathbrowser. Für die Anwender des Mathematik- und Technikpakets Mathcad konzipiert, gestaltet der Mathbrowser die gemeinsame Nutzung mathematischer Dokumente. Als Medium dient dabei das World Wide Web, wobei der Browser auf in HTML (Hyper-text Markup Language) gewandelte Mathcad-Daten zugreift. Mit sonstigen, 'normalen' HTML-Daten kann er ebenfalls umgehen, so daß er sich auch als Frontend für den Zugang zum Web allgemein eignet. Original Mathcad-Files lassen sich einlesen, analysieren, ändern und neu durchrechnen. Mathcad-Dokumente im Web lassen sich bei Bedarf auf der Homepage der Firma MathSoft, Entwickler von Mathcad und Mathbrowser, ablegen. Weitere Informationen und Preise unter kle

WWW: <http://www.mathsoft.com/>  
oder bei  
Softline GmbH  
Appenweierer Straße 45  
77704 Oberkirch  
Telefon 0 78 02/9 24-0  
Fax 0 78 02/9 24-240

## Vierfache Drehzahl

Soundkarten sind schon längere Zeit nicht mehr die ausschließliche Domäne verspielter Jugendlicher, sondern durchaus ernstzunehmendes Mittler-Medium, beispielsweise von Voice-Anwendungen im WWW oder als Ausgabegerät für Sehbehinderte. Unter 'Yahoo' und dem Suchwort 'Voice' findet man zum Beispiel in <http://sun-site.unc.edu/pub/Multimedia/sun-sounds/birds/> eine große Sammlung von Vogelstimmen, die mit einem Soundviewer direkt abgehört werden können.

Von Aztech neu angekündigt wurde die Galaxy-Voyager-Karte im Upgrade Kit mit einem Quadro-CD-Laufwerk im Komplettspaket. Die Redaktion hatte Gelegenheit, die Karte kurz in Augenschein zu nehmen. Zum Lieferumfang gehören die Soundkarte, ein IDE-CD-Laufwerk, zwei Lautsprecherboxen (per Batteriebetrieb auch 'aktiv' zu betreiben), ein Mikrofon, die diversen Verbindungsseile und eine Menge CDs.

Die Installation der Software verlief – nun ja, nicht problemlos (Netzwerk- und Soundkarten zusammen in einem Rechner sind selten problemlos!) – aber mit entsprechender Anpassung von Interrupts und Portadressen war die ganze Sache doch schnell erledigt. Positiv fiel auf, daß man auf 'Plug and Play'-Schnickschnack bewußt verzichtet hat; dadurch muß man sich möglicherweise durch ein paar mehr der üblichen Frage- und Antwortfenster hängeln, erhält dafür aber die Möglichkeit, gezielt in Autoexec.bat und Config.sys einzutragen.

Audiodaten können bis zu 48 kHz hinauf verarbeitet werden, die Auflösung beträgt 16 Bit, und mit einer Zusatzkarte ist auch die Wave-Table-Synthese benutzbar – die Audiowelt mit Aufnahme und Wiedergabe ist damit in Ordnung. Ob allerdings die Ummengen von beigelegten CDs nicht eine verdeckte Entsorgung von anderswo unverkäuflichen Ladenhütern ist, sei dahingestellt ... *roe*

Aztech Systems GmbH  
World Trade Center  
Birkenstraße 15  
28159 Bremen  
0421/162560  
0421/1625633

## Marshall-Plan

Marshall Industries, einer der größten US-Distributoren für elektronische Industriekomponenten, bietet auf seinem Web-Server Informationen und Datenblätter sowohl von bekannten IC-Schmieden wie etwa TI, Philips, IBM oder Siemens als auch von kleineren Firmen an. Dabei schlägt Marshall einen neuen Weg für die Präsentation von Datenblättern ein. Die Informationen liegen online im vektororientierten Adobe-Acrobat-Format vor, das einen guten Kompromiß zwischen kurzen Übertragungszeiten und hoher Ausgabequalität darstellt. Der für die Ausgabe von Adobe-Acrobat-Dateien auf Drucker und Bildschirm erforderliche Reader ist ebenfalls kostenlos per WWW erhältlich. Die schnelle Verfügbarkeit aktueller Daten und die hohe Qualität mit Grafik und Text wie in einem üblichen Datenbuch sind überzeugend. Wenn noch mehr Her-



steller und Anbieter diesen Weg beschreiten, kann das etlichen Bäumen das Leben retten. Nicht nur wegen des Papiers, sondern

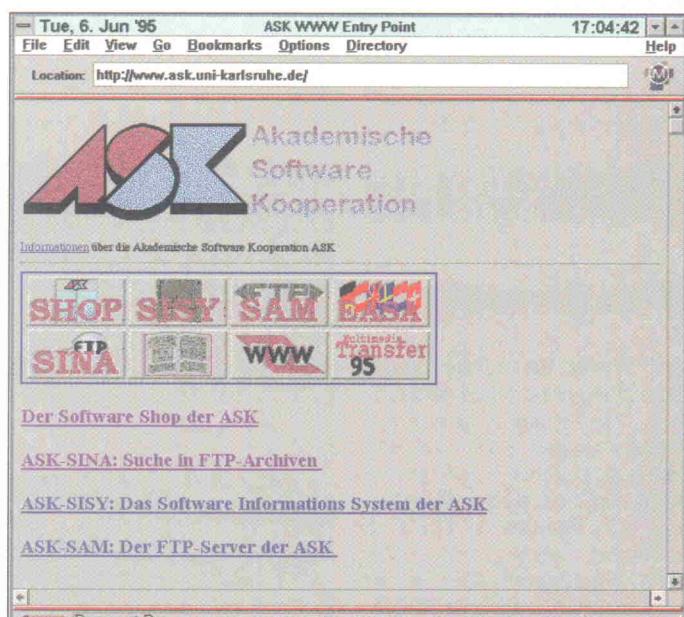
auch wegen der eingesparten Regale. *cf*

[www: http://www.marshall.com/](http://www.marshall.com/)

## Multimedia Transfer '95

Mit einem Förderpreis Multimedia richtet sich die Akademische Software Kooperation (ASK) an Angehörige von Hochschulen und Forschungseinrichtungen in Europa. 'Hochschulsoftware für die Wirtschaft' lautet das Motto des 'Multimedia Transfers '95', der Multimedia-Anwendungen und -Tools zur Unterstützung von Qualifizierungs-, Produktions- und Dienstleistungsprozessen für die Wirtschaft nutzbar machen soll. Laut ASK wird an den wissenschaftlichen Einrichtungen bereits eine Fülle ausgewählter Softwarelösungen für praxisnahe Problemstellungen entwickelt, die aber wegen fehlender Kontakte zur Wirtschaft rasch in Vergessenheit geraten. Auch fehlt der Wirtschaft der Überblick über relevante innovative Software im Hochschulbereich.

Um diesen Mangel auf beiden Seiten auszugleichen, hat die ASK in Zusammenarbeit mit der Internationalen Multimedia Akademie IMA den Multimedia Transfer '95 initiiert, der vom Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg, dem Arbeitskreis Banken und der Selbstlernkooperation der Automobilindustrie unterstützt wird.



Die Softwarebörsé vermittelt Autoren aus dem Hochschulbereich Partner aus der Wirtschaft zur Vermarktung und professionellen Weiterentwicklung der eigenen Software. Technologieorientierte Unternehmen können sich hierbei durch frühzeitigen Zugang zu Softwarelösungen Wettbewerbsvorteile sichern. Die besten Programme werden im Rahmen der LEARNTEC '95, dem europäischen Kongreß für Bildungs- und Informations-technologie (7.-10. November 1995 in Karlsruhe), von Staats-

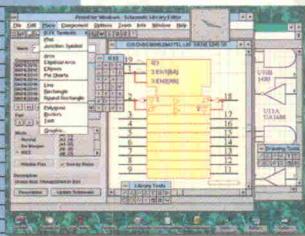
minister Dr. Vetter mit dem Förderpreis Multimedia ausgezeichnet. Die Preisgelder in Höhe von 20 000 DM stiftet die SAP AG. Einsendeschluß ist der 31. Juli 1995. Teilnahmeunterlagen und weitere Information: *cf*

Akademische Software Kooperation (ASK)  
Frau Barbara Plesch  
Universität Karlsruhe  
76128 Karlsruhe  
07 21/6 04-48 73  
07 21/6 56 39  
[transfer@ask.uni-karlsruhe.de](mailto:transfer@ask.uni-karlsruhe.de)  
[www: http://www.ask.uni-karlsruhe.de](http://www.ask.uni-karlsruhe.de)

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

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

## Protel

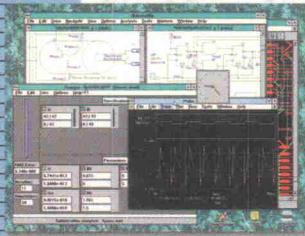


### Protel Advanced Schematic V2.3

- Schaltungsentwurf
- Projektmanager
- Library Editor
- 20.000 + Bauteile

Hoschar Info-Kennziffer 57

## MicroSim



### Design Center V6.1

- PSpice A/D
- PLSyn PLD-Design
- Layout-Simulation
- Neu: Auto-Optimizer

Hoschar Info-Kennziffer 03

## SPECCTRA



### Shape-Based Auto-routing für Windows

- ab 6.995 DM
- Paßt auch zu Ihrem PCB CAD-System

Hoschar Info-Kennziffer 84

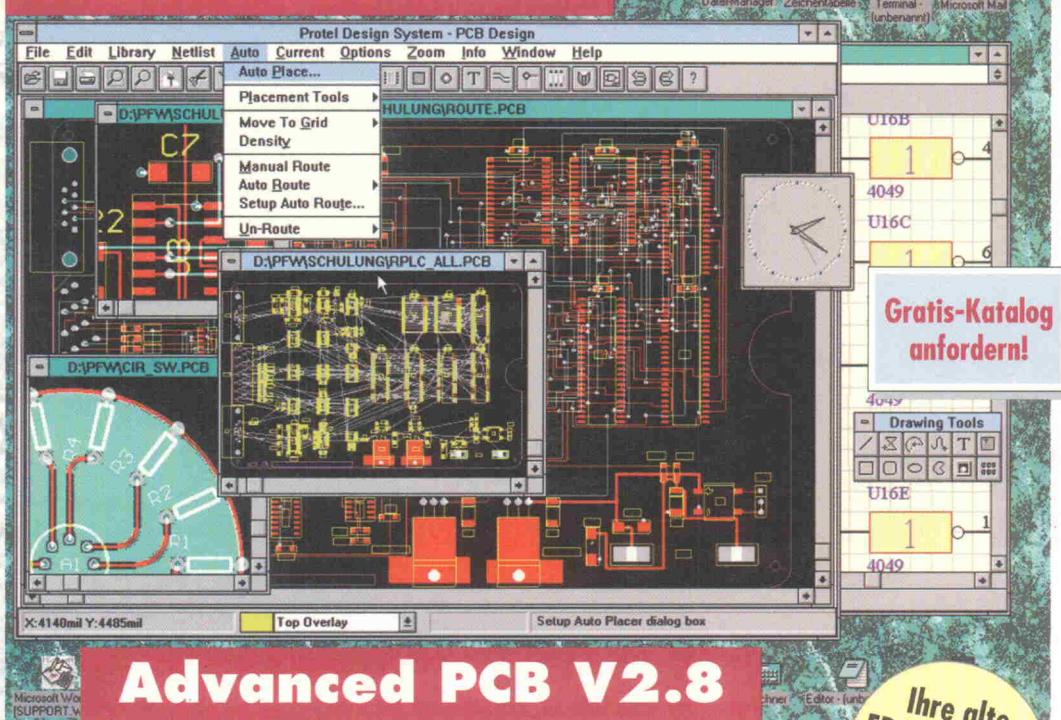
## Softy S4



- Handy Programmer**
- Stand-Alone & Host
  - Eprom, PIC, 8751
  - Eprom-Emulator
  - nur 1.719 DM  
(=1.495 DM zzgl. Mwst.)

Hoschar Info-Kennziffer 01

## Neu von Protel



## Advanced PCB V2.8

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

Ihre alte EDA-Software nehmen wir in Zahlung!

# Intelligenz & Performance

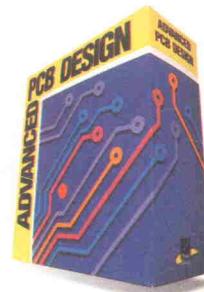


**A** die DOS! Jetzt kommt Protel, der Windows-Standard für Elektronik-Designer. Protel für Windows ist eine gelegte Verbindung aus Kontinuität und Innovation. Mit über 15.000 Installationen schaffte Protel den Aufstieg zum meistgekauften EDA-System für Windows.

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

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

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



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

durch das neue Cross-Probing ausgesprochen bedienerfreundlich zusammen.

► Wichtig für Umsteiger: Protel liest zahlreiche Design-Formate (z.B. OrCAD, PADS, PCAD, Tango, Gerber)

► Ebenso kontaktfreudig ist Protel in puncto Simulation und Logikdesign

► Maßgeschneidert zu einem Preis, den Sie sich leisten können

► Im Detail nachzulesen im Hoschar EDA-Katalog, den wir Ihnen gerne gratis zusenden. Anruf oder Fax genügt!

Hoschar Info-Kennziffer 59

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

Protel Testpaket ..... DM 18,40



**HOSCHAR**  
Systemelektronik GmbH

Telefax 0180/5 30 35 09  
Postfach 2928  
76016 Karlsruhe



Noch heute anrufen:

**0180/5 30 35 01**

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

## Abruf-Gutschein

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

auf Windows umsteigen. Machen Sie ein günstiges Angebot!

Name

Firma/Abteilung

Strasse

PLZ/Ort

# Die Krönung

Gewinner des großen *ELRAD*-Layoutwettbewerbs

Report

Peter Nonhoff-Arps

Sicher haben schon etliche darauf gewartet, andere schon gar nicht mehr daran gedacht. Hier nun endlich die Präsentation des Siegers vom *ELRAD*-Design(er)wettbewerb. Von den fast 600 Bewerbern um die Aufgabenstellung und die spezielle Ariadne-Shareware-Version hat er sich bis auf Platz eins vorgekämpft: Der glückliche Sieger heißt Thomas Vennemann.



In Dezemberheft des letzten Jahres rief die Redaktion zusammen mit der Firma CAD-UL, Hersteller der EDA-Software Ariadne, zu einem großen CAD-Wettbewerb auf [1]. Anhand einer vorgegebenen Schaltung sollten die Teilnehmer unter Verwendung einer speziellen Ariadne-Version ein Platinenlayout entwerfen. Mehr wurde zu dem Zeitpunkt nicht verraten [2].

Wir haben nicht schlecht gestaunt, als bis zum Stichtag fast 600 Bewerbungen eingetroffen waren. Das Redaktionsfax lief – vor allem über Nacht – immer wieder heiß. (Mittlerweile gibt es ein neues Gerät.) Die Redaktionsassistentin bekam vom Eingeben der vielen

Adressen in die Datenbank wunde Finger. Leider verzögerte sich die Auslieferung der Unterlagen nicht zuletzt wegen der bevorstehenden Weihnachtsfeiertage ein wenig. Aber dann ging es, wenn auch unter Zeitdruck, los – sollten doch die Layouts bereits in drei Wochen fertiggestellt sein.

Die Aufgabe war zu bewältigen. Bereits in der ersten Januarwoche trudelten die ersten Ergebnisse ein. Das Gros jedoch kam, wie nicht anders zu erwarten, auf den allerletzten Drucker. Nicht weniger als 70 Designer im Alter zwischen 21 und 52 Jahren, ob Servicetechniker oder Elektromeister, ob Student oder gestandener Ent-

wicklungsingenieur, hatten sich der Aufgabe gestellt.

Und die Jury hat es sich nicht leicht gemacht. Die erste Sichtung des Materials zeigte die im Durchschnitt hohe Qualität. Man stelle sich nur einen Tisch vor, auf dem 70 Layouts und Schaltpläne nebeneinander ausgelegt sind. Da kommt man nicht umhin, sich auch auf dem Fußboden auszubreiten. Nach ersten Untersuchungen blieben immerhin noch 50 vergleichbare Ergebnisse. Im zweiten Schritt galt es, diese Zahl auf die 'top ten' zu reduzieren. Diese Arbeit übernahm Gerhard Appenzeller. Als wahrscheinlich erfahrenster Layouter in der Riege der Preisrichter legte er die eigentliche

Designqualität als oberstes Bewertungskriterium zugrunde. Anschließend waren die anderen Jurymitglieder aufgefordert, aus dem Feld der ersten zehn eine Rangliste zu erstellen.

Dabei legte jeder eigene Schwerpunkte für das Ranking an. Die Mitarbeiter der Firma CAD-UL haben sich unter andrem die geforderten Herstellungsdateien angesehen und auf Stimmigkeit untersucht. Dabei kam auch zutage, daß einige Teilnehmer die Platinenmaße nicht korrekt eingestellt hatten. Das Team um Lutz Treudler untersuchte die Einsendungen vorrangig auf sinnvolle Plazierung, saubere Signal- und Maserverlegung. Einhaltung der Aufgabenstellung und Ausführung unter dokumentatorischer Sicht waren die Hauptkriterien, unter denen Layouts und Schaltplan hier in der Redaktion unter die Lupe genommen wurden. Aus den vier Ranglisten kristallisierten sich schließlich die Gewinner heraus.

Am 30. Mai war es soweit. Im Rahmen einer kleinen Feier

(Bild 1), an der neben Martin A. Hermann von der Firma CAD-UL auch der Verlagsleiter des Heise Verlags, Steven P. Steinkraus, teilnahm, konnten die ersten beiden Preise, eine Ariadne-Plus-Version, Wert 24.380 D-Mark, und eine Ariadne-Basis-Version, Wert 8.337,50 D-Mark, überreicht werden. Die Sieger, beide haupt- beziehungsweise nebenberuflich als Layoutdienstleister tätig, sind Thomas Vennemann (23) aus Wallenhorst und Volker Siems (36) aus Berlin, der den zweiten Platz erzielte. Die sieben Gewinner der Büchergutscheine aus dem Heise Fachbuchprogramm (Wert jeweils 150 D-Mark) sind bereits benachrichtigt worden. Auch an sie gehen an dieser Stelle noch einmal herzliche Glückwünsche.

### Die Aufgabe

Vorgegeben war der Stromlaufplan eines programmierbaren Funktionsgenerators (Bild 2). Die Aufgabe bestand darin, mit Hilfe der zur Verfügung gestell-

ten Version des Elektronik-Design-Pakets Ariadne die Schaltung in ein funktionsfähiges doppelseitiges Platinenlayout umzusetzen. Zusätzlich mußten alle für die Produktion und Dokumentation notwendigen Unterlagen erstellt werden:

- Ausdruck des erstellten Schaltplans,
- getrennte Ausdrucke von Löt-, Bestückungslage und Bestückungsaufdruck,
- Files im PostScript-Laserdrucker-Format zur Herstellung der Filme für Löt-, Bestückungslage, Lötstopmaske und Bestückungsaufdruck,
- Bohrdaten im Sieb & Meier-ASCII-Format.

Um möglichst vergleichbare Layoutergebnisse zu erzielen, waren auch die Platinenausmaße festgelegt und zwar auf eine halbe Europakarte, entsprechend 80 mm × 100 mm. Das Layout sollte zudem die Bohrungen zur Befestigung in einem Standardgehäuse mit 3-mm-Schrauben besitzen. Die Anschlüsse und Buchsen waren



Der Erstplazierte des Layoutwettbewerbs, Thomas Vennemann (3. v. rechts). Rechts neben ihm der zweite Sieger Volker Siems. Es gratulieren Martin A. Hermann (links), Peter Nonhoff-Arps und ganz rechts der Leiter des Heise Verlags, Steven P. Steinkraus.

**RANGER**  
PCB-Design  
**ENTWICKLUNGSSOFTWARE**



**RANGER 2**  
Schaltplan,  
Layout,  
Auto-Router,  
Gerber-In

(in Ausgabe 5/94 der Fachzeitschrift „ELRAD“ geht Ranger innerhalb eines Vergleichstests mit hervorragenden Kritiken hervor) DM 780,-

**RANGER 3 1000 PIN**  
mit Rip-Up-Auto-Router  
DM 3.800,-

**RANGER 3 2500 PIN**  
mit Rip-Up-Auto-Router  
DM 7.800,-

mit Rip-Up-Auto-Router  
unbegrenzt DM 16.500,-

**RANGER UNIX**  
auf Anfrage

Alle Preise zzgl. der gesetzl.  
MwSt.

**LTC**

Leiterplatten-Technologie-Center  
MEISENWEG 1  
75331 ENGELSBRAND  
TEL. 0 70 82 / 92 59 - 0  
FAX 0 70 82 / 92 59 50

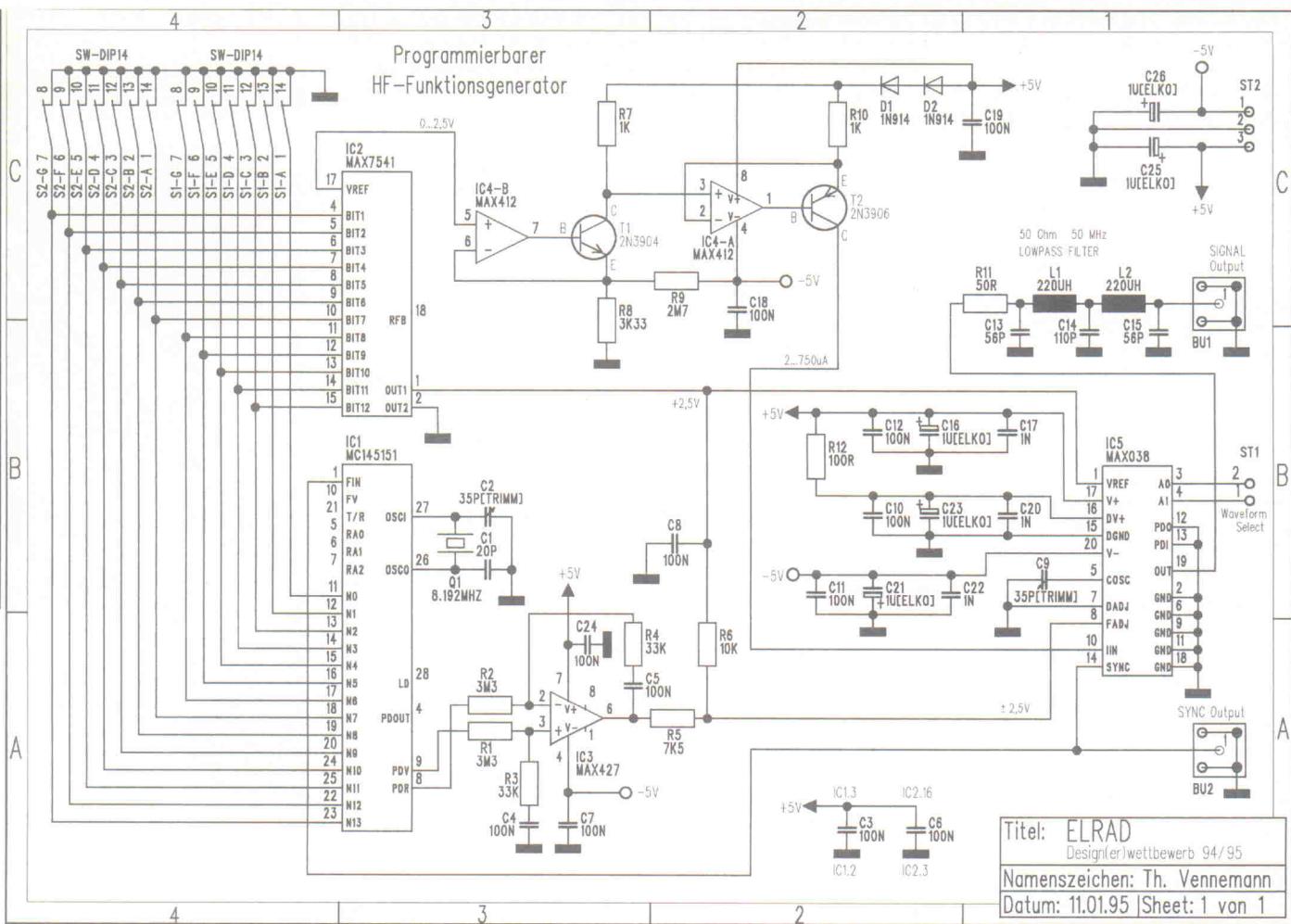


Bild 2. Die Schaltung der Aufgabenstellung hier in der Originalversion von Herrn Vennemann. Anstelle der  $\mu\text{H}$ -Induktivitäten im Ausgangsfilter müssen jedoch 220 nH eingesetzt werden.

vorzugsweise am Platinenrand zu plazieren.

Auch wenn man noch so gern mit seinem gewohnten System gearbeitet hätte, beim Wettbewerb war nur die Benutzung der

zur Verfügung gestellten Ariadne-Spezialversion zulässig.

Wie schon erwähnt handelt es sich bei der Schaltung um einen quarzgesteuerten, digital programmierbaren HF-Funk-

## Stückliste

### Halbleiter

IC1	MC145151
IC2	MAX7541
IC3	MAX427
IC4	MAX412
IC5	MAX038
T1,2	2N3906
D1,2	1N914

### Kondensatoren

C1	20p, ker.
C3...8,10...12,18,19	100n, ker.
C13,15	56p, ker.
C14	110p, ker.
C16,21	1 $\mu$ /16V, Tantal
C17,20,22	1n, ker.
C2,9	35p, trimmbar

### Sonstiges

Q1	Quarz, 8,192 MHz
L1,2	220 $\mu$ H
S1,2	SW-DIP14
ST1	Stiftleiste 2polig
ST2	Stiftleiste 3polig
BU1,2	SMB-Buchsen für Printmontage
1 Platine	

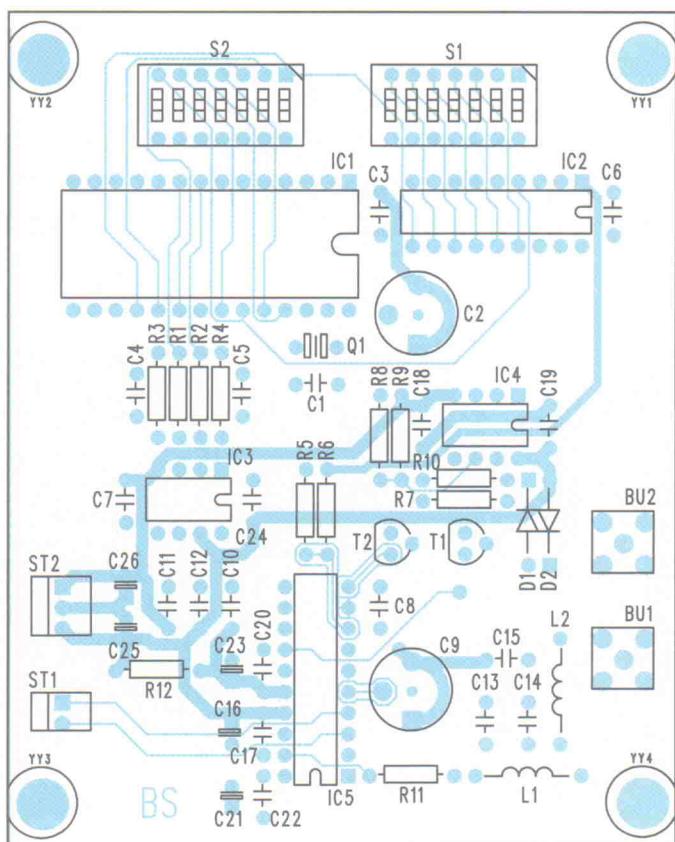
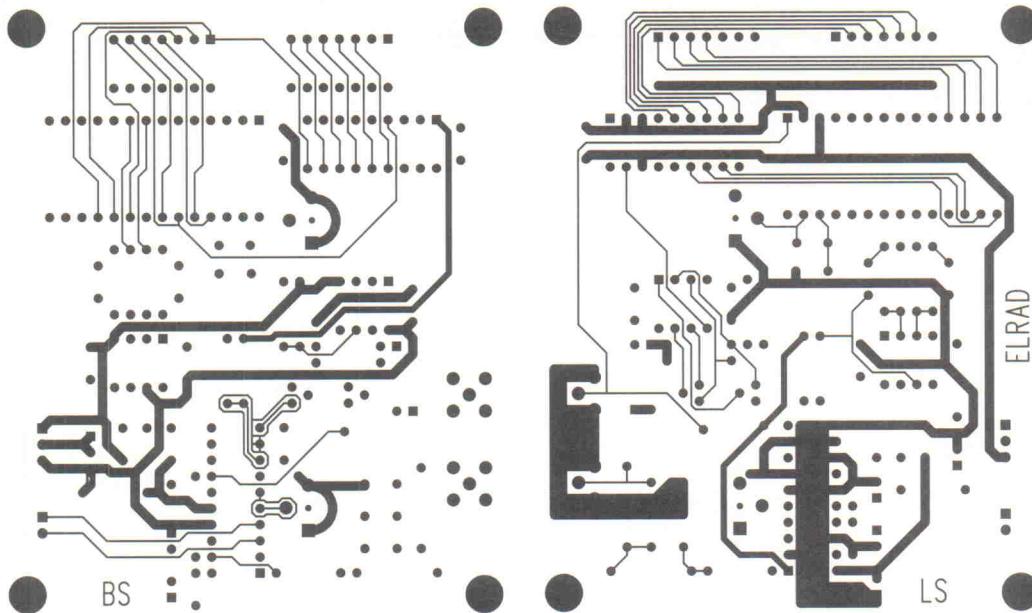


Bild 3. Die Siegerplatine. Die 'richtige' Bestückung ist Voraussetzung für ein optimales Layout.



**Bild 4. Die verkleinerte Bestückungs- (links) und Lötseite des Gewinnerlayouts.**  
Besonders wichtig bei hochfrequenten Schaltungen ist die sorgfältige Gestaltung von Masseflächen und Signalleitungen.

tionsgenerator für saubere und frequenzstabile Sinus-, Rechteck- und Dreiecksignale im Frequenzbereich von 8 kHz...16,383 MHz – einstellbar in 1-kHz-Schritten. In dem PLL-Baustein MC145151 von Motorola steckt zugleich ein quarzgesteuerter Oszillator, eine Teilerschaltung (N-Zähler mit parallelem N-Eingang) sowie ein schneller Phasendetektor. Mittels der Schalter S0...S13 lässt sich die Frequenz mit einer Genauigkeit von 1 kHz einstellen. Sind alle Schalter offen, so ist eine Ausgangsfrequenz von 16,383 MHz eingestellt, jeder geschlossene Schalter vermindert die Ausgangsfrequenz entsprechend seiner Wertigkeit. Die eingestellte ‘Schalter-Logik’ steuert sowohl den Teileingang des PLL-Bausteins als auch den Zustand des 12-Bit-D/A-Wandlers MAX7541, dessen Ausgangsspannung mit den beiden Hälften des Operationsverstärkers MAX412 in einen Strom gewandelt wird. Mit diesem Stromsignal erfolgt die Frequenzgrobeinstellung am Stromeingang IIN des MAX038, dem eigentlichen Funktionsgeneratorbaustein [3].

Den Frequenzfeinabgleich sowie die Phasenkopplung übernimmt der Phasendetektor des MC145151 in Zusammenarbeit mit dem Differenzverstärker und Tiefpaßfilter MAX427. Der Phasendetektor vergleicht den Teileingang mit dem SYNC-Ausgang des MAX038 und sendet die differentielle

Phaseninformation an den MAX427. Versehen mit einem entsprechenden Offset gelangt das Ausgangssignal des MAX427 an den FADJ-Eingang des MAX038. Während der über den 12-Bit-DAC angesteuerte IIN-Stromeingang für die grobe Frequenzeinstellung zuständig ist, erlaubt der FADJ-Eingang einen sehr feinen und auf eine Änderung der Schalterstellung schnell reagierenden Frequenzabgleich.

Im Ausgangspfad des MAX038 befindet sich noch ein 50-MHz-/50- $\Omega$ -Tiefpaßfilter, das Rechteck- und Dreiecksigale bis zu 16 MHz ohne Verzerrungen durchlässt, jedoch vom PLL-Baustein verursachtes HF-Rauschen sicher unterdrückt.

### Layout-Tips

Natürlich hat die Redaktion auch einige Tips verraten, die beim Layouten zu berücksichtigen waren. Zur Ausnutzung der vollen Eigenschaften des MAX038 ist es wichtig, das Layout der Leiterplatte sorgfältig zu gestalten und auf die geeignete Abblockung der Versorgungsspannung zu achten. Es sollte eine Massefläche mit niedriger Impedanz möglichst nah am Schaltkreis vorhanden sein, an die alle fünf Anschlüsse GND mit möglichst kurzen Leitungen angeschlossen werden. Die Abblockung der Versorgungsspannungen V+ und V- sollte mit der Parallelschaltung eines Tantal-Kondensators von 1  $\mu$ F parallel

zu einem Keramikkondensator von 1 nF direkt zu dieser Massefläche erfolgen. Die Anschlüsse der Kondensatoren – speziell die des Keramikkondensators – müssen so kurz wie möglich sein, um die Serieninduktivität zu minimieren.

Da das SYNC-Signal des MAX038 benutzt wird, muß DV+ mit V+ über den Widerstand R12 und DGND mit der Massefläche verbunden werden. Diese Verbindung sollte mit dem Keramikkondensator C20 (1 nF) möglichst nah am Gehäuse abgeblockt werden.

Die Leiterbahnenfläche um COSC (und die Massefläche unter COSC) sollte so klein wie möglich sein, um parasitäre Kapazitäten zu reduzieren. Es ist zweckmäßig, diese Leitung mit Masseleitungen abzuschirmen, um Einkopplungen anderer Signale zu vermeiden. Dieselben Vorsichtsmaßnahmen sind an den Anschlüssen DADJ, FADJ und IIN zu treffen. C8 ist so zu platzieren, daß seine Verbindung zum Bezugspotential in der Nähe des Gehäuseanschlusses 6 (GND) erfolgt.

pen

### Literatur

- [1] M. Carstens, Königstochter, Ariadne 6.0 Basis: Komplettes CAD-Paket für DOS, ELRAD 12/94, S. 22 ff.
- [2] Design(er)wettbewerb, ELRAD 12/94, S. 25
- [3] M. Carstens, P. Nonhoff-Arps, Schneller Enkel, MAX038, ELRAD 1/95, S. 26 ff.

# LCD Module & Rahmen

MiniPRO: LCD + Prozessor, frei programmierbar

Uhren, Timer, Betriebsstundenzähler

Zähler, Vor-/Rücklauf, Vorwahl, Frequenz

Digitalvoltmeter, Autorange, 4-20 mA

Bargraph, DVM-Module

Dotmatrix, Alpha 3 - 14 mm

Grafik - Kompakt - VGA - Farbe

V.24-Kontroller bei Alpha und Grafik

LCD-Gläser - Displaymodule

Frontrahmen für Alphografik und 7-Segment

## ELECTRONIC ASSEMBLY

Lochhamer Schlag 17 · D-82160 Gräfelfing  
Telefon 089/8541991 · Fax 089/854171  
Germany

# Sie haben es sich verdient

Report

**Sightseeing:  
Technische Museen  
und Forschungs-  
einrichtungen in  
Europa**

**Stefanie Gaffron**

Der Gründe gibt es viele sich im Urlaub, gleich ob nah oder fern, auf technische Sightseeing-Tour zu begeben: Sie kennen die Poolbar bis in den letzten Winkel, die Cocktails hängen Ihnen zum Halse heraus und Sie langweilen sich zu Tode. Oder das Wetter ist einfach schlecht. Oder ihr Nachwuchs soll einen Eindruck von Mamas oder Papas Job bekommen. Begleiten Sie die ELRAD-Redaktion auf ihrer Reise durch die 'technische Welt' Europas.



Eine stattliche Anzahl Faxe verließen die Redaktion, um sie zu finden: Technische Museen und Forschungseinrichtungen in ganz Europa. Fremdenverkehrsämter, Kulturattachées, Generalkonsulate und Botschaften halfen weiter. Von Island bis Italien, von Portugal bis Ungarn – fast überall läßt sich's stauen, experimentieren und dazulernen. Starten wir in Deutschland.

## Auf Knopfdruck

Als im Jahre 1958 die amerikanischen Physiker Jack S. Kilby und Robert N. Noyce die erste monolithische Schaltung entwickelten, wußten sie nicht, welchen Boom sie mit ihren Entwicklungen auslösen würden. Zwischen 1960 und 1990 wuchs die Zahl der Transistorfunktionen auf einem Chip von 10 auf etwa 10 Millionen an. Im 3. Obergeschoß des Deutschen Museums in München [6] können interessierte Besucher den einzelnen Meilensteinen

der explosionsartigen Entwicklungen in der Mikroelektronik nachgehen. Die Ausstellung 'Mikroelektronik' führt Sie durch die historische Entwicklung Integrierter Schaltungen: Von der Gewinnung von Reinstsilizium als Grundelement für die Chipherstellung über die Entwicklung der Mikroprozessoren seit 1971 bis zur vielfältigen Anwendungsbreite wird die Mikroelektronik präsentiert. Sonderschauen vermitteln den Wandel in der Meß-, Steuer- und Regelungstechnik von analogen hin zu digitalen Systemen.

Die systematischen Dauerausstellungen des Deutschen Museums umfassen fast alle Bereiche der Technik und Naturwissenschaften. Historische Originale, wie das erste Automobil, die Magdeburger Halbkugel oder der erste Dieselmotor laden zum Staunen ein – Hunderte von Modellen, Experimenten und Demonstrationen 'laufen' auf Knopfdruck.

## Stampfen und Pfeifen

13 europäische Länder sind Vollmitglieder der Europäischen Raumfahrtorganisation ESA (European Space Agency). ESTEC, das europäische Zentrum für Weltraumforschung und Technologie in Noordwijk, ist ihre größte Niederlassung. Als hauptverantwortliche Institution für das technische Management der meisten europäischen Raumfahrtprojekte verfügt ESTEC über ein Besucherzentrum, die Noordwijk Space Expo [18]. Hier befindet sich die erste große permanente Raumfahrtausstellung Europas: In fünf Schritten über ganz Holland laufen, in Ruhe in einer Raumstation herumstöbern, ein Modell des Columbus-Moduls in Originalgröße besichtigen – alles ist möglich. Das Columbus-Modul wird noch in diesem Jahrhundert ein Teil der internationalen, bemannten Raumstation Freedom werden. Noordwijk Space Expo ist mehr als ein

Stefanie Gaffron, M. A., studierte Geschichte und Anglistik an der Universität Hannover. Sie ist als Autorin und Redaktionsassistentin für die ELRAD-Redaktion tätig.

Museum. Bei rechtzeitiger Anmeldung können sogar wichtige Raketenstarts im Auditorium 'live' verfolgt werden.

Kleiner, aber nicht weniger spektakulär ist das *Nederlands Electriciteits Museum* [17] in der Nähe Amsterdams. Eine Rarität, denn hinter diesem Museum steht keine große Organisation, sondern eine lebende Institution. Mit viel Engagement hat der Elektromeister M. P. Ritmeester, Leiter und Konservator, elektrotechnische Kostbarkeiten aus der Vergangenheit zusammengetragen. Die Attraktion des Museums ist eine alte funktionstüchtige Dampfmaschine. Von einer Marmorschalttafel gesteuert, werden elektrische Bogenlampen versorgt. Auf besonderen Wunsch setzt Herr Ritmeester seine Wundermaschine in Gang, 'was mit Stampfen und Pfeifen verbunden ist'.

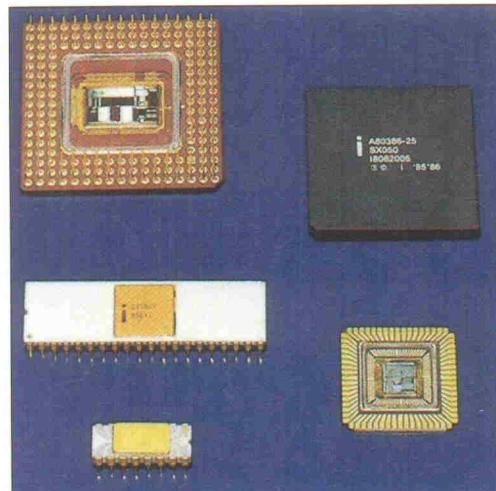
### Beam me up, Scotty!

Sie befinden sich auf der E411 und nehmen die Ausfahrt 24. Plötzlich tauchen sie auf: Discovery, Ariane, Hermes, Mir – die europäischen Pioniere des Weltalls, inmitten der belgischen Ardennen. In einer originellen und futuristischen Umgebung bietet das *Euro Space Center* [1] bei Transinne eine Dauerausstellung von Raumfahrzeugen in Originalgröße, Euronautenkurse für jung und alt sowie eine exklusive Space-Show.

Vielleicht hat Scotty Sie aber auch Richtung Lessive (Roche-



**Europäische 'Weltraumpioniere' sind im Euro Space Center in Belgien zu besichtigen.**



**Im Deutschen Museum München  
Ist die Geschichte der Prozessoren  
dokumentiert.**

fort) gebeamt. Bei einem Besuch des *BELGACOM-Lessive* [2] erleben die Besucher noch einmal die Geschichte der Telekommunikation vom ersten Telefon bis zum Bildtelefon. In der letzten Station bekommt man vermittelt, wie internationale Ferngespräche per Satellit zustandekommen.

### Voll abfahren

Alles, was mit uns abfährt – in der Abteilung Schienenverkehr des *Verkehrshauses in Luzern* [35] ist es zu sehen: Die Pionierfahrzeuge der Elektrifizierung, angefangen beim ersten elektrischen Triebfahrzeug der Schweiz von 1888 über die erste elektrische normalspurige Lokomotive in Europa von 1899 bis hin zur ersten schweizerischen Lokomotive für hochgespannten Wechselstrom von 1904. Alles, was uns erreicht – es erreicht uns in gedruckter Form oder als elektromagnetische Welle. In der Abteilung Post- und Fernmeldewesen wird es in Bewegung gebracht. Der frühe Fernsehapparat, der sprechende Büroroboter, bis hin zum Funktionsmodell der interkontinentalen Telefonverbindungen über Satelliten und Transatlantikkabel. In zwölf Hallen ist die Entwicklung der Verkehrs- und Kommunikationsmittel bis zur Gegenwart und mit Blick in die Zukunft anhand wertvoller Unikate, Dioramen, Filmen und Vorführungen in aller Ausführlichkeit dokumentiert.

Objekte aus der Frühzeit der Elektrotechnik: unter Leitung der Elektroingenieure Richard Stauber und Paul Grädel wer-

den sie im *Museum des Wasserkraftwerks der BKW in Mühlberg* [33] der Öffentlichkeit gezeigt. Turbinen, Generatoren, Regulatoren aus alten Wasserkraftwerken; Demonstrationsapparate zur Vermittlung von Grundlagenkenntnissen der Elektrophysik und Objekte zur alternativen Gewinnung von Energie aus Sonne, Wind und Biogas. Ein Besuch, der sich lohnt und noch dazu gratis ist.

'Grüezi, bonjour, buongiorno, bun di', sagt Remo Besio, Direktor des internationalen *Technorama der Schweiz* [34] in Winterthur. Eine Sammlung zur Technik- und Wissenschaftsgeschichte: Werkstoffe, Automatisierung, Textil, Wasser, Energie, Physik und mechanische Musikinstrumente. Als besondere Attraktion gilt das Jugendlabor, wo unter fachlicher Leitung experimentiert werden darf.

### Jahresputz

Wegen Generalsanierung geschlossen ist leider das *Technische Museum für Industrie und Gewerbe in Wien*. Drei Museen unter einem Dach können geduldige Besucher besichtigen, wenn Sie bis 1996 warten. Dann allerdings sollten Sie sich das *Eisenbahn-, Post- und Telegraphenmuseum* [25] in der Mariahilfer Straße 212 nicht entgehen lassen. Derweil bitten Sie Ihren Fiakerkutscher, die Gäule Richtung Große Sperlgasse tragen zu lassen – denn hier wird es spannend bis gruselig: Im *Wiener Kriminalmuseum* [26] lassen sich Gute und Böse auf die Finger schauen. Wer wissen möchte, wie um die Jahr-



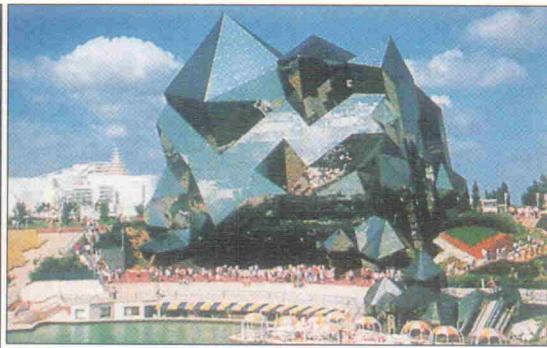
**Tiefe Einblicke in das Europäische  
Raumfahrtprogramm bietet die Noordwijk  
Space Expo in den Niederlanden.**

hundertwende Tresore geknackt wurden oder ein moderner Lügendetektor funktioniert, kann sich diesen Bereich der kriminalistischen Technik erschließen.

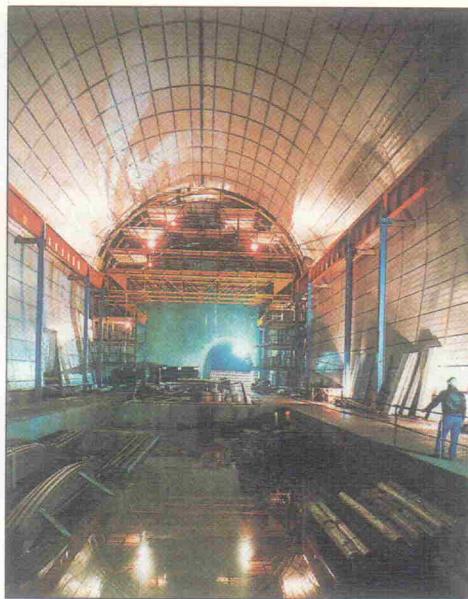
### L'art de vivre

Nur 20 Minuten vom Pariser Stadtzentrum entfernt präsentiert sich im Pariser Stadtgebiet *La Villette* auf einem Areal von 55 ha die weltgrößte Einrichtung für populärwissenschaftliche und technische Wissensvermittlung, die *Cité des Sciences et de l'Industrie* [10]. Täuschend echt wird hier in der Géod, einer kugelartigen Stahlkonstruktion, auf der weltgrößten gewölbten Filmleinwand das Weltall simuliert. Im Ausstellungsbereich EXPLORA wurde Anfang 1994 die neue Präsentation der Informatik fertiggestellt. Dargestellt werden Funktionsprinzipien aus den Bereichen Datenspeicherung, Netze, Simulation und 'künstliche Intelligenz'. Alle Dauer- und Kurzausstellungen, das Unterseeboot Argonaute, das Planetarium sowie das Kino Louis Lumière sind im Cité-Paß Bienvielle enthalten, der Eintrittskarte zur Cité.

Von Paris über die Autobahn A10 Paris/Bordeaux erreicht man in zweidreiviertel Stunden das *Futuroscope* [11], bei Poitiers. Jedes Jahr werden hier unter Einsatz modernster und zum Teil weltweit einmaliger Projektionssysteme neue Attraktionen aus der Welt der Bilder gezeigt. Der Pavillon de la Communication fungiert als Erlebnisraum eines Multi-Screen-Spektakels der ersten Kategorie.



**Von Paris über die Autobahn A10 Paris/Bordeaux erreicht man in zweidreiviertel Stunden das Futuroscope bei Poitiers.**



**Weniger als zwei Autostunden von Rom entfernt befindet sich das Laboratori Nazionali del Gran Sasso, ein unterirdisches Labor für kosmische Strahlenphysik.**

Zehn synchronisierte Projektorien bannen die Geschichte der Kommunikation unter den Menschen auf riesige Projektionsflächen. Produziert wurde die audiovisuelle Show vom kanadischen Museum für Kultur in Ottawa, einem Partner des Futuroscope. Das angegliederte Forschungs- und Ausbildungszentrum beherbergt mittlerweile 10 % der französischen Forschung aus dem Bereich der Ingenieurwissenschaften, wie zum Beispiel die französische Hochschule für Mechanik und Luftfahrttechnik (ENSMA) sowie zahlreiche Unternehmen aus den Bereichen Informatik, Softwareentwicklung und Gebäudeautomation.

## Vamos al museo

Den Stier an den Hörnern packte der Verband der spanischen Industriingenieure, Asociación de Ingenieros Industriales, und gründete im Jahre 1978 ein technisches Museum in Barcelona. Das *Museo de la Ciencia y de la Tecnica* [37] präsentiert dem interessierten Fachpublikum auf 4800 m<sup>2</sup> Ausstellungsfläche Entwicklungen unter anderem aus den Bereichen der Optik, Informatik und Meteorologie. Im angeschlossenen Planetarium können 80 Personen gleichzeitig gen Himmel schauen und die Sterne befragen. Für den Sternenhimmel über Madrid interessierte sich seinerzeit bereits der Seefahrer Jorge Juan, als er im 18. Jahrhundert König Carlos III. den Bau eines Observatorio Astronómico vorschlug. Majestät erfüllte seinen Wunsch und ließ das *Observatorio Astronómico de*

*Madrid* [36] errichten. Das während des Unabhängigkeitskrieges völlig zerstörte Gebäude zeigt sich seit 1977 in neuer Pracht und präsentiert eine Vielzahl an technischem Gerät aus der Vergangenheit und Gegenwart.

## Ein Hauch Kolumbus

Die Entdeckung neuer Welten war lange Zeit das Privileg einer Minderheit. Italienischer Herkunft, Wahlheimat Portugal, königlich spanische Sponsoren – Kosmopolit mußte man schon sein, damals vor 500 Jahren. ‘Schluß damit!’ forderte 1985 die hohe Zunft der Universität Lissabon und gründete das *Museu da Ciência da Universidade de Lisboa* [28]. Entdeckerduft weht seit 1987 über 1260 m<sup>2</sup> permanente und wechselnde Ausstellungen zu fast allen Bereichen der Elektronik, Physik, Optik, Astronomie und Computerwissenschaften. Für sehr Wißbegierige stehen in der angeschlossenen Bibliothek der Geschichte der Wissenschaften schier endlose Buchmeter zum Abtauchen parat. Zwei weitere Geheimtipps für das interessierte Fachpublikum sind das *Museu Nacional da Ciência e da Técnica* [30] in der alten Universitätsstadt Coimbra und das *Museu da Física* [29], welches direkt an das Physik Department der Universidade de Coimbra angeschlossen ist.

## La mia Italia

‘Besuchen Sie die deutschen Forscher in unserem Land’, empfiehlt Dr. Stefano Barocci, Wirtschaftsattaché der Italieni-

schen Botschaft in Bonn und lädt zum Gedankenaustausch ein – 1400 Meter tief. 20 Minuten von der Adria und weniger als zwei Stunden von Rom entfernt, befindet sich das *Laboratori Nazionali del Gran Sasso* [15], ein unterirdisches Labor für kosmische Strahlenphysik. Das staatliche Institut Gran Sasso gehört zur Italienischen Gesellschaft für Nuklearphysik, INFN, und kooperiert unter anderem mit Forschungsabteilungen der Harvard University, des Massachusetts Institute of Technology, dem California Institute of Technology sowie mit dem Max-Planck-Institut und den Bell Laboratories. In der Mitte des zehn Kilometer langen Autobahntunnels zweigen Tunneleingänge ab und führen die Besucher zum Herzen des Instituts. Abgesichert durch das Felsengestein der Abruzzen reduziert sich der Myonenfluß um den Faktor 10<sup>6</sup>, eine sehr gute Voraussetzung für Experimente, die nur in strahlenarmer Umgebung durchzuführen sind. Universitäten und Institute aus aller Welt nutzen den italienischen ober- und unterirdischen Forschungsstandort, um Unbekanntes aus der kosmischen Strahlenphysik zu entdecken.

Wem so tief unter der Erde mulmig wird, sollte sich in südliechere Gefilde begeben. Als der damalige Bundespräsident Richard von Weizsäcker 1992 in Italien auf Staatsbesuch weilte, stand auf seinem Besuchsprogramm auch die Region Apulien. Hier befindet sich das *Tecnopolis Csata Novus Ortus* [16]. Ein nicht kommerzielles Konsortium aus internationalen

## ELRAD-Sightseeing-Tour

### Belgien

[1] Euro Space Center  
6890 Transinne  
☎ 00 32/61/65 64 65  
📠 00 32/61/65 64 61

[2] Belgacom-Lessive  
Rue de l’Antenne 63  
5580 Lessive  
☎ 00 32/84/37 76 40  
📠 00 32/84/37 79 86

### Dänemark

[3] Danmarks Tekniske Museum  
Ndr. Strandvej 23  
3000 Helsingør  
☎ 00 45/42 22 26 11  
📠 00 45/49 22 62 11

[4] Eksperimentarium  
Tuborg Havnevey 7  
2900 Hellerup  
☎ 00 45/39 27 22 33  
📠 00 45/39 27 33 95

[5] Elmuseet  
Bjerringbrovej 44  
8850 Bjerringbro  
☎ 00 45/86 68 42 11  
📠 00 45/86 68 04 70

### Bundesrepublik Deutschland

[6] Deutsches Museum  
Museumsinsel 1  
80538 München  
☎ 089/2 17 91  
📠 089/2 17 93 24

### Finnland

[7] Tekniikan museo  
Viikintie 1  
00660 Helsinki  
☎ 00 35 89/07 70 66

[8] Telemuseo  
P&T Telecom Museum  
Elemäenkatu 9 Pl 167  
00611 Helsinki  
☎ 00 35 89/07 41

[9] Heureka  
Weitere Informationen beim finnischen Fremdenverkehrsamt  
☎ 00 35 89/40 30 11

### Frankreich

[10] Cité des Sciences et de l’Industrie  
30, avenue Corentin-Cariou  
75019 Paris  
☎ 00 33/1 40 05/81 39  
📠 00 33/1 40 05/82 35

[11] Futuroscope/BP  
86130 Jaunay-Clan  
☎ 00 33/49 49/30 10  
📠 00 33/49 49/30 30

### Großbritannien

[12] Centre for Alternative Technology  
Machynlleth  
Powys SY 209 AZ  
Tel.: 00 44/6 54/70 24 00

[13] The Thames Barrier Visitor’s Centre  
1 Unity Way  
Woolwich SE 18 5NJ  
☎ 00 44/18 13/16 44 38

### Island

[14] Icelandic Energy Marketing Unit  
Háaleitisbraut 68  
108 Reykjavík  
☎ 00 35 54/1 60 07 00  
📠 00 35 54/1 68 60 85

### Italien

[15] Istituto Nazionale di Fisica Nucleare  
Laboratori Nazionali del Gran Sasso  
Frau Franchina Corrieri  
Strada Statale 17  
67010 Assergi (AQ)  
☎ 00 39/8 62/43 72 28  
📠 00 39/8 62/41 07 95

[16] Tecnopolis Csata Novus Ortus  
Director General Ing. Umberto Bozzo  
70010 Valenzano Bari  
P.O. Box 775-70 100 Bari  
☎ 00 39/80/8 77 04 10  
📠 00 39/80/8 77 03 93

**Niederlande**  
[17] Nederlands Electriciteits Museum  
Krimweg 21  
7351 AS Hoenderloo  
☎ 00 31/57 68/21 28  
  
[18] Nordwijk Space Expo  
Keplerlaan 3  
2201 AZ Noordwijk  
☎ 00 31/17 19/4 64 60

**Nordirland**  
[19] Belfast Telegraph Newspapers  
124 Royal Avenue  
Belfast BT1 1EB  
☎ 00 44/12 31/32 12 42  
📠 00 44/12 32/24 11 90

[20] Festival der Wissenschaften  
in der historischen Stadt Armagh

[21] The Queens University of Belfast  
Belfast BT7 1 NN  
☎ 00 44/12 32/33 53 73  
📠 00 44/12 32/33 53 79

**Norwegen**  
[22] Energisenteret Dale  
kraftverk  
5280 Dalekvarn  
☎ 00 47/56 59/65 48

[23] Norsk Industriarbeidermuseum  
3660 Rjukan  
☎ 00 47/35 09/51 33  
📠 00 47/35 09/51 39

[24] Norsk Teknisk Museum  
Kjelsasvn. 143  
0491 Oslo  
☎ 00 47/22 22/25 50  
📠 00 47/22 22/29 50

**Österreich**  
[25] Technisches Museum für Industrie  
und Gewerbe  
Mariahilfer Straße 212  
1025 Wien  
☎ 00 44/1/8 94 01 51

[26] Wiener Kriminalmuseum  
Große Sperlgasse 24  
1025 Wien  
☎ 00 44/1/2 14 46 78

**Polen**  
[27] Nähere Informationen beim  
polnischen Fremdenverkehrsamt  
☎ 02 21/23 05 45

**Portugal**  
[28] Museu da Ciéncia da Universidade  
de Lisboa  
Universidade de Lisboa  
Rua da Escola Politécnica, 56  
1244 Lisboa Codex  
☎ 00 31/1/3 96 15 21  
📠 00 31/1/3 95 33 27

[29] Museu da Física  
Universidade de Coimbra  
Professor Dr. Joao da Providéncia  
☎ 00 31/39/41 06 00  
📠 00 31/39/2 91 58

[30] Museu Nacional da Ciéncia  
e da Técnica  
Rua dos Coutinhos, 23  
3000 Coimbra  
☎ 00351/39/26477

**Schweden**  
[31] Tekniska museet  
Museivägen 7  
Stockholm  
☎ 00 46/8/6 63 10 85

[32] Tekniska museet Örebro  
Hamnplan  
Örebro  
☎ 00 46/19/16 80 20

**Schweiz**  
[33] BKW-Museum  
3203 Mühlberg  
☎ 00 41/31/7 51 13 36

[34] Technorama der Schweiz  
Postfach 3  
8404 Winterthur  
☎ 00 41/52/2 43 05 05

[35] Verkehrshaus der Schweiz  
Lidostraße 5  
6006 Luzern  
☎ 00 41/41/31 44 44  
📠 00 41/41/31 61 68

**Spanien**  
[36] Collección del Observatorio  
Astronómico de Madrid  
Calle Alfonso XII  
3, C. P. 28 014  
☎ 00 34/91/5 27 01 07

[37] Museo de la Ciencia y de la Técnica  
Calle Teodoro Roviralta  
55, C. P. 08 022  
☎ 00 34/93/2 12 60 50  
📠 00 34/91/5 27 01 07

**Tschechische Republik**  
[38] Národní technické muzeum  
Praha 7  
Holesovice  
Kostelní ulice 42  
☎ 00 42/2/37 36 51

**Türkei**  
[39] PTT General Directorate  
PTT Museum on Samsun Highway  
Aydinlikevler – Ankara  
☎ 00 90/3 12/3 16 62 63  
📠 00 90/3 12/3 13 20 06

**Ungarn**  
[40] Ungarisches Elektrotechnisches  
Museum  
Budapest  
1075 Kazinczy utca 21



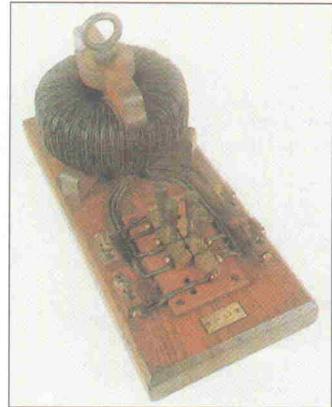
Universitäten, öffentlichen Institutionen und Privatunternehmen fördert und leitet einen Wissenschafts- und Technologiepark in Valenzano Bari. Das Forschungszentrum bietet jungen Wissenschaftlern die Möglichkeit, neueste Erfindungen bis zur Produktionsreife weiterzuentwickeln. Nach der erfolgreichen Startphase entlassen zahlreiche Wissenschaftler das Zentrum in die Selbständigkeit, wobei sie das technologische Hilfsnetzwerk auf seinen weiteren Schritten auf Wunsch stets begleiten. Angetan von der Idee eines Wegbegleiters für den wissenschaftlichen Nachwuchs stattete von Weizsäcker Tecnopolis einen Besuch ab. Warten Sie nicht, bis Sie Bundespräsident geworden sind!

## Türkei

Am 9. Oktober 1855 erreichte die türkische Stadt Sumnu das Produkt einer technischen Revolution – das erste türkische Telegramm. Absender war die Stadt Edirne. Im *Postmuseum in Ankara* [39] wurde aus diesem Anlaß eine Sammlung zusammengetragen. Interessierte Besucher können sich hier die einstigen Wundermaschinen aus den Anfängen der elektrischen Kommunikation anschauen. Verschiedene Morseapparaturen, Telefonanlagen aus dem 19. Jahrhundert sowie das erste öffentliche Telefon aus dem Jahre 1914. Fast 100 Jahre lang wurde aufbewahrt, gesammelt, archiviert, in Sicherheit gebracht und wieder aus dem Versteck geholt – bis zum Jahr 1982. Am 23. Oktober 1982 wurde in Ankara das neue Postmuseum durch den türkischen Premierminister Bülent Ulus feierlich der Öffentlichkeit übergeben.

## Mittagspause

Als im Jahre 1885 Forscher auf der ganzen Welt nach einer wirtschaftlichen und betriebssicheren Form der Fernleitung und Verteilung elektrischer Energie suchten, kam eine Erfolgsmeldung aus Budapest. Der ungarische Ingenieur Blathy erfand das Induktionsgerät mit geschlossenem Eisenkern und taufte es 'Transformator'. 90 Jahre später, am 12. April 1995, machte sich die freundliche Bibliothekarin des Goethe-Instituts Budapest in der Mittagspause auf den Weg. Sie suchte und fand ein paar



Dieser 'Ur'-Transformator ist Exponat im Museum für Elektrotechnik in Budapest.

Straßen weiter das *Museum für Elektrotechnik* [40]. Mit Unterstützung des Ungarischen Elektrotechnischen Vereins, der die ungarischen Elektrizitätswerke und andere Institutionen der Starkstromindustrie seit mehr als 90 Jahren vereint, gelingt es Direktor Dipl.-Ing. Arpád Király immer wieder, spektakuläre Ausstellungen zusammenzutragen. Beispielhaft ist an dieser Stelle die Sammlung von funktionstüchtigen Kopien der weltweit erhaltenen Urtransformatoren zu nennen. Chronologisch zusammengestellt sind die frühen Anfänge bis hin zum ersten Hochspannungstransformator und ersten Spannungswandler im Ganz-Saal des Museums zu besichtigen.

## Alle guten Dinge

Museumskunde wird in Polen groß geschrieben und so wartet die polnische Hauptstadt Warschau gleich mit drei technischen Museen auf. Ein Besuch des *Muzeum Zaglebia Staropolskiego – Oddział Muzeum Techniki w Warszawie* [27] lohnt sich ebenso wie der Abstecher ins *Muzeum Techniki*, wo aus fast allen naturwissenschaftlichen Bereichen die Geschichte der technischen Entwicklungen dokumentiert ist. Wer bei seinem Stadtrundgang durch das historische Warschau noch etwas Zeit übrig hat, der kann im *Museum für Post und Telekommunikation, Muzeum Poczty i Telekomunikacji*, den Tag ausklingen lassen. Sollten Sie in Warschau keine Muße haben, sich die Anfänge der Telekommunikation anzuschauen, dann klappt's vielleicht in Danzig. Denn auch hier lassen sich die Anfänge des Postwesens im

*Muzeum Poczty i Telekomunikacji Oddziały w Gdansku* bestaunen.

## Goethes Klunker

'Prag ist der schönste Edelstein in der steinernen Krone der Welt', behauptete einst ein berühmter deutscher Dichter. Goethes Vorliebe für die Stadt an der Moldau mag Literaturfreaks geläufig sein, doch nur wenigen Pragreisenden ist bekannt, daß sich am Fuße der Letná-Höhe ein echtes Juwel befindet – das *Národní technické Muzeum* [38]. Die Entwicklungsgeschichte der Kinoematographie aus über 50 Ländern wird hier im technischen Nationalmuseum der Tschechischen Republik zum Erleben. Darüber hinaus finden die Besucher interessante Ausstellungsstücke aus der Rundfunk- und Fernsehtechnik und des Verkehrswesens. Ein 600 Meter langer Musterstollen gewährt Tiefblicke in die Welt des Bergbaues. Automobile, Flugzeuge und Lokomotiven sind in der benachbarten 'großen' Halle untergebracht, wo auch das Prunkstück des Prager Museums steht: Der Hofzug Kaiser Franz Josephs, mit dem der österreichische Thronfolger Franz Ferdinand 1914 auf dem Weg nach Sarajevo seinen Mörtern entgegenfuhr.

## Achtes Weltwunder

Im historischen Greenwich, zwischen Blackwall Tunnel und Wollwich Ferry, erfahren interessierte London-Besucher, was die Briten als achtes Weltwunder feiern. Mit einer weltweit einzigartigen Konstruktion ist es britischen Ingenieuren gelungen, ihre Hauptstadt vor den in der Vergangenheit katastrophalen Sturmfluten zu schützen. Fünf Stockwerke hoch und 3700 Tonnen schwer ist jedes der vier gewaltigen Hauptschleusentore. The Thames Barrier sperren mit sechs weiteren Nebentoren auf einer Breite von 520 Metern die Themse bei Sturmwarnung hermetisch ab. Im *Thames Barrier Visitor's Centre* [13] durchleuchten Großmodelle und audiovisuelle Vorführungen die Schleusen-High Tech von innen.

Stellen Sie sich vor, Sie würden Steuervergünstigungen bekommen, wenn Sie jeden Morgen mit dem Fahrrad zur Arbeit kämen. Unvorstellbar? In Groß-

britannien gehört der Fahrrad-Discount bereits zum guten Ton. 50 % Eintrittsermäßigung erhalten alle Besucher des *Centre for Alternative Technology* [12], wenn sie mit dem Fahrrad anreisen. Drei Meilen nördlich von Machynlleth soll man sie entdecken, die eine ewige Welt. 'Designed to last forever' – unter diesem Motto wurde fast alles zusammengetragen, was es derzeit an alternativer Technologie zur Energiegewinnung beziehungsweise Energiesparung gibt: Wind- und Wasserkraft, energiesparender Hausbau, Solarenergie – alles zum halben Preis zu besichtigen. Vorausgesetzt: 'Ihr seit's mi'm Rad'l da!'

## Elfenbeinturm

Irgendein Transportmittel wird Sie ganz sicher auch nach Armagh befördern. Hier werden Sie erleben, daß in Nordirland nicht nur Burgen und Schlösser, sondern auch Industrie und Universitäten die Tore hoch ziehen. Beispieldhaft ist an dieser Stelle *The Queen's University of Belfast* [21] zu nennen. In Zusammenarbeit mit der Stadt Armagh öffnet sich der Elfenbeinturm zum alljährlichen *Festival der Wissenschaften* [20], welches im Monat März nicht nur den Frühling, sondern auch ein breites Publikum lockt. *Belfast Telegraph Newspapers* [19] läßt interessierte Besucher im Belfaster Verlagshaus in fast jeden Winkel schlupfen, so daß die ganze Vielfalt der modernen Medientechnik unter fachlicher Führung zum Vorschein kommt.

## Grüner Strom

Sollte das weltweit längste Seekabel einmal verlegt werden, könnten die Isländer 'grünen' Strom nach Europa exportieren. Geothermalenergie heißt das Zauberwort für umweltfreundliche Stromerzeugung und findet sich allerortens in heißen Quellen, blubbernden Schlammgruben und farbenfrohen Solfatern. Die *Icelandic Energy Marketing Unit (MIL)* [14] ist nicht nur autorisiert, für den Energiestandort Island zu werben, sondern auch Ansprechpartner für das interessierte Fachpublikum, wenn es um die Besichtigung der zahlreichen Kraftwerke des Landes geht. Eines der geothermalen Heizkraftwerke ist das Svartsengi Kraftwerk, welches durch seine 'blaue La-

gune' berühmt ist. Nach vorheriger Anmeldung sind Besichtigungen des Kraftwerks möglich. Hier können sich auch wasserscheue Besucher ein Bild von der Stromgewinnung aus Dampf und geothermaler Sole machen.

## Spieltrieb

Ein Paradies für Neugierige und mehr als interaktive Versuchsanordnung ist das *Eksperimentarium* [4] im dänischen *Hellestrup*. Auf einem Spielplatz der Fantasie beantworten Experimentiergeräte die endlosen Fragen aus den Bereichen der Naturwissenschaften und Technik. Ob die Besucher eine Windmaschine auf Orkanstärke oder per Wettercomputer mit direkter Verbindung zu einem Satelliten die Sonne locken wollen, den Spieltrieb kann man an mehr als 300 Exponaten stillen.

Mit Elektrizität zu spielen ist auch im *Elmuseet, Danmarks Museum for Elektricitetens Fysik, Teknologi og Kulturhistorie* [5] erlaubt. Das Museum in *Bjerringbro* ist in Verbindung mit der größten dänischen Wasserkraftanlage, 'Gudenaacentralen', erbaut worden. Angefangen bei einem alten dampfgetriebenen Elektrizitätswerk bis hin zum elektrischen Rasierapparat, Marke B & O, von König Frederik IX – hier springen die Funken, wird künstlich Nordlicht erzeugt und darf ohne Gebührenzähler in der alten Telefenzentrale telefoniert werden.

Badestrund und Elektrotechnik sind in Dänemark direkte Nachbarn. Die Gedenkstube von M. C. Örsteds, dem Entdecker des Elektromagnetismus im Jahre 1820, können Sie von Ihrem Liegestuhl aus sehen. *Danmarks Tekniske Museum* [3] in *Helsingør* bietet seinen Besuchern eine interessante Sammlung aus Naturwissenschaft und Technik. Die erste Schreibmaschine der Welt, hier steht sie neben dem ersten Tonbandgerät und Valdemar Paulsens Telegrafon von 1898.

## Zurück in die Zukunft

Im Jahre 1911 wurde nahe der norwegischen Stadt *Rjukan* das erste bedeutende Kohlekraftwerk errichtet, die *Vermorkraftstasjon*. Das Kraftwerk erwies sich als Motor der norwegischen Industrialisierung und führte zur Ausbildung einer bedeutenden Industrieregion im Süden des Landes, die während des 2. Weltkriegs von zahlreichen Sabotageversuchen heimgesucht wurde. Inmitten des alten Kraftwerks befindet sich heute das *Norsk Industriarbeidermuseum* [23], welches seinen Besuchern auf interessante und anspruchsvolle Weise technische Entwicklungen sowie Arbeitsbedingungen aus der Zeit um die Jahrhundertwende näher bringt.

Wer der technologischen Weiterentwicklung folgen möchte, sollte sich in Norwegens Fjorde

begeben. Ein 400 Meter langer Tunnel führt in der Nähe von *Dalekvarn* zu einem Wasserkraftwerk aus dem Jahre 1927, dem *Dale kraftverk*. Im angeschlossenen Energiezentrum, dem *Energisenteret Dale kraftverk* [22], werden Besucher in aller Ausführlichkeit über alles Wissenswerte aus dem Bereich der Hydroenergie informiert. Zurück in die Zukunft gelangt man auf dem Weg in die norwegische Hauptstadt *Oslo*. Energiegewinnung von der Tretmühle bis zum Atomkraftwerk in Miniaturausgabe ist im *Norsk Teknisk Museum* [24] in Oslo garantiert ohne Strahlenrisiko zu besichtigen.

## Technik von früher

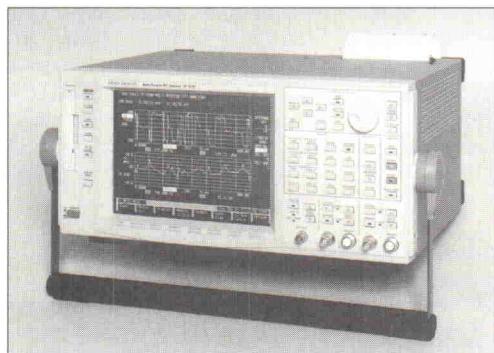
'Kunskapens horisonter – möt svensk forskning?' Hinter diesem Zungenbrecher verbirgt sich eine interessante Ausstellung in Schwedens Hauptstadt Stockholm. Horizonte der Wissenschaft treffen im *Tekniska museet* [31] vom 12. Mai bis 10. September auf die schwedische Forschung. Zahlreiche Ausstellungsstücke aus Anwendungsbereichen der modernen industriellen Systemtechnik sind hier zu besichtigen. Technik von früher ist auch in Örebro zu besichtigen, einer kleinen Hafenstadt westlich von Stockholm. Obwohl das *Technische Museum Örebro* [32] im Hafennagazin am Kai des Flusses *Svartån* zu Hause ist, hat es mit einem Schiffahrtsmuseum wenig gemeinsam.

## Wer, wie, was?

35 000 'Finnovations' aus der Vergangenheit bekommen Besucher zu sehen, wenn sie sich Richtung *Helsinki* begeben. In der finnischen Hauptstadt eröffnete im Jahre 1969 das *Tekniikan museo* [7], welches die Entwicklungsgeschichte der 'finnischen Technik' erläutert. Fast nebenan, im *Telemuseo* [8], werden die Highlights finnischer Telekommunikation präsentiert.

Elektrotechnik und Elektronik sind in Finnland auf Wachstumskurs – Nokia läßt grüßen. Die Branche gehört zu den am schnellsten expandierenden Industrien Finlands. Kein Wunder also, daß das erste Wissenschaftszentrum Skandinaviens 1989 im finnischen *Vantaa*, circa 15 Minuten von Helsinki entfernt, eröffnet wurde. 'Der künftige Wohlstand einer Nation hängt entscheidend davon ab, ob das Land in der wissenschaftlichen Entwicklung mithalten kann', erklärt Per Edvin Persson, Leiter des finnischen *Wissenschaftszentrum Heureka* [9]. 'Unser Zentrum trägt zu einer wissenschaftlichen Meinungsbildung bei.' Über 1000 Experten verschiedener Gebiete halfen bei der Planung, so daß heute groß und klein vier verschiedene Sektoren des Heureka besuchen können. 'Was und wo sind wir und warum?' sind die Fragen – das Universum, die Entwicklung des Lebens, die menschliche Gesellschaft und der Produktionssektor die vier Antwort gebenden Bereiche. hr

# 2-Kanal FFT-Analysator mit 9,4"-TFT-Farbbildschirm



**ONO SOKKI**

- ★ 32 kHz Echtzeitanalyse
- ★ 1600 Linien Auflösung
- ★ MS-DOS Diskettenlaufwerk für ASCII- oder HPGL-Files
- ★ Optionen: Echtzeit-Terz-/Oktavanalyse, Tracking, Wigner Transformation, Intensität usw.
- ★ kompakt und leicht (11 kg)
- ★ Direktanschluß von Sensoren

**C M E**  
**COMPUMESS**  
**ELEKTRONIK GmbH**

Vertrieb elektronischer Messtechnik,  
Systeme und Computer

### Technische Büros in:

- |             |              |
|-------------|--------------|
| ● Berlin    | ● Stuttgart  |
| ● Frankfurt | ● Wuppertal  |
| ● Hamburg   | ● Düsseldorf |

### Zentrale:

Lise-Meitner-Straße 1  
D-85716 Unterschleißheim  
Tel. (0 89) 32 15 01-0  
Fax (0 89) 32 15 01 11

Rufen Sie uns an und  
fordern Sie aus.  
führliche  
Unterlagen  
an.

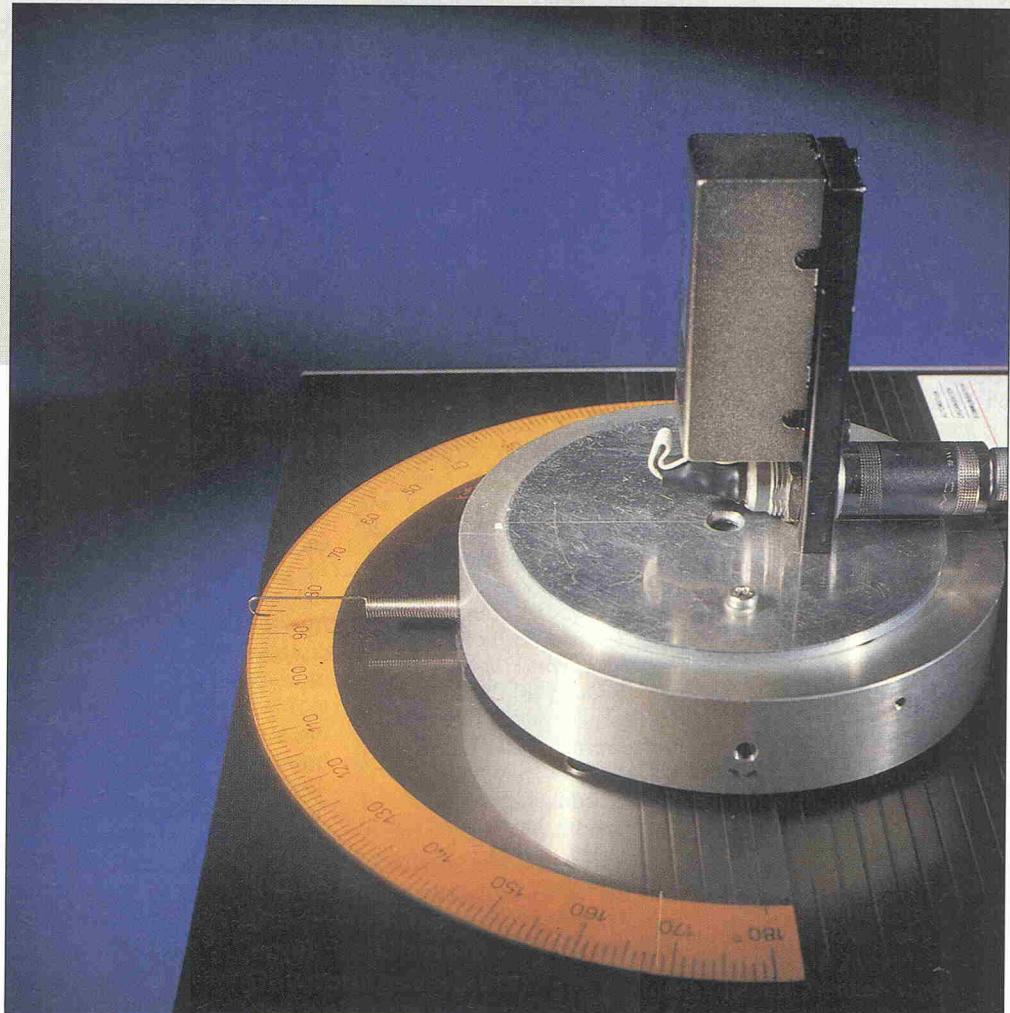
# Navigator

## Navigieren mit dem Piezokreisel Gyrostar von Murata

Design Corner

Ralf Quint,  
Wolf Rüdiger Leitner,  
Marcus Prochaska

**Rotation und Translation – jeder kinetische Vorgang lässt sich auf diese fundamentalen Bewegungstypen zurückführen. Dabei ist die meßtechnische Erfassung einer gleichförmigen oder reinen Kreisbewegung mittels geeigneter Sensoren leicht zu realisieren. Die Bestimmung eines beliebigen Bewegungsverlaufs, der beispielsweise beim Auto auftritt, ist jedoch bedeutend schwieriger.**



**W**o bin ich, wie geht's weiter? Kaum ein Autofahrer, der in unbekanntem Terrain nicht vor solchen Fragen stand. Im Fahrzeug integrierte Satellitennavigationssysteme versprechen, den Benutzer sicher zum Ziel zu führen. Hierfür ist aber eine ungehinderte 'Sicht'-Verbindung zwischen Auto und Satellit notwendig. Allerdings wird diese durch Tunnel garantiert unterbrochen, und sogar Bäume und Brücken sind erhebliche Störfaktoren. Innerhalb des Stadtgebiets stören metallbedampfte Glasfassaden oder Gebäude. Auf Landstraßen beeinträchtigen Wälder und Alleen eine genaue Positionierung. Dies kann nicht nur zu kurzzeitigen

falschen Ergebnissen führen, sondern sogar zum Zusammenbruch der gesamten Verbindung. Doch nicht nur durch äußere Einflüsse, sondern auch durch starke Geschwindigkeitsänderung und zügige Kurvenfahrten wird die Position bei einigen Satellitenempfängern durch ein internes Filter verfälscht.

Einen Ausweg aus diesem Dilemma bieten Koppelnavigationssysteme, die im wesentlichen aus einem Piezokreisel zur Richtungsbestimmung und einem inkrementalen Wegstreckenmesser bestehen. Bei Empfangsstörungen des Global Positioning Systems (GPS) muß

man nur das Koppelnavigationssystem initialisieren und starten, das dann die weitere Positionsbestimmung übernimmt. Der Navigationsrechner kann aus der letzten bekannten Position des GPS und den relativen Koordinaten des Koppelnavigations-Systems die neuen absoluten Koordinaten des Fahrzeugs berechnen.

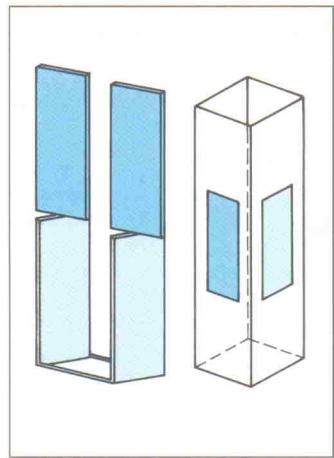
### Intern

Alle Piezokreisel (Vibrationskreisel) basieren – im übertragenen Sinne – auf dem Foucaultschen Pendel: wirkt eine Winkelgeschwindigkeit auf einen Vibrationskörper, so bildet sich eine Kraft – die Corio-

Ralf Quint schrieb eine Diplomarbeit mit dem Thema 'Koppelnavigationssystem mit Piezokreisel zur Stützung der Satellitennavigation', Wolf Rüdiger Leitner ist Gesellschafter der Noritech Datensysteme GmbH in Hannover und befaßt sich mit der Entwicklung von Hard- und Software im Bereich Navigation und Datenerfassung.

liskraft –, die auf den Körper wirkt. Diese steht senkrecht zur Vibrationsrichtung. In der Praxis verbindet man einen Basisträger und geeignete Piezokeramiken mechanisch miteinander. Die Piezokeramik wird in der X-Achse elektrisch angeregt und somit in Schwingung versetzt. Durch Einwirkung einer Winkelgeschwindigkeit auf die Z-Achse entwickelt sich die Corioliskraft senkrecht zur Vibrationsrichtung, also in Richtung der X-Achse. Die resultierende Kraft aus X- und Y-Achse verformt die Detektor-Keramiken und erzeugt dort eine Spannung, die proportional zur anstehenden Winkelgeschwindigkeit ist.

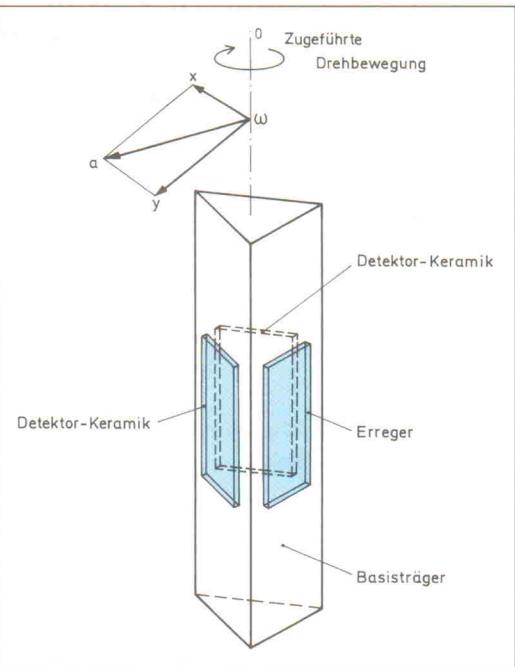
Herkömmliche Piezokreisel besitzen aufgrund ihrer Bauform erhebliche Nachteile in bezug auf die Zuverlässigkeit. Damit der Kreisel in Ruhelage keine Spannung erzeugt, müssen die Keramiken absolut rechtwinklig zueinander montiert sein (Bild 1). Kleine Abweichungen bedeuten bereits Fehlinterpretationen von nicht vorhandenen Drehbewegungen. Wenn die Schwingungen der angeregten Keramik nicht senkrecht zu den Detektoren übertragen werden, dann beträgt die erzeugte Spannung nur wenige Millivolt. Diese sehr kleinen Signale lassen sich nur durch komplexe elektronische Filter von eventuell vorhandenen Störungen trennen. Der neue Sensor von Murata schlägt hingegen einen anderen Weg ein: die Verwendung von zwei Detektoren, die im Winkel von 60 Grad zueinander montiert sind (Bild 2), rufen bei Störsignalen – wie zum Beispiel Vibratoren von Motoren – gleichsinnige Spannungsänderungen hervor. Eine Beeinflussung des Nutzsignals tritt nicht auf, da nur die Spannungsdifferenz der beiden Detektoren zur



**Bild 1.**  
Prinzipieller  
Aufbau eines  
herkömm-  
lichen Piezo-  
kreisels.

Bestimmung der Winkelgeschwindigkeit herangezogen wird. Somit ist die Differenzspannung gleich null, wenn sich der Kreisel in Ruhelage befindet.

Eine im Gehäuse integrierte Elektronik stellt dem Anwender ein Gleichspannungssignal zur Verfügung, das proportional zur Winkelgeschwindigkeit des Bausteins ist. Die Blockschaltung des Drehratensensors zeigt Bild 3, die Innenansicht mit dem Sensorstab und der Auswerte-Elektronik Bild 4. Der Ausgangsspannung ist eine Offsetspannung von ungefähr 2,5 Volt überlagert. In der Ruhelage mißt man genau diese Spannung. Bei Drehbewegungen um die Längsachse ändert sich die Ausgangsspannung proportional zur Winkelgeschwindigkeit. Der Skalenfaktor des Kreisels beträgt 22,2 mVs/Deg. Wenn man beispielsweise die Winkelgeschwindigkeit des Gyrostars um 2 Deg/s ändert, so steigt oder sinkt die Ausgangsspannung am Anschluß Sensor Output um 44,4 mV entsprechend der Drehrichtung. Bei der maximal zulässigen Winkelgeschwindigkeit von 90 Grad/s liegt die Spannung an Sensor Output bei



**Bild 2.**  
Geometrie  
des Piezo-  
kreisels von  
Murata.

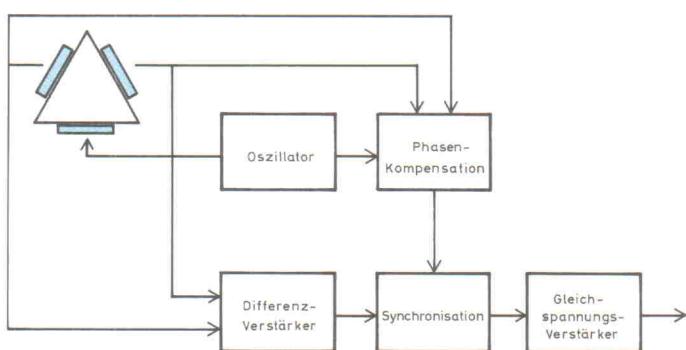
rund 4,5 V – beziehungsweise bei 0,5 V für die andere Drehrichtung. Der 'Swing' der Ausgangsspannung um den Mittelwert von 2,5 V beträgt also  $\pm 2$  V. Dabei benötigt der Gyrostar bei einer Stromaufnahme von 15 mA eine Versorgungsspannung zwischen 8...13,5 V. Die Auflösung des Sensors, der in einem 45 g leichten Gehäuse Platz findet, beträgt 0,1 Grad/s.

## Hitze

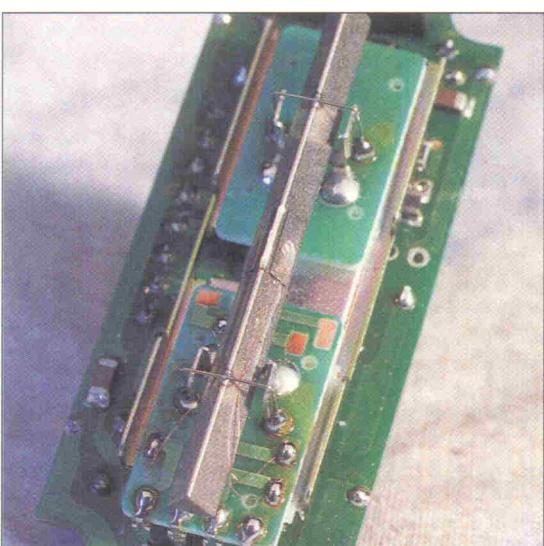
Der Einfluß der Temperatur wirkt sich auf die meisten elektronischen Bauelemente nachteilig aus. Beim Einsatz in Kraftfahrzeugen sind elektronische Bauelemente extremen Temperaturunterschieden ausgesetzt, so daß eine Betrachtung

der Temperaturabhängigkeit des Piezokreisels notwendig ist. Aus diesem Grund wurde der Kreisel in einem Klimaschrank betrieben (maximale Betriebstemperatur des Kreisels –20 bis +60 °C). Die Temperatur wurde hierbei innerhalb einer Stunde von –10 Grad auf +50 °C erhöht, wobei alle 10 Sekunden die Offsetspannung und die ebenfalls vom ENV-05A bereitgestellte Referenzspannung gemessen und protokolliert wurde. Das ermittelte Temperaturverhalten kann man Bild 5 entnehmen.

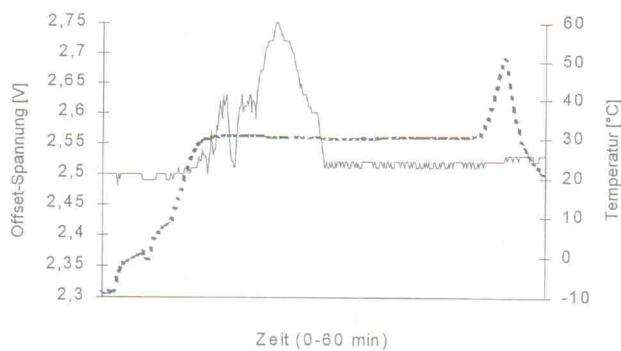
Aufgrund der Beschaffenheit des Klimaschranks ist der Anstieg der Temperatur nicht linear (Punktlinie in der Abbildung). Mit steigender Temperatur ist auch eine Erhöhung der Offsetspannung zu beobachten.



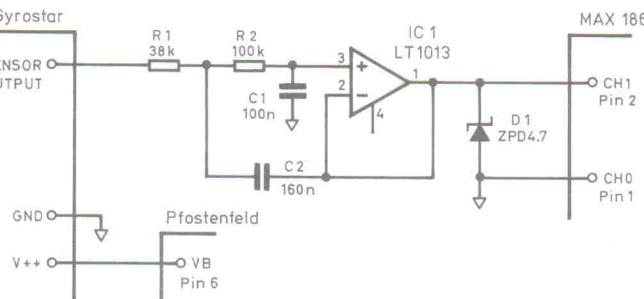
**Bild 3.** Das Innenleben des ENV-05A im Blockschaltbild.



**Bild 4.**  
Am drei-  
eckigen  
Sensorstab  
sind  
deutlich  
die Piezo-  
abnehmer  
zu erkennen.



**Bild 5.** Linear – die Temperaturkennlinie der Ausgangsspannung des Gyrostar.



**Bild 6.** Die Erweiterung von Maxims MAX186-Board.

Durch das abschirmende Gehäuse erfolgt die Änderung der Offsetspannung zeitverzögert (Zeitkonstante ungefähr 10 Minuten). Hält man die Temperatur über einen längeren Zeitraum (15 Minuten) konstant, so erreicht die Offsetspannung wieder das Ausgangspotential. Bei dem beobachteten Verhalten handelt es sich entweder um eine ungleichmäßige Erwärmung des Basisträgers, in dessen Folge die Piezokeramiken unterschiedlich verformt werden, oder um eine integrierte Temperaturkompensation. Die Datenblätter des Herstellers geben jedoch keinen Aufschluß über mögliche Kompensations schaltungen.

Die Änderung der Referenzspannung (nominal 5 V) ist vernachlässigbar klein. In dem untersuchten Temperaturintervall beträgt der Maximalwert 5,06 V und der Minimalwert 5,03 V. Dies entspricht einer Drift von nur 0,6 %. Die zur Verfügung stehende Referenzspannung ist somit geeignet, um sie als Bezugsspannung für einen nachfolgenden A/D-Wandler zu nutzen.

## Relativ

Analog zur translatorischen Bewegung sind auch bei der Rota-

tion die Größen Strecke und Geschwindigkeit differentiell miteinander verknüpft. Somit besteht zwischen Winkelgeschwindigkeit  $\omega$  und Winkel  $\varphi$  der Zusammenhang  $\omega = \dot{\varphi} / dt$ . Hieraus ergibt sich  $\varphi = \int \omega dt + C$ . Da man mit einem Piezokreisel nur die Winkelgeschwindigkeit eines Körpers messen kann, muß ein gegebenenfalls benötigter Drehwinkel durch Integration der Geschwindigkeit ermittelt werden. Jedoch ist das Integral unbestimmt, da die Integrationskonstante  $C$  nicht bekannt ist (eine Nebenbedingung fehlt). Somit kann man dieses Problem nicht eindeutig lösen. Für die praktische Anwendung ergibt sich also der Nachteil, daß man keinen absoluten Drehwinkel ermitteln kann, sondern nur eine Winkeländerung.

Die notwendige Integration läßt sich prinzipiell auf zwei Arten durchführen: Analog-Integration der Winkelgeschwindigkeit durch geeignete elektronische Schaltungen oder Digitalisierung der Winkelgeschwindigkeit und anschließende numerische Integration (Aufsummierung) mit einem Mikroprozessor. Im letzteren Fall kann man einen ADC zum Digitalisieren der Ausgangsspannung des Kreisels (proportional zur Win-

kelgeschwindigkeit) nutzen. Aus diesen Daten ermittelt anschließend der  $\mu$ P durch einen geeigneten Algorithmus den relativen Drehwinkel.

Sofern man das Ausgangssignal des ENV-05A mit einem  $\mu$ P-System auswerten möchte, muß zunächst ein geeigneter ADC ausgewählt werden. Dabei sollte der A/D-Umsetzer eine ausreichende Auflösung bieten, um eine akzeptable Meßgenauigkeit zu gewährleisten. Um auch höhere Winkelgeschwindigkeiten bestimmen zu können, muß die Umsatzzeit des Datenwandlers hinreichend klein sein.

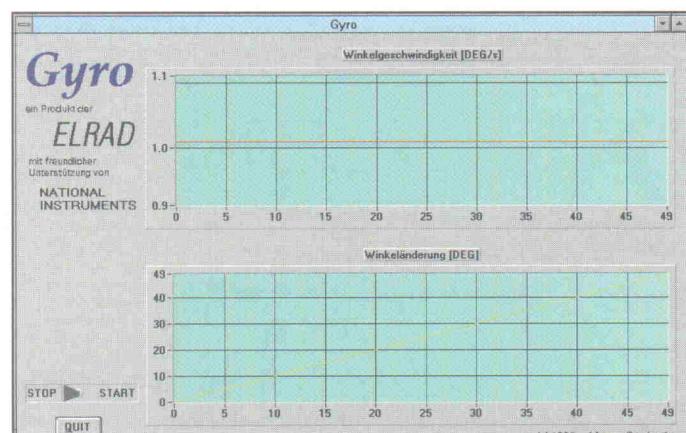
## Hardware

Für die ELRAD-Testschaltung fiel die Wahl auf einen ADC vom Typ MAX186 von Maxim [1]. Dieser Baustein bietet eine Auflösung von 12 Bit und erreicht somit eine Meßgenauigkeit von 0,2 %. Die Abtastrate dieses Bausteins beträgt bis zu 133 kHz, wobei insgesamt acht Single-ended-Eingänge (alternativ vier Differenzeingänge) vielfältige Einsatzmöglichkeiten bieten. Eine interne Track-and-Hold-Schaltung ist ebenso Bestandteil des ICs wie ein schnelles serielles Interface und ein Multiplexer für die Auswahl eines Analogeingangs. Im Gegensatz zu vielen anderen ADCs besitzt der MAX186 eine interne Spannungsreferenz von 4,096 V. Somit ist der Datenwandler nicht auf die Referenzspannung des Gyrostars angewiesen.

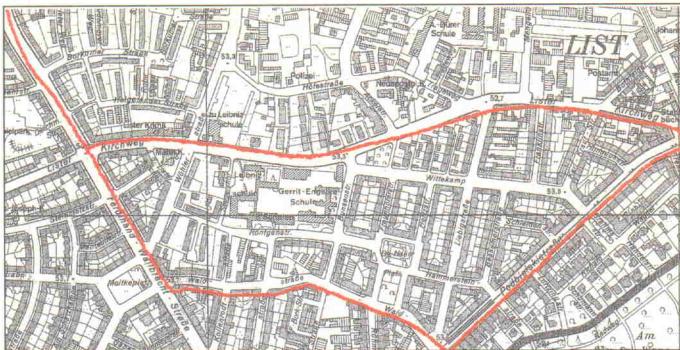
Das Evaluationkit zum MAX 186 – bestehend aus  $\mu$ P- und Wandlerplatine – ist bestens für den Gyrostar geeignet. Das MAX186-Board nimmt den Da-

tenwandler samt seiner externen Schaltung auf und bietet überdies ein kleines Experimentierfeld. Bei der anderen Platine handelt es sich um das MAX80C32-Modul, dessen Herzstück ein Mikrocontroller vom Typ 80C32 bildet. Dieses  $\mu$ -Board kann man via RS-232 mit einem PC verbinden. Um den Kontakt zur Umsetzerplatine herzustellen, benutzt man ein 40poliges Pfeilstielfeld. Auf dem  $\mu$ P-Modul ist neben dem Mikrocontroller ein 32 KByte großes RAM und ein 16 KByte umfassendes EPROM untergebracht. Das EPROM-Programm versucht, nach einem Power-up über die serielle Schnittstelle des Boards ein Anwendungsprogramm vom Hostrechner in das RAM des 80C32-Boards zu übertragen. Nach Abschluß dieses Vorgangs startet das RAM-Programm. Somit kann man diese Platine nach Belieben programmieren.

Zum Test des Gyrostars muß man die in Bild 6 angegebene Schaltung auf dem Experimentierfeld des MAX186-Boards realisieren. Hochfrequente Störungen auf dem Ausgangssignal des Piezokreisels erfordern die Verwendung eines Eingangsfilters. Dabei wurde ein aktiver Tiefpaß zweiter Ordnung mit Bessel-Verhalten gewählt. Die Grenzfrequenz des Operationsverstärkers ist dabei auf 15 Hz festgelegt. Da der OpAmp als nichtinvertierender Verstärker mit der Spannungsverstärkung von 1 ausgeführt ist, liegt die Eingangsspannung im Durchlaßbereich unverfälscht am Ausgang an. Die ab etwa 4,7 V auftretende Begrenzung der Verstärkung wird durch eine Z-Diode hervorgerufen. Sie soll verhindern, daß die Spannung am Eingang des A/D-Umsetzers



**Bild 7.** Gyro stellt die Winkelgeschwindigkeit und Winkeländerung grafisch dar.



Plot einer Testfahrt in der Innenstadt Hannovers;  
die Positionsdaten wurden ausschließlich  
mit dem Gyrostar ermittelt.

unzulässige Werte annimmt. Da die Betriebsspannung des Kreisels direkt mit der des MAX80C32-Moduls verbunden ist, darf diese nicht über der des ENV-05A liegen.

## Programm

Zum Lieferumfang des MAX-186-EV-Kits gehört neben der Hardware und einer ausführlichen Dokumentation auch eine PC-Software, die zum Betrieb der Demoplattine dient. Dabei überträgt dieses Programm zunächst ein Steuerprogramm in das RAM des µP-Boards, das den MAX186 bedient. Sobald dieser Vorgang abgeschlossen ist, startet das RAM-Programm. Nun kann man Umsetzergebnisse abrufen. Die ermittelten Werte zeigt die PC-Software als Zahlenwerte an. Diese repräsentieren bei Verwendung des Gyrostars die momentane Winkelgeschwindigkeit des ENV-05A.

Wie bereits erwähnt, muß für die Bestimmung der Winkeländerung eine Integration durchgeführt werden. Zum einen kann man diese Berechnung durch die Erweiterung des 80C32-Programms realisieren. Dabei steigt jedoch die Menge der zu übertragenden Daten an den PC, sofern man an der Winkeländerung und der Winkelgeschwindigkeit interessiert ist. Zum anderen besteht die Möglichkeit, das Hostprogramm zu ändern. Da die Quelltexte der PC- und Modulsoftware dem Demokit beigelegt sind, kann man beide Lösungen ohne Schwierigkeiten verwirklichen. Um sowohl die Winkeländerung und die Winkelgeschwindigkeit mit akzeptabler Geschwindigkeit zu ermitteln, entstand im ELRAD-Labor das Programm Gyro. Nach dem Programmstart übermittelt Gyro

das µP-Programm an das 80C32-Modul. Zuvor wird jedoch der Anwender aufgefordert, den COM-Port und die Übertragungsrate festzulegen. Klickt man nun 'Start' an, so nimmt der MAX186 seinen Dienst auf. Hierzu synchron stellt Gyro nun den Verlauf der Winkelgeschwindigkeit und der Winkeländerung in einem Skip-Chart dar. Dabei 'laufen' die Kurven quasi über den Bildschirm (Bild 7).

Gyro arbeitet unter MS Windows und wurde mit LabWindows/CVI von National Instruments programmiert. Bei diesem C-Compiler handelt es sich um ein leistungsstarkes Tool, das speziell auf die Bedürfnisse von technischen Anwendungen zugeschnitten ist. So kann man in einer Programmzeile Signale generieren, eine FFT bestimmen oder ein Fenster auf den Bildschirm zaubern. Gyro kann man der Mailbox der ELRAD (Tel.: 05 11/53 52-4 01) entnehmen.

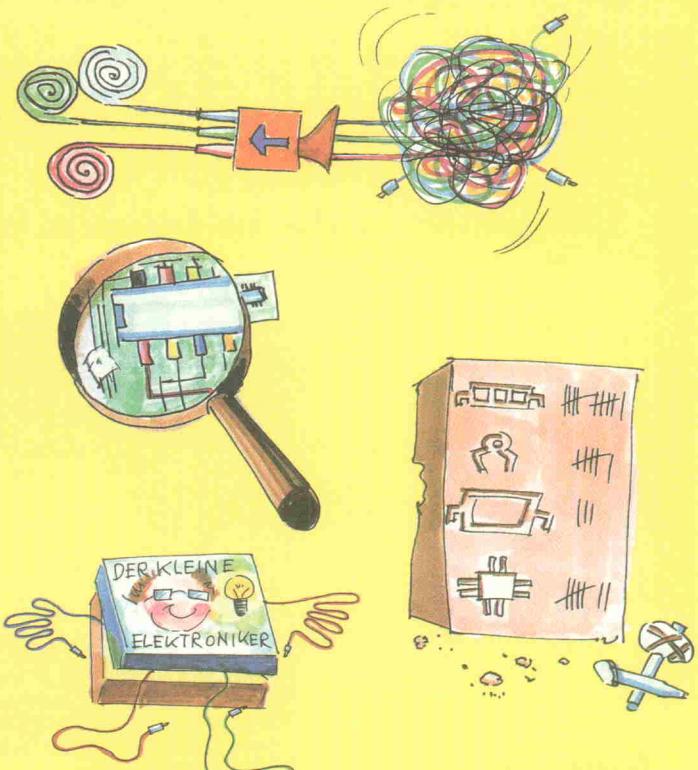
## Fazit

Der Gyrostar ENV-05A von Murata macht einen ausgereiften Eindruck. Dies gilt sowohl für die Leistungsdaten wie auch für die technische Realisierung des Bausteins. Wie die angegebene Applikation zeigt, kann man diesen Piezokreisel leicht in eine Schaltung integrieren. Der Preis bei Einzelstückzahlen liegt laut Auskunft des Vertriebs (SKTrade in Nürnberg) bei etwa 600 DM inklusive Mehrwertsteuer, es sind aber auch schon abgespeckte Versionen ab etwa 140 DM erhältlich.

roe

## Literatur

- [1] Ernst Ahlers, Peter Röbke-Doerr, 8 x 12 Bit, ELRAD 10/93, Seite 28



**SCHALTEN SIE UM.  
MIT AutoCAD  
UND ACAD-PCB.**

Dank Mensch und Maschine und dem neuen ACAD-PCB können Elektronik-Entwickler ab sofort beliebig schalten und walten. Die EDA-Lösung unter AutoCAD ist schließlich ein kompletter Werkzeugkasten: Ob Schaltplan, Leiterplattenlayout oder Erstellung der Fertigungsdaten – mit ACAD-PCB arbeiten Sie nicht nur komfortabel und effektiv, sondern auch schnell. Mit ACAD-PCB erzeugen Sie automatisch Stücklisten, arbeiten fehlerfrei dank Online-Design-Rule-Checks und verfügen über einfache Plazierungsfunktionen.

Weitere Highlights:  
flexible Generierung beliebiger Kupferflächen, vollständige

Optimierung der CAM-Daten, C-Funktionalität und mehr.

Also, schalten Sie um und überzeugen Sie sich von ACAD-PCB. Bei den freundlichen Vertriebspartnern von Mensch und Maschine, Deutschlands anerkannter CAD-Kompetenz.

Mensch und Maschine GmbH  
Argelsrieder Feld 5  
82234 Wessling  
Tel.: 08153 / 933-0  
Fax: 08153 / 933-100

12047 Berlin	030/6933072
20359 Hamburg	040/436096
40699 Erkrath	0211/92471-0
65185 Wiesbaden	0611/302042
71254 Ditzingen	07156/9525-0
82234 Wessling	08153/933-111

ASW MÜNCHEN

**Mensch und Maschine**  
CAD – Lösungen von Mensch zu Mensch

Autodesk.

Authorized Dealer

05221 / 9150-0 • 34123 Kassel, Bohnhard CAD, 0561 / 54200 • 35440 Linden, Winter & Partner GmbH, 06403 / 71005 • 65549 Limburg, integra, 06431 / 9857-0  
68161 Mannheim, URBAN Tetrasys GmbH, 0621 / 105128 • 70794 Filderstadt, Andronic GmbH, 07158 / 3054 • 72766 Reutlingen, Fauser GmbH, 07121 / 1626-0  
73230 Kirchheim/Teck, Mahle GmbH, 07021 / 9419-0 • 73240 Wendlingen, Sommer & Partner GmbH, 07024 / 53733 • 76327 Pfintzal, CAXsoft, 07240 / 3278  
82140 Olching, Koymans Elektronik, 08142 / 29781

# Entstördienst

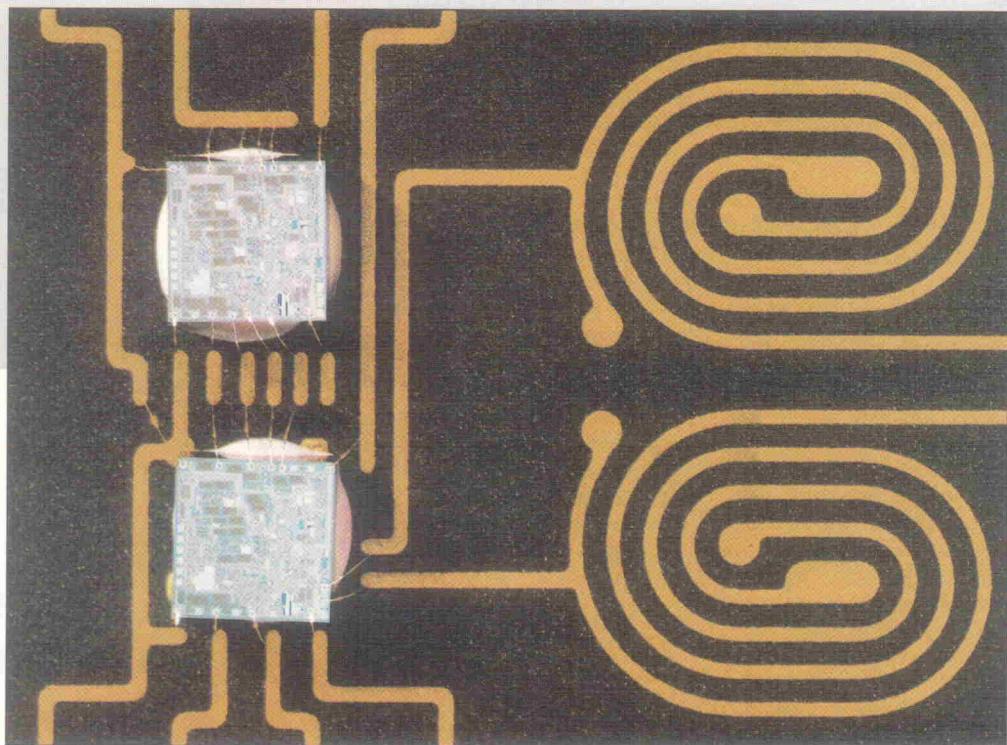
## EMV-gerechtes Design elektronischer Schaltungen, Teil 1

Entwicklung

Dr.-Ing. Joachim Franz

**Probleme mit der elektromagnetischen Verträglichkeit existieren seit Anbeginn der Elektronik und können einem den letzten Nerv rauben. Meist wird die EMV am Labortisch oder im Meßraum zurechtgebastelt. Hohes EMV-Niveau ist aber nur durch systematische Planung erreichbar. Die muß im wesentlichen in der Entwurfsphase erfolgen. Wer den Mehraufwand zu Anfang scheut, bezahlt später mit etlichen Redesigns.**

Dr.-Ing. Franz bewegt sich seit 35 Jahren auf dem Gebiet der EMV. Zunächst absolvierte er sein Studium der Elektrotechnik an der TH Braunschweig. Nach einer Zeit als Entwicklungingenieur bei Telefunken in Hannover wurde er zum akademischen Oberrat am Institut für Grundlagen der Elektrotechnik und Meßtechnik der Universität Hannover berufen und betreut dort das Arbeitsgebiet Elektronische Meßtechnik.



Zum Einstieg ins Thema ist erstmal eine zweckmäßige Betrachtungsweise der Signalkreise und Koppelmechanismen erforderlich. Den prinzipiellen Mechanismus der Störbeeinflussung stellt Bild 1 dar. Ein Signalkreis besteht aus einer Signalquelle, einer Signalsenke und den impedanzbehafteten Verbindungsleitungen zwischen beiden.

Ein Signal kann prinzipiell durch verschiedene physikalische Größen realisiert werden; zum Beispiel durch die Spannung oder den Strom. Der Signalkreis besteht etwa aus einer Spannungsquelle (Bild 2a) und einer Last. Im allgemeinen ist der Lastwiderstand  $R_L$  sehr viel größer als der Innenwiderstand  $R_i$ . Die Quelle prägt die Spannung ein, und der Strom ist vernachlässigbar. Für die Stromquelle (Bild 2b) gilt dagegen:  $R_i \gg R_L$ . Der Strom wird von der Quelle eingeprägt, die Spannung an der Last ist für  $R_L \rightarrow 0$  vernachlässigbar.

Sind nur die eingekoppelten Störungen zu bestimmen, setzt

man zweckmäßigerweise die Signalgröße der Quelle zu Null. Die Quelle wird lediglich durch ihren Innenwiderstand definiert. Die Ersatzschaltbilder von Spannungs- und Stromquellen sind dann gleich (Bild 2c). Spannungs- und Stromübertragung unterscheiden sich nur noch durch das Verhältnis  $R_i/R_L$ .

Bild 3 stellt eine Stromübertragung mit aus ICs aufgebauter Stromquelle und -senke dar. Bild 4 zeigt eine solche Übertragung mit diskreten Transistoren. Als Quelle dient eine Emitterschaltung, die den Strom  $i$  erzeugt; die Senke (Basisschaltung) besitzt einen sehr kleinen Eingangswiderstand. Emitter-

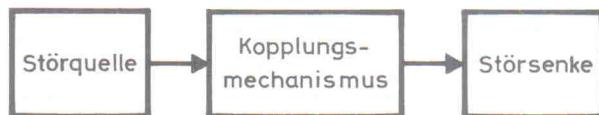


Bild 1. Modell der elektromagnetischen Beeinflussung.

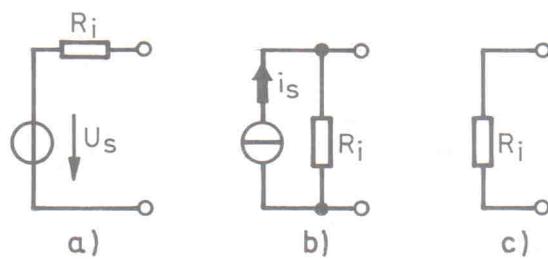
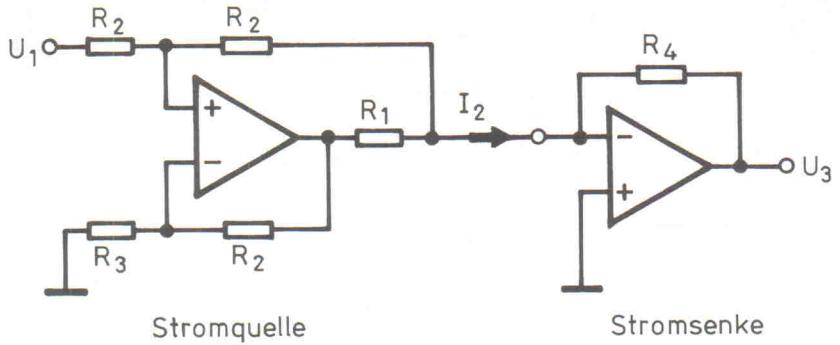


Bild 2. Ersatzschaltbilder für Signalquellen: Spannungsquelle (a), Stromquelle (b) und nur mit Innenwiderstand modelliert (c).



und Basisschaltung zusammen nennt man Kaskodeschaltung.

In unsymmetrischen Systemen liegt einer der beiden Leiter auf Bezugspotential, auch Masse ge-

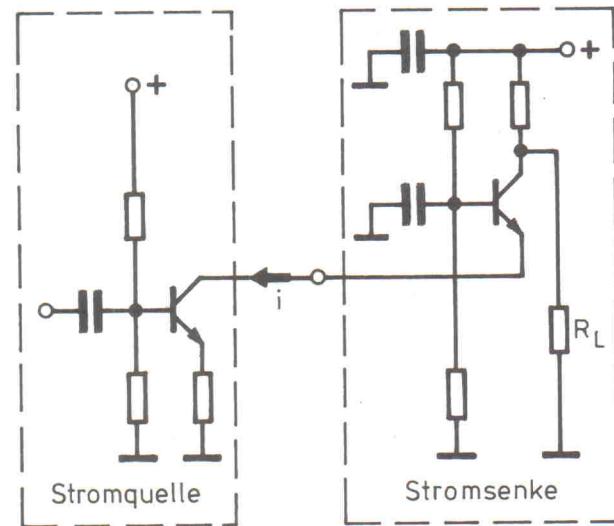


Bild 4: Stromübertragung, aufgebaut mit Transistoren.

nannt (Bild 5a). In symmetrischen Systemen sind die Signale beider Signalleitungen gleich groß, aber von entgegengesetzter Polarität gegen Masse, die Impedanzen gegen Masse sind in Quelle und Senke gleich groß (Bild 5b); der Signalstrom auf der Masse ist – wie bei allen symmetrischen Systemen – Null.

### Kapazitive Kopplung

Bild 6 zeigt einen von  $u_{stör}$  durch kapazitive Kopplung gestörten Signalkreis. Die Signalquelle ist

nur durch ihren Innenwiderstand  $R_i$  dargestellt. Die Impedanzen der Leitungen aa' und bb' seien zunächst vernachlässigt. Der Störanteil  $u_{Lstör}$  der Spannung am Eingang der Last beträgt

mit

$$I_{stör} = j\omega C \cdot U_{stör}$$

Der Störanteil  $u_{Lstör}$  ist mit (1) und (2) im Zeit- und Frequenzbereich für Spannungsübertragung ( $R_i \ll R_L$ ):

$$u_{Lstör} = C \cdot \frac{du_{stör}}{dt} \cdot \frac{R_i \cdot R_L}{R_i + R_L}$$

$$\approx C \cdot \frac{du_{stör}}{dt} \cdot R_i \quad \text{bzw.}$$

$$U_{Lstör} = j\omega C \cdot U_{stör} \cdot \frac{R_i \cdot R_L}{R_i + R_L}$$

$$\approx j\omega C \cdot U_{stör} \quad (3)$$

Für Stromübertragung ( $R_i \gg R_L$ ) ist Gl. 3 durch  $R_L$  zu dividieren:

$$i_{Lstör} = C \cdot \frac{du_{stör}}{dt} \cdot \frac{R_i}{R_i + R_L}$$

$$\approx C \cdot \frac{du_{stör}}{dt} \quad \text{bzw.}$$

$$I_{Lstör} = j\omega C \cdot U_{stör} \cdot \frac{R_i}{R_i + R_L}$$

$$\approx j\omega C \cdot U_{stör} \quad (4)$$

Die Gleichungen (3) und (4) enthalten jeweils drei Terme, über die die eingekoppelte Störung beeinflußt werden kann. Folgende Maßnahmen reduzieren die Störung:

1. Verringern der Koppelkapazität C durch

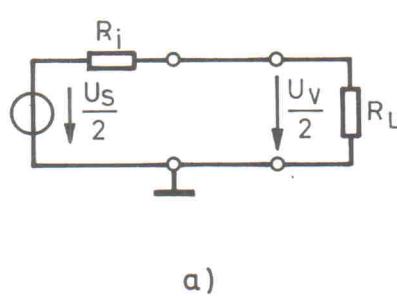


Bild 5:  
Unsymmetrisches (a)  
und symmetrisches (b)  
System mit Spannungs-  
übertragung.

Bild 3:  
Strom-  
übertragung,  
aufgebaut mit  
Operationsver-  
stärkern.

PASCAL- oder C-  
Entwicklungsumgebungen  
8031/32, 8751/52, 80C535/C537, 80C320 ...

- Compiler (Pascal/C) • Macro-Assembler
- Echtzeitkern • div. Bibliotheken
- Simulator • Multi-File-Editor
- Linker • OOP (Pascal 5.x)
- On-Line-Hilfe • kompakter Code
- 1 Jahr Updates • Hotline

Entwicklungsumgebung ab 2012,50 DM  
In-Circuit-Debugger inkl. Interface 977,50 DM  
Bitte Prospekt und Demodiskette anfordern!

### In-Circuit-Emulator

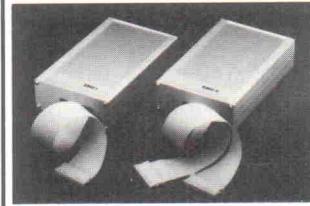


Neues Emulatorkonzept ermöglicht universellen und flexiblen Einsatz für vorhandene und zukünftige Prozessoren der 8051-Familie

- Eprom-Adapter für alle Prozessoren der 8051-Familie
- Hochsprachen-Debugging
- Real-Time-Trace (32 K x 16 Bit)
- Hardware-Breakpoints (64 K)
- unterstützt ROM-Versionen mit Hilfe von Piggy-Back-CPUs
- keine Einschränkungen von Speicherplatz, Registern, Ports, Interrupts usw.

Echtzeitemulator BICEPS51 c 2875,00 DM  
Piggy-Back-CPU für ROM-Vers. 287,50 DM  
Adapter DIL-28 auf PLCC-32 333,50 DM

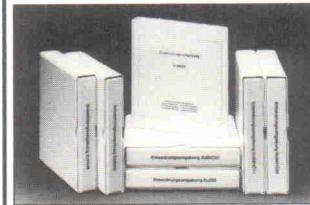
### Eprom-Emulatoren



für 8- und 16-Bit-Systeme bis 512 KByte  
• 70 ns RAM und Centronics-Schnittstelle  
• eigener Microcontroller und Befehlssatz  
• mehrere Dateiformate, eigenes Netzteil

- |  |           |
|--|-----------|
| EMU I  | 498,00 DM |
| bis 128 KByte (1 MBit), für 8-Bit-Zielsysteme  |           |
| EMU II   | 698,00 DM |
| bis 2 x 128 KByte, für 8-Bit-Zielsysteme<br>(1 oder 2 Eproms) und 16-Bit-Zielsysteme |           |

### Cross-Software



Integrierte Entwicklungsumgebungen mit Cross-Assembler für die 8051-Familie

- |                   |                      |
|-------------------|----------------------|
| • Macro-Assembler | • Terminal           |
| • Editor          | • On-Line-Hilfe      |
| • Simulator       | • Quelltextdebugging |

Entwicklungsumgebung Eu8051 439,00 DM  
weitere Prozessoren auf Anfrage!

Bitte fordern Sie unseren Gesamtkatalog an!

### Soft- und Hardwareentwicklung

Jürgen Engelmann Ursula Schrader  
Am Führengehege 2, 29351 Eldingen  
Tel. 05148/286 Fax 05148/853

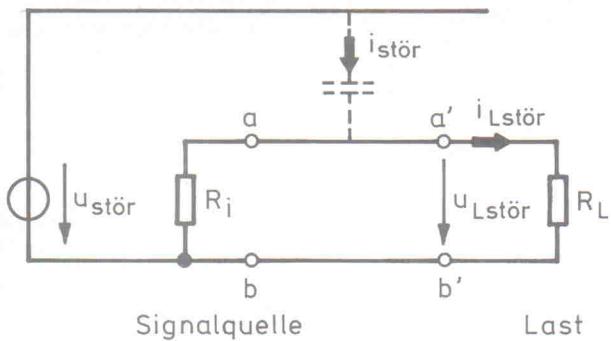


Bild 6: Kapazitive Kopplung.

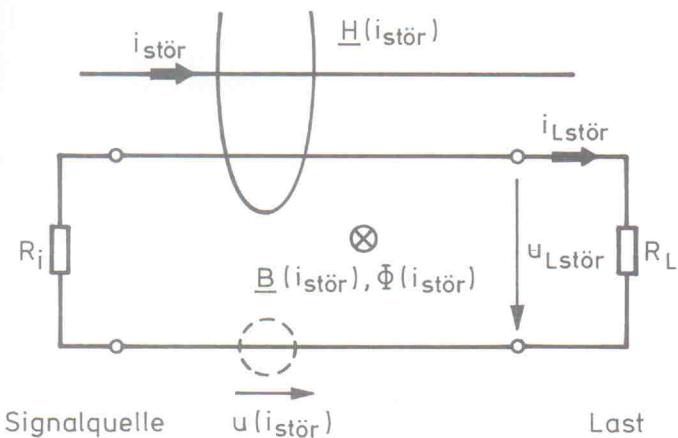


Bild 7: Magnetische Kopplung.

- kurze Verbindungsleitungen,
  - nicht parallel geführte Leiter,
  - großen Abstand zwischen den Leitungen,
  - Abschirmen aller störunggefährdeten Teile (Verringern der Betriebskapazität),
  - eine zwischen zwei sich störenden Leitungen eingegebogene, auf Bezugspotential (Masse) liegende Leitung.
2. Niedrige Änderungsgeschwindigkeit der Störspannung durch Einsatz aktiver Bauteile mit niedriger Grenzfrequenz; gegebenenfalls durch Tiefpaß-Filter.

3. Niedrigen Innenwiderstand  $R_i$  der Signalquelle (Spannungsübertragung).
4. Streng symmetrische Anordnung der Schaltung.

Zur Diagnose ersetzt man die Signalquelle in geeigneter Weise durch einen Kurzschluß ( $R_i = 0$ ).  $u_{Lstör}$  muß dann verschwinden oder bei nicht zu vernachlässigiger Leitungslängsimpedanz sich wenigstens entsprechend stark verringern. Bei mehreren Störquellen schließt man nacheinander die Quellen kurz, um ihren Einfluß einzeln zu bestimmen.

## Magnetische Kopplung

Der in Bild 7 dargestellte Signalkreis – die Signalquelle ist nur durch ihren Innenwiderstand dargestellt – ist von einer magnetischen Induktion  $B(i_{stör})$  und damit von einem Fluß  $\Phi(i_{stör})$  durchsetzt. Durch eine von  $i_{stör}$  hervorgerufene Flußänderung wird eine Störspannung  $u_{stör}$  in der Masche induziert, von der an den Verbraucherklemmen steht:

$$u_{Lstör} = \frac{R_L}{R_i + R_L} \cdot u_{stör}$$

$$\text{mit } u_{stör} = M \cdot \frac{di_{stör}}{dt}$$

bzw.  $U_{stör} = j\omega M \cdot I_{stör}$  wird bei Spannungsübertragung ( $R_i \ll R_L$ ):

$$u_{Lstör} = M \cdot \frac{di_{stör}}{dt} \cdot \frac{R_L}{R_i + R_L}$$

$$\approx M \cdot \frac{di_{stör}}{dt} \quad \text{bzw.}$$

$$U_{Lstör} = j\omega M \cdot I_{stör} \cdot \frac{R_L}{R_i + R_L} \\ \approx j\omega M \cdot I_{stör} \quad (5)$$

bei Stromübertragung ( $R_i \gg R_L$ )

$$i_{Lstör} = M \cdot \frac{di_{stör}}{dt} \cdot \frac{1}{R_i + R_L}$$

$$\approx M \cdot \frac{di_{stör}}{dt} \cdot \frac{1}{R_i} \quad \text{bzw.}$$

$$I_{Lstör} = j\omega M \cdot I_{stör} \cdot \frac{1}{R_i + R_L} \\ \approx j\omega M \cdot I_{stör} \cdot \frac{1}{R_i} \quad (7)$$

Im Gegensatz zur kapazitiven Kopplung ist die Störung durch

einen niedrigen Innenwiderstand  $R_i$  der Signalspannungsquelle nicht zu reduzieren. Die Terme in (5) und (6), die die Widerstände der Masche enthalten, verschwinden aber mit sehr hohem  $R_i$ , also bei Stromübertragung. Dann fällt die induzierte Störspannung vollständig am Innenwiderstand  $R_i$  ab. Der Störanteil im Eingangsstrom wird Null mit  $R_i \rightarrow \infty$ . Auch die magnetische Störung ist reduzierbar:

1. Verringern der Gegeninduktivität  $M$  durch

– Vergrößern des Abstandes zwischen den sich störenden Maschen,

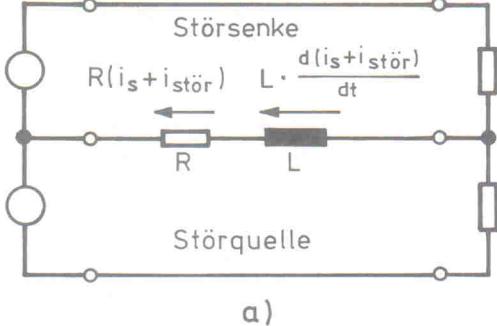
– Verkleinern der Schleifenfläche beider Maschen durch räumlich benachbarte Verlegung von Hin- und Rückleiter oder Verkürzung der Leitungen,

– Verdrillen der Hin- und Rückleiter beider Maschen (die Richtung der magnetischen Erregung ändert dann in der gestörten Schleife über die Länge ständig das Vorzeichen, so daß der resultierende Fluß gering ist),

– magnetische Abschirmung mit Materialien, die ein hohes  $\mu_r$  und eine niedrige Koerzitivfeldstärke besitzen wie Permalloy oder Mu-Metall. Bei hohen Frequenzen wirkt auch eine elektrostatische Abschirmung als magnetischer Schirm. Die erzeugten Wirbelströme kompensieren die Magnettfeldänderung (Beispiel: Abschirmbecher für HF-Schwingkreise in Rundfunkgeräten).

2. Verringern der Änderungsgeschwindigkeit des Störstromes durch den Einsatz von Bauelementen mit niedrigerer Grenzfrequenz oder mit Hilfe von Tiefpassen.

3. Stromübertragung durch einen möglichst großen Innenwiderstand der Quelle.



a)

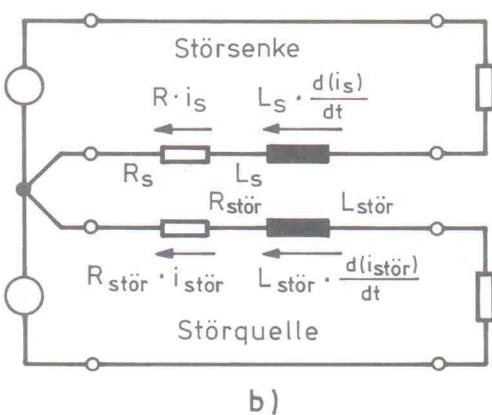


Bild 8: Durch Impedanzkopplung hervorgerufene Störspannung (a). Vermeiden des Effektes durch getrennte Rückleitungen (b).

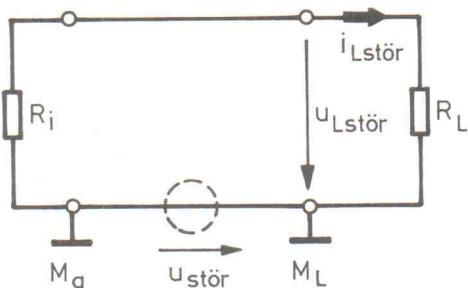


Bild 9: Signalkreis mit als Spannungsquelle modellierter Störung aus der Impedanzkopplung.

#### 4. Streng symmetrische Anordnung der Schaltung.

Zur Diagnose bringt man nach Möglichkeit den Störstrom – aber nicht die Störspannung – in der störenden Masche zum Beispiel durch Abschalten der Lastwiderstände gegen Null. Die magnetisch in die gestörte Schleife eingekoppelte Störspannung muß verschwinden, nicht aber die kapazitiv eingekoppelte. Bei mehreren störenden Quellen können nacheinander die einzelnen Einflüsse erkannt werden.

### Impedanzkopplung

Die Impedanzkopplung wird meist galvanische Kopplung genannt. Diese Bezeichnung ist irreführend und sollte deshalb nicht verwendet werden, da dieser Effekt auch trotz galvanischer Trennung auftreten kann. Kopplungsursache ist ein in der Regel komplexer Widerstand; der Begriff 'Impedanzkopplung' ist daher sinnvoller. Der englische Begriff 'common-impedance coupling' trifft den Zusammenhang präzise.

Bild 8a zeigt die Einkopplung einer Störspannung aus einer Masche in eine andere durch Impedanzkopplung. Die der Störquelle und -senke gemeinsame Leitung stellt die Koppelimpedanz dar. Im Verhältnis zur Wellenlänge kurze Masse- und Versorgungsleitungen können näherungsweise durch ein Modell, bestehend aus einer Reihenschaltung eines Widerstandes  $R$  und einer Induktivität  $L$  (mit ca. 1 nH/mm), beschrieben werden. Beide Maschen lassen sich auch als Ersatzschaltung für Schaltungen mit mehreren Maschen und Knoten auffassen.

In der Praxis äußert sich diese Kopplung häufig in dem Phänomen, daß die Massepotentiale von Signalquelle und -senke verschieden sind. In Bild 9 ist dies durch eine Störspannungsquelle  $U_{stör}$  zwischen den betrachteten Massepunkten modelliert. Ihr Innenwiderstand

wird durch die im Verhältnis zu den übrigen Impedanzen des Störkreises (Bild 8) im allgemeinen niederohmige Masseimpedanz dargestellt. Das Störssignal an  $R_L$  beträgt bei Spannungsübertragung ( $R_i \ll R_L$ ):

$$U_{Lstör} = U_{stör} \cdot \frac{R_L}{R_i + R_L} \approx U_{stör} \quad (7)$$

bei Stromübertragung ( $R_i \gg R_L$ )

$$I_{Lstör} = U_{stör} \cdot \frac{1}{R_i + R_L} \approx U_{stör} \cdot \frac{1}{R_i} \quad (8)$$

Die Impedanzkopplung läßt sich reduzieren durch:

1. Verringern der Ströme und/oder ihrer Stromansteiggeschwindigkeit aus anderen Schaltungen, die an der gemeinsamen Impedanz, der Koppelimpedanz, zur Spannung  $U_{stör}$  führen.

2. Verringern der Koppelimpedanz durch Verwendung getrennter Leitungen und die Verbindung beider Maschen nur in einem Punkt, dem Sternpunkt (Bild 8b). Eine günstige Lage des Sternpunktes ergibt sich oft zwangsläufig.

3. Stromübertragung mit  $R_i \rightarrow \infty$ .

### Dilemma

Gleichungen (3) bis (8) fordern entgegengesetzte Maßnahmen: Bei der kapazitiven Kopplung wird ein Störstrom (hochohmig) eingeprägt, der durch die Widerstände im Signalkreis kaum in seiner Größe, wohl aber durch das Verhältnis  $R_i/R_L$  in seinem Verlauf beeinflußt werden kann. Mit der Spannungsübertragung (und  $R_i \rightarrow 0$ ) kann die Störung reduziert werden. Bei der induktiven Kopplung und der Impedanzkopplung wird eine Störspannung (niederohmig) in den Signalkreis eingeprägt. Sie kann mit einer Stromübertragung (und  $R_i \rightarrow \infty$ ) unschädlich gemacht werden. Da die kapazitive Kopplung gut durch Schirmung zu be-

**TARGET V3 für Windows**

Datei Bearbeiten Gestalten Effekte Text Anordnen Ansicht Option

**Schnell von der Idee zur Platine**  
Schaltplan Platine Autorouter

**NEU!**

**TARGET V3 für Windows**

**Platinen CAD**  
komplett in Deutsch!

Info gratis!	TARGET V3 Vollversion nur DM 910,-	Info gratis!
o	TARGET V3 Light (Euro-Karte) DM 298,-	o
o	TARGET V3 Demo DM 25,-	o
o	DOS-Version weiterhin erhältlich !	o
o	RULE 1.2dM Platinen-Editor ab DM 179,-	o

<b>A</b>	RIBU-Elektronik GmbH Mühlgasse 18, A-8160 Weiz Tel.: (0 31 72) 64 80 Fax.: (0 31 72) 66 69	<b>CH</b>	Hess HF-Technik Bern Allmendstr. 5, CH-3014 Bern Tel.: (0 31) 331 02 41 Fax.: (0 31) 331 68 36
----------	--	-----------	--

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



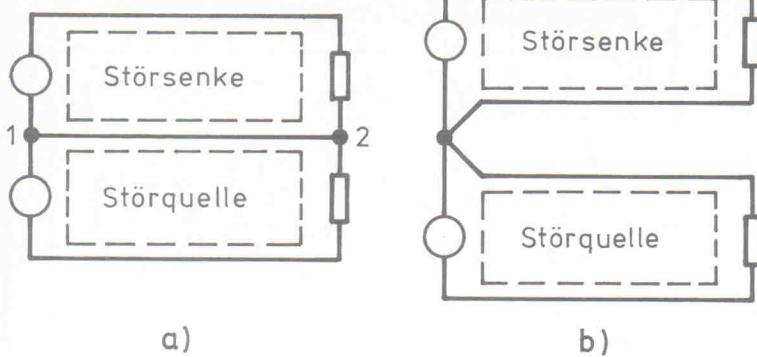
**TWK**

IS 600 ■ ID 36 ■ ID 580

Weg-Meßbereich  $\pm 10$  mm ■ Winkel-Meßbereiche bis  $105^\circ$  ■ Kalibriert mit integrierter Elektronik Ausgänge 0(4) bis 20 mA oder 0 bis 10 VDC oder  $\pm 10$  VDC

**TWK-ELEKTRONIK GMBH**

40041 Düsseldorf ■ Postfach 105063 ■ Heinrichstr. 85  
Tel.(0211)632067 ■ Fax(0211)637705 ■ Telex 8 586 683



**Bild 10:**  
Verdeutlichung  
der Stromanalyse  
für das angegebene  
Beispiel.

Impedanz, der Koppelimpedanz, darstellen, werden möglichst weit aufeinander zu verschoben. Die Verschiebung der Knotenpunkte führt zu drei möglichen Ergebnissen:

1. Die Knoten fallen zusammen zum Beispiel bei Leitungsimpedanzen (Bild 11a); dieser gemeinsame Punkt wird häufig als Sternpunkt bezeichnet.

2. Beide Maschen erhalten je einen Massebezugspunkt oder Untersternpunkt, die durch eine (kurze) Leitung verbunden werden (Bild 11b). Dies ist dann von Vorteil, wenn die störende Masche ein sehr hohes  $dI/dt$  enthält und die Senke empfindlich auf Störspannungen reagiert; die räumliche Ausdehnung eines gemeinsamen Knotens im Layout kann bereits eine unzulässig hohe Koppelimpedanz erzeugen. Ströme können durch eine Hierarchie der Sternpunkte und mit Hilfe der Leitungsimpedanzen 'kanalisiert' werden. Sie fließen nun kontrolliert und damit vorhersehbar.

3. Die Knoten können nicht zusammenfallen wie zum Beispiel bei Abblockkondensatoren.

Mit den dargestellten Methoden lassen sich auch allgemeine Hinweise gewinnen, zum Beispiel für die optimale Plazierung von Bauelementen oder die Auslegung der Leitungsführung, insbesondere der Gestaltung des Masse- und Versorgungssystems. Die Methoden kann man auch auf Probleme anwenden, wie sie bei der Verbindung einer Baugruppe oder eines Gerätes mit externen Quellen – etwa der Netzspannung – oder einem anderen Gerät auftreten. Dies zeigen die nächsten Folgen, die sich mit der Abblockung elektronischer Schaltungen und dem Masse- system beschäftigen. cf

herrschen ist, stellt die Stromübertragung eine geeignete (aber wenig genutzte) Maßnahme gegen die magnetische und die Impedanzkopplung dar.

## Stromanalyse

Das wichtigste Werkzeug zur Untersuchung der Impedanzkopplung ist die 'Stromanalyse'. Die Kopplung kann in komplexen Schaltungen sehr unübersichtlich werden. Mit der Stromanalyse können die Kopplungsmechanismen sichtbar und damit durchschaubar gemacht werden. Sie ist auf das Schaltbild zur Planung eines störsicheren Schaltungsaufbaus, aber auch auf das Layout oder den Verdrahtungsplan zur Kontrolle der EMV-Maßnahmen oder des Aufbaus anwendbar.

Zur Stromanalyse beschreitet man folgenden Weg: Die Ströme aller Maschen einer Schaltung werden in ihrem geschlossenen Umlauf und für beide Stromrichtungen zur Analyse in das Schaltbild und zur Kontrolle in das Layout oder den Verdrahtungsplan eingetragen. Die Leitungsimpedanzen können hierfür meist mit Null angenommen werden. Gleich- und Wechselströme lassen sich getrennt betrachten. Die Regel besagt: Fließen in einem Leitungselement Ströme aus zwei oder mehr Maschen, so sind die Maschen über die Impedanz

dieses Leitungselementes miteinander verkoppelt.

Nun kann entschieden werden, ob eine Verkopplung dieser Maschen als kritisch einzustufen ist und durch welche Maßnahmen man die den Maschen gemeinsame Leitungsimpedanz verringern kann. Nach der Fertigstellung des Layouts oder der Verdrahtung kann der Störabstand einer jeden Masche abgeschätzt oder berechnet werden. Mit etwas Erfahrung in der Anwendung dieser Methode kann man unterscheiden, welche Maschen eines Entwurfs als kritisch einzustufen sind und welche Ströme vernachlässigt werden können. Damit beschränkt sich der Analyseaufwand.

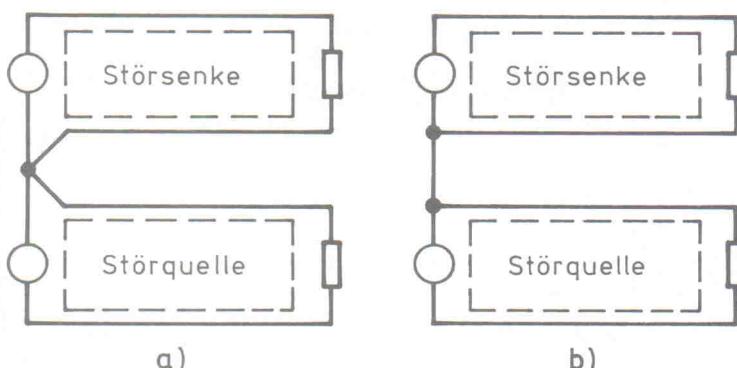
Bei der Anwendung der Stromanalyse werden die Umläufe für den idealisierten Fall, also unter Vernachlässigung der Leitungsimpedanzen, eingezeichnet. Trotzdem lassen sich Kopplungen richtig und vollständig erkennen. Dies ist ein großer Vorteil des Verfahrens. Maschenumläufe müssen geschlossen gezeichnet werden, sonst können aus der Analyse falsche Schlüsse gezogen und Kopplungen mit nicht betrachteten Zweigen nicht erkannt werden. Signalströme schließen sich meist – auch bei ICs – über die Versorgungs- und Masseleitungen. Deshalb müssen von integrierten Schal-

tungen auch Schaltungseinheiten im IC bekannt sein. Die Umläufe sind im allgemeinen für beide Stromrichtungen unterschiedlich, wie sich später noch zeigt.

Gleichstrompfade schließen sich nur über die jeweiligen Versorgungsspannungsquellen; dies ist bei Schaltungen empfindlicher Gleichspannungsverstärker zu berücksichtigen. Wechselstrompfade können sich sowohl über Versorgungsspannungsquellen als auch über Entkopplungskondensatoren (Abblockkondensatoren) schließen.

Wendet man die Stromanalyse auf das Beispiel nach Bild 8 an, so wird im Schaltbild 10a auch ohne eingezeichnete Leitungsimpedanzen sichtbar, daß die gemeinsame Leitung von Strömen aus beiden Maschen durchflossen wird und damit beide Maschen miteinander verkoppelt; ihre Impedanz ist die Koppelimpedanz. Verbindet man nun beide Maschen nur noch an einem Punkt, ist die Beeinflussung beseitigt (Bild 10b).

Eine Analyse der in den Bild 8 und 10 angewandten Vorgehensweise, die impedanzgekoppelten Maschen zu entkoppeln, führt zur Formulierung der 'Methode der Verschiebung der Knotenpunkte': Die beiden Knoten, die die Enden des Zweiges mit der gemeinsamen



**Bild 11:**  
Verschiebung der  
Knotenpunkte:  
zwei Möglichkeiten  
zur Eliminierung  
des Einflusses von  
Leitungsimpedanzen.

## Literatur

- [1] Franz J., John W., Eine Methode zur Erkennung der Störbeeinflussung durch Widerstandskopplung, etz, Band 110, Heft 16, 1989
- [2] Brokaw P., An I.C. Amplifier Users Guide To Decoupling And Making Things Go Right For A Change, Application Note Analog Devices
- [3] Sax H., HiFi im Fernsehgerät, Funkschau 24 ...26, Franzis Verlag 1981



MICROSOFT  
WINDOWS.  
COMPATIBLE



It runs with  
NetWare®



Available  
and Ready

for OS/2



# Das Hardlock Softwareschutz-System.

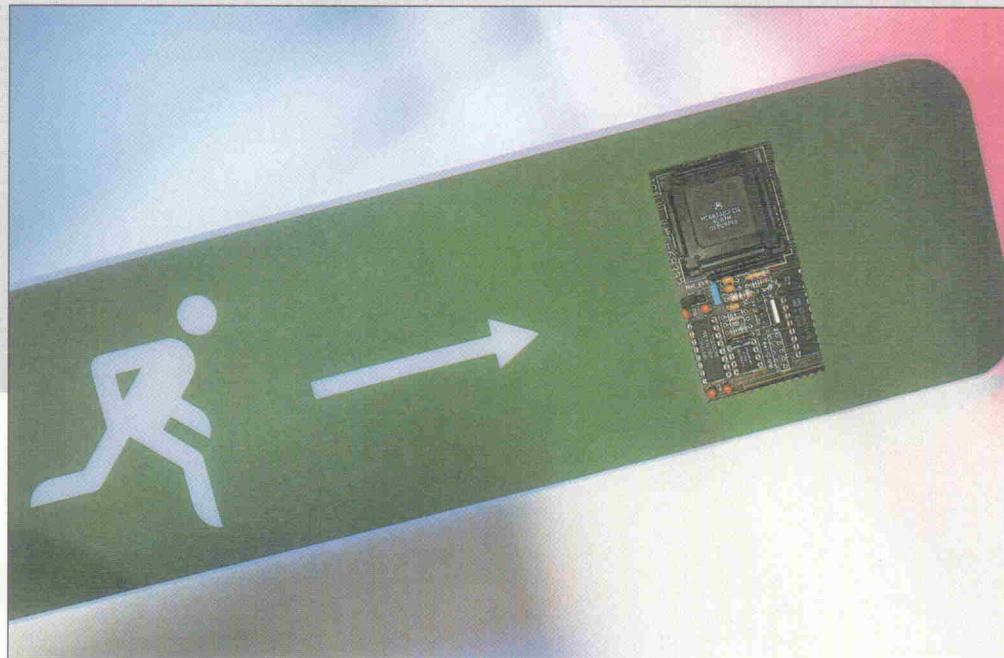
## Universell und individuell.

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

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

# Noteingang

## Background-Debug-Modus des MC 68332



**Dipl.-Inform.  
Josef Fuchs**

**Das Controllerboard ist frisch bestückt, man schaltet ein und ... kein Lebenszeichen. Wer in dieser Situation einen Controller aus Motorolas CPU32-Familie im Sockel stecken hat, kann den Noteingang nehmen und nach dem Befinden des Boards fragen. Der Background-Debug-Mode (BDM) ermöglicht die Kontrolle des Prozessors per PC und serieller Schnittstelle. Aber auch ohne Notfall hilft der Noteingang weiter: zur Programmierung von Flashspeichern oder gar EPROMs on board.**

Dipl.-Inform. Josef Fuchs studierte an der TU München Informatik/Elektronik. Er ist bei Motorola seit 1986 für die M68000-Familie zuständig. In den letzten Jahren lag sein Schwerpunkt auf den 32-Bit-Controllern aus der M68300-Familie.

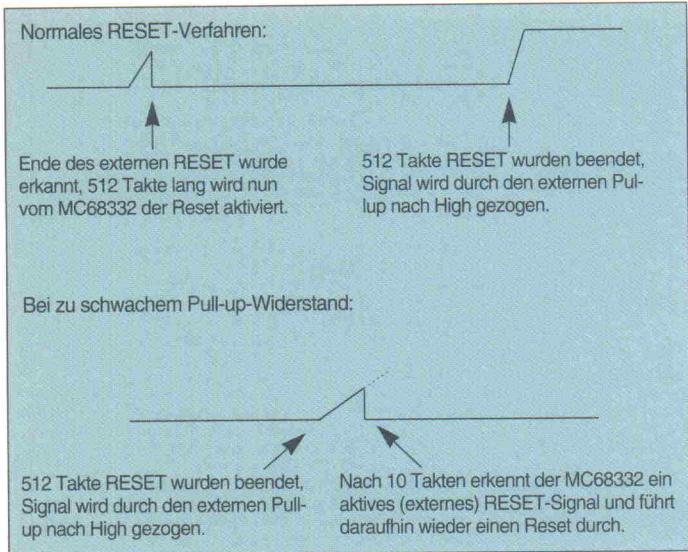
**E**in 10poliges Flachbandkabel, die kleine Interfaceschaltung aus *ELRAD* 11/94 und etwas Software öffnen Tür und Tor zur CPU32. Eine mit SMD-Bauteilen bestückte Platine kann zum Beispiel am Ende der Fertigung per BDM getestet werden, und bei dieser Gelegenheit läßt sich gleich ein Programm für die Zielanwendung in die Flash-Bausteine schreiben. Oder der Belebungsversuch eines toten Boards: Zunächst überprüft man erst einmal den Speicher mit der speziellen Terminalsoftware BD32. Kurzschlüsse (Lötbrücken) zwischen Daten oder Adreßleitungen lassen sich leicht aufspüren, denn auch mit defektem Speicher ist der BDM trotzdem voll funktionsfähig, und man nimmt durch die 'Hintertür' direkt mit der CPU Verbindung auf. Die erforderliche Software ist in der *ELRAD*-Mailbox erhältlich, und alle folgenden Beispiele und Beschreibungen sind auf das Programm BD32 abgestimmt. Allerdings gibt es auch Situationen, in denen der BDM nicht auf Anhieb funktioniert. Daher zunächst eine kurze Erläuterung über die Ursachen von Totalverweigerern und Abhilfemöglichkeiten.

Als Grundvoraussetzung benötigt der Controller eine einwandfreie Versorgungsspannung und den Systemtakt. Um überhaupt anzulaufen, darf sich die CPU natürlich nicht im Reset-Zustand befinden. Sollte also der BDM nicht auf Anhieb arbeiten, so sind als erstes Spannung, Takt und RESET zu überprüfen. Besonderes Augenmerk ist dabei auf RESET zu richten: dieser Pin ist bidirektional, er kann deshalb sowohl einen externen Reset erkennen als auch einen Reset nach außen generieren. Das hat zur Folge, daß extern ein Open-Drain Treiber (mit Pull-up) zum Einsatz kommt. Liegt nun ein externer Reset an, so wartet der Controller als erstes auf die steigende Flanke dieses Signals. Der Controller sorgt selbsttätig dafür, daß das Reset-Signal für mindestens 512 Takte low ist. Der RESET-pin ist während dieser Zeit ein Open-Drain-Ausgang. Sobald nun der Controller dieses Signal wieder deaktiviert, zieht der externe Pull-up das Signal auf High (Bild 1).

Durch die unvermeidlichen Kapazitäten auf der Leitung benötigt der RESET-Pin einen Moment, bis er korrekten High-Pegel erreicht hat. Damit der

Controller während dieser Zeit keinen externen Reset erkennt, ignoriert er den Pin intern für die Dauer von zehn Takten. Erst danach ist der RESET-Pin wieder 'scharf'. Der externe Pull-up-Widerstand muß den Pin also in weniger als zehn Takten korrekt nach High gezogen haben. Liegt nach diesen zehn Takten kein einwandfreier High-Pegel an, so erkennt der Controller einen (erneuten) externen Reset. Ein Pull-up von  $10\text{k}\Omega$  ist nicht in der Lage, eine genügend kurze steigende Flanke zu generieren. Selbst ein Wert von  $2\text{k}\Omega$  kann eventuell schon zu hoch sein, wenn die Kapazität der Leitung und der Bausteine an der RESET-Leitung höher ist. Aus diesem Grund sollte der Pull-up an der RESET-Leitung einen Wert von nicht mehr als  $1\text{k}\Omega$  aufweisen. Das erhöht übrigens nicht die Verlustleistung, denn im Betrieb ist die RESET-Leitung immer high.

Unter bestimmten Umständen aktiviert der Controller RESET länger als 512 Takte. RESET wird erst dann inaktiv, wenn der Systemtakt stabil anliegt. Solange der Takt nicht stabil läuft und deshalb die PLL nicht 'einstellt', bleibt der RESET aktiv.



**Bild 1. Verlauf der RESET-Signale mit normalem und zu schwachem Pullup.**

Die CPU kann keinen sauberen Takt generieren, wenn zum Beispiel der Kondensator am XFC-Pin fehlt, oder aber die Versorgungsspannung extrem gestört ist. Auch eine fehlerhafte Be- schaltung des Quarzoszillators verhindert ein korrektes An- schwingen. Der Quarz muß mit Kondensatoren von ungefähr 20 pF nach Masse beschaltet werden. Bei so kleinen Werten spielt aber das Layout des Boards selbst eine große Rolle. Auch kurze Leitungen weisen Kapazitäten von bis zu 10 pF auf. Die Gesamtkapazität aus Kondensator, Leiterbahnen und Fassung darf 30 pF nicht über- schreiten, sonst ist ein korrektes Anschwingen des Oszillators nicht gewährleistet.

## Bauchlandung

Sind die Minimalanforderungen berücksichtigt, steht dem Einsatz des BDM fast nichts mehr im Wege. Allerdings passieren vor der Kommunikation über den BDM bereits einige Dinge in der CPU. Ist nach dem Reset bereits der Breakpoint-Pin aktiv, so macht die CPU als erstes fünf Speicherzugriffe (bei 16 Bit breitem Speicher), bevor eine Kommunikation per Back- ground-Interface möglich ist. Als erstes liest die CPU den Inhalt der Speicherzellen 0 und 2 und lädt diesen Wert in den Supervisor-Stackpointer. Dann wird der PC mit dem Inhalt der Speicherzellen 4 und 6 geladen. Basierend auf diesem Wert (Reset-Vektor) wird nun der erste Befehl gelesen (aber noch nicht ausgeführt). Und genau hier kann ein Problem liegen:

Die Speicherzellen 0...7 können problemlos gelesen werden, denn für diesen Speicherbereich ist ein Chip-Select definiert. (Das Chip-Select-Boot ist nach dem Reset ab der Adresse 0 für ein Megabyte definiert). Aber der fünfte Zugriff verwendet die Adresse, die vorher gelesen worden ist.

Ist nun im System kein EPROM vorhanden, liest eine CPU ohne externe Beschaltung wegen der internen Pull-up-Widerstände am Datenbus immer \$FFFF. Dieser Wert wird verwendet, um den fünften Speicherzugriff auszuführen. Für diese Adresse gibt es wahrscheinlich kein Chip-Select, und deshalb kann der Buszugriff nicht ausgeführt werden. Bevor aber der Buszugriff nicht korrekt beendet wird, ist eine Background-Kommunikation nicht möglich, denn der BDM kann nur zwischen zwei Befehlen (und damit nur zwischen zwei Buszyklen) aktiviert werden. Üblicherweise sorgt ein Buserror-Monitor dafür, daß ein Busfehler (BERR) erzeugt wird. Der interne Busmonitor ist aber zu diesem Zeitpunkt noch nicht aktiviert. Bleibt nur die Möglichkeit, das Signal BERR, das auch am BDM-Stecker anliegt, extern zu erzeugen. Leider unterstützt BD32 (zumindest in der aktuellen Version) dieses Signal nicht. Ein externer Watchdog im Background-Interface könnte diese Funktion erfüllen. Eine andere relativ einfache Lösung besteht darin, D0 unbeschaltet zu lassen. Wegen des High-Pegels auf D0 liest die CPU eine ungerade Adresse als Reset-Vektor, was zu einem 'doppelten Bus-

fehler' führt, der sofort (noch vor dem fünften Zugriff) den BDM aktiviert. Das funktioniert aber nur dann, wenn aufgrund der Zugriffe an die Adressen 4 und 6 kein Speicher aktiviert wurde, denn sonst wird der Wert aus dem Speicher gelesen.

## µC-Terminal

Im Normalfall benötigt BD32 lediglich die Information, an welcher PC-Schnittstelle das Interface steckt, zum Beispiel LPT1. Dazu dient der Befehl 'Port LPT1 n'. Alternativ kann man den Port auch in der Konfigurationsdatei BD32.CFG festlegen. Der Parameter 'n' stellt den 'Delay-Faktor' ein, im Normalfall 0. Es gibt allerdings manche PC-Kompatible, die mit dem Wert 0 Probleme machen. BD32 erzeugt per Software am Parallelport des PC ein Taktsignal und die zugehörigen Datensignale mit Frequenzen bis zu einigen hundert Kilohertz. Leider weisen manche Printerports Open-Collector-Ausgänge mit Pull-ups auf, die die steigende Flanke sehr langsam machen. Wird nun das Signal wieder auf Low gezogen, noch bevor es den High-Pegel richtig erreicht hat, sieht der Controller ständig low anstatt eines Taktes. Die Kommunikation ist verhindert. Die Be- schaltung des Printerports ist selten bekannt, deshalb empfiehlt sich Ausprobieren zur Ermittlung des richtigen Delay-Faktors. Alternativ hilft auch die Begutachtung der Signale mit einem Speicherscope. Der Delay-Faktor ist dann soweit zu reduzieren, bis einwandfreie Pegel anliegen beziehungsweise bis die Kommunikation fehlerfrei arbeitet. Es gibt 'PC-Kompatible', die einen Faktor von 100 benötigen. Je höher der Faktor, um so geringer der Takt, und damit sinkt natürlich der Daten- durchsatz. Dieser Engpaß macht sich weniger beim Debuggen als vielmehr beim Download größerer Programme bemerkbar.

## Verzögerungstaktik

Für den Delay-Faktor ist auch die maximale Taktrate zur be- rücksichtigen, die der Controller toleriert. Diese ist mit der halben Systemfrequenz angegeben. Bei üblichen Frequenzen von 16 MHz ist damit eine Übertragungsrate von bis zu 8 MBit/s möglich. Die kann ein PC natür- lich nicht in Software erzeugen. Allerdings läßt sich die Systemfrequenz des Controllers auch

per Software auf bis zu 130 kHz reduzieren. Die Background-Datenrate sinkt dann auf maxi- mal 65 kHz. Dann ist ein Delay-Faktor von 10 oder mehr zu ver- wenden. Leider läßt sich für die- sen Delay-Faktor keine allgemeingültige Formel angeben, da dieser Wert lediglich die Länge einer Software-Warte- schleife im PC bestimmt. Deren Ausführungszeit hängt unter anderem von Prozessortyp, Fre- quenz, Cache- und Speicherge- schwindigkeit ab. Daher empfiehlt sich die Trial-and-Error- Methode oder die direkte Begutachtung des Taktsignals per Speicherscope.

## Automatik

Häufig wiederkehrende Abläufe lassen sich für BD32 als Makro ('Do-File') ablegen und später mit nur einem Kommando kom- plott ausführen. So kann ein Do-File die vollständige Initialisierung des Bausteins enthalten. Das Do-File funktioniert ähnlich wie ein Batch, der einzelne Kommandos in BD32- Syntax enthält. Ein Aufruf die- ser Textdatei führt die Kom- mandos der Reihe nach aus: Hier ein Beispiel zur Initialisie- rung der KAT-Ce:

```
* zuerst den Busmonitor einschalten!
mm $FFFA21;b
06.
* Busmonitor muß auch im BDM aktiv
* sein: Im MCR FRZBM auf 0 setzen
mm $FFFA00
*$FFFA00 && (!$4000).
* Taktfrequenz auf 16 MHz einstellen
mm $FFFA04
$7f08.
* Breite der Chip-Selects (Boot, 0 ...
4) auf 16-Bit einstellen
mm $FFFA44
$FFF.
* CS für RAM0 und RAM1 aktivieren
mm $FFFA4C;L
$20073C30
$20075C30
$10073C30
$10075C30.
```

Schon in dem kleinen Beispiel zeigt BD32 seine Stärken: Statt absoluter Werte kann man auch einen komplexen Ausdruck in 'C'-Notation angeben, wie hier an der Adresse \$FFFA00 gezeigt. Mit dem Pointer \*\$FFFA00 wird der Inhalt der Adresse gelesen, dann mit Not- \$4000 (= \$FFFF) UND-ver- knüpft und dann wieder zurück- geschrieben. Ein Punkt schließt die einzelnen 'MM'-Komman- dos ab.

## Zubehör

Die BD32-Kommandos sind durch 'target-residente Treiber' erweiterbar. Das sind CPU32-

Programme, die mit BD32 kommunizieren. So ein CPU32-Programm wird als erstes in den Speicher des Zielsystems geladen und dann gestartet. Der PC dient der CPU32 dann als Ein-/Ausgabestation. So lassen sich zum Beispiel Texte auf den Bildschirm ausgeben, Eingaben von der Tastatur übernehmen, Werte in eine Datei schreiben oder daraus lesen.

Als Beispiel dient ein einfacher Treiber, der einzelne Zeichen von der seriellen Schnittstelle des MC68332 empfängt und auf dem Bildschirm des PC ausgibt (Listing 1). Die Grundinitialisierung des MC68332 muß bereits vorher erfolgen, entweder manuell oder durch ein Do-File. Der Treiber muß dann nur noch die serielle Schnittstelle initialisieren und jedes Zeichen, das ankommt, an den PC weitergeben. Weil die Ladeadresse des Treibers erst kurz vor der Ausführung feststeht, muß man ihn immer positionsunabhängig (relokativ) schreiben. Alle Daten, die im Programmcode adressiert werden, sind PC-relativ zu adressieren. Ebenso muß im ersten Langwort des Treibers dessen Startadresse stehen, also ein Pointer auf den ersten Befehl. Als erstes wird eine Zeichenkette ausgegeben, die an der Adresse 'STRING' definiert ist. Adressregister A0 enthält einen Pointer auf diesen String, und in Datenregister D0 wird die Funktionsnummer – in diesem Fall 'Ausgabe String' – geladen. Mit 'BGND' geht der Controller dann in den Background-Modus. Das Programm BD32 im PC stellt den Wechsel an der Freeze-Leitung fest. Normalerweise würde das als Breakpoint interpretiert und die Ausführung angehalten. Es ist aber bekannt, daß ein target-residenter Treiber läuft, deshalb zeigt 'BGND' an, daß die CPU eine Anforderung an BD32 gerichtet hat. BD32 liest nun als erstes den Inhalt von D0 und sieht daran, daß ein String auszugeben ist, dessen Adresse in A0 steht. Daraufhin liest BD32 Adressregister A0 und schreibt die Zeichen ab dieser Adresse auf den Bildschirm, bis mit \$00 das Stringende erreicht ist.

Wenn das Kommando vollständig abgearbeitet ist, startet der PC den MC68332 per 'GO'-Kommando. Das Programm läuft nun weiter und wartet, bis an der seriellen Schnittstelle ein Zeichen erkannt wird. Dieses wird gelesen und an den PC

übergeben, der dieses Zeichen auf dem Bildschirm ausgibt. Als Abbruchbedingung wurde in dieses Programm 'Control-Z' eingebaut. Sobald der Treiber dieses Zeichen erkennt, beendet er sich. Durch 'ESC' kann der Treiber aber auch vom PC aus jederzeit beendet werden.

Um zum lauffähigen Programm zu gelangen, ist der Treiber erstmal zu assemblynieren. Dafür eignet sich zum Beispiel der Freeware-Assembler 'AS32', der ebenfalls in der *ELRAD*-Mailbox verfügbar ist. Das entstehende S-Record muß nun umbenannt und mit der Endung '.D32' abgelegt werden (zum Beispiel SCI.D32). An dieser Endung erkennt BD32, daß es sich um einen Treiber handelt. Bevor der Treiber zum Einsatz kommen kann, muß er in einen freien RAM-Bereich des Zielsystems geladen werden. Die Adresse spielt dabei keine Rolle. Das Beispielprogramm nutzt das interne RAM des MC68332, das zuvor per BD32 aktiviert und auf die Adresse \$200000 gelegt wird:

mm \$FFFFB04  
\$2000.

Mit 'driver \$200000' teilt man BD32 die Zieladresse des Treibers mit und startet ihn durch Eingabe des Treibernamens (Dateiname ohne Endung), also zum Beispiel 'SCI'. Da BD32 dieses Kommando nicht kennt, sucht es automatisch nach einem target-residenten Treiber mit diesem Namen (also nach dem File 'SCL.D32'). Die Suche erfolgt auf der Festplatte im aktuellen Directory und im BD32-Directory. Ist SCI.D32 gefunden, wird das Programm in den Controller geladen und gestartet. Jedes Zeichen, das an der SCI des MC68332 ankommt, erscheint nun auf dem Bildschirm.

In ähnlicher Weise lassen sich beliebige Treiber schreiben, beispielsweise ein Prüfprogramm, das auf dem Board verschiedene Tests durchführt und die Ergebnisse in einer Datei speichert. Die Arbeitsgeschwindigkeit dieser Treiber hängt allerdings nicht von der CPU32 ab, sondern wird maßgeblich vom PC bestimmt, denn dieser muß auf Anforderung reagieren und bestimmte Aktionen ausführen. Der PC kann also nur eine bestimmte Anzahl 'Treiber-Anforderungen' pro Sekunde bedienen. Dieser Wert hängt wieder ausschließlich vom verwendeten PC ab, liegt in der

```
* Als erstes benötigen wir einige Konstanten:
SCCR0 EQU $FFFC08 SCI Control Register 0 (Baudrate)
SCCR1 EQU $FFFC0A SCI Control Register 1
SCSR EQU $FFFC0C SCI Status Register
SCDR EQU $FFFC0E SCI Daten Register
RDRF EQU 6 "Receiver Data Register Full" Flag
* Dann werden einige Konstanten für die BDM-Kommunikation benötigt
BD_QUIT EQU 0 Ende des Treibers
BD_PUTS EQU 1 String auf Bildschirm ausgeben
BD_PUTCH EQU 2 ein Zeichen auf den Bildschirm ausgeben

* Der Anfang des Treibers muß mit einem Pointer beginnen
DC.L BDM_SCI Anfangsadresse
* Der folgende String soll am Anfang angezeigt werden
STRING DC.B 'Testprogramm SCI + BDM'
DC.B $D,$A,0 CR+LF+Stringende
DS.W 0 Weiter auf gerader Adresse

BDM_SCI LEA.L ($STACK,PC),A7 Stackpointer laden
LEA.L ($STRING,PC),A0 Adresse des Ausgabestrings
MOVEQ #BD_PUTS,D0 String schreiben
BGND PC führt das Kommando aus
INIT_SCI MOVE.W #$55,SCCR0 Baudrate definieren 9600 Baud
MOVE.W #$4,SCCR1 Receiver einschalten
* Ab sofort empfängt die Schnittstelle Daten
WAIT_DATA MOVE.W SCSR,D0 Statusregister lesen
BTST #RDRF,D0 sind neue Daten angekommen?
BEQ WAIT_DATA wenn nicht, dann warten
MOVE.W SCDR,D1 Zeichen lesen
CMP.W #$1A,D1 Control-Z gelesen?
BEQ.B ENDE wenn ja, Ende des Treibers
MOVEQ #BD_PUTCH,D0 Zeichen schreiben
BGND PC führt das Kommando aus
BRA WAIT_DATA nächstes Zeichen
ENDE MOVEQ #BD_QUIT,D0 Kommando "Ende Treiber"
BGND PC führt das Kommando aus
* für den Stack muß noch Platz reserviert werden
DC.L 20 z.B. Stackgröße 20 Langworte
STACK DC.L 0
```

**Listing 1. Target-residenter Treiber für das Serial Communication Interface der CPU32.**

Praxis aber oft unter 100 Anforderungen pro Sekunde. Zu beachten ist außerdem, daß der Controller sich im BDM befindet und damit steht, während der PC seine Anforderungen ausführt.

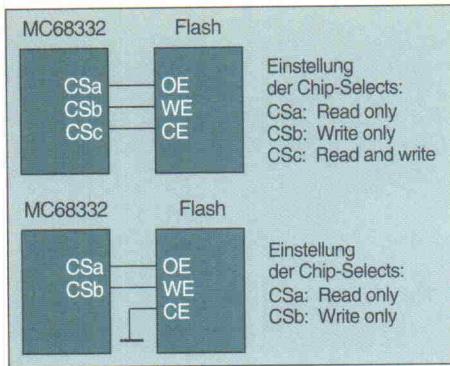
## Flash blitzschnell programmiert

Ein Treiber kann ebensogut Flash-EPROMs programmieren und natürlich auch wieder löschen. Die Vorgehensweise soll am Beispiel des Flash-Bausteins 29F010 genauer betrachtet werden. Für andere Bausteine ist der Treiber gegebenenfalls zu modifizieren. Das sollte nach den folgenden Beispielen kein Problem darstellen. Um die Programmierung zu ermöglichen, muß natürlich der Programmier-Eingang des Flash-Bausteins mit einem Chip-Select-Ausgang des MC68332 verbunden sein. Dabei müssen beim Lesen aus dem Flash die beiden Signale CS und OE, beim Schreiben CS und WE aktiviert werden. Das kann entweder durch drei Chip-Selects geschehen (eines pro Signal) oder aber durch zwei Chip-Selects, wobei der CS-Eingang des Flash-EPROMs ständig auf Masse liegt (Bild 2). Die zweite Variante ist in der Praxis meist vorzuziehen, denn sie hat eine kürzere Zugriffszeit und spart auch ein Chip-Select.

Einiger Vorteil der ersten Variante: Da CS nicht ständig aktiv ist, fällt der Stromverbrauch etwas geringer aus.

Für den Einsatz von Flash-Bausteinen in der KAT-Ce sind die Verbindungen der Chip-Select-Logik entsprechend abzuändern. Dazu ist die vorhandene Verbindung zwischen CE und OE an den Speicherbausteinen aufzutrennen. Auch die Speicherbreite von 16 Bit ist zu berücksichtigen. Normalerweise wird für beide Bausteine nur ein Chip-Select und ein Write-Enable verwendet. Das führt dazu, daß nur 16-Bit-Werte in das Flash programmiert werden können. 8-Bit Werte können nicht geschrieben werden, denn ein Schreibimpuls aktiviert immer beide Bausteine. Im Normalfall ist das kein Problem, allerdings gibt es auch hier wieder Ausnahmen.

Der Objektcode muß im S-Record-Format vorliegen. S-Records sind ASCII-Darstellungen des Maschinencodes mit variabler Zeilenlänge. Der Treiber erzeugt die Records stückweise. Allerdings kann ein Record eine ungerade Anzahl von Bytes enthalten. Abhilfe schafft das Programm 'SREC', das die Zeilenlänge eines S-Records auf eine gerade Anzahl von Bytes abgleicht. Für 8 Bit breite Speicher stellt das selbstverständlich kein Problem dar. Ein Treiber muß



**Bild 2.**  
**Anschluß der Flash-Bausteine zum Programmieren und Löschen on board.**

Programmievorgang. So leitet man den Programmievorgang mit einem Schreibzugriff auf die Adresse \$5555 des Flash-Bausteins ein (Teil der Programmievorschrift für den Baustein 29F010). Ist aber das Chip-Select auf Adresse \$80000 eingestellt, so muß dieser Schreibvorgang auf die Adresse \$85555 erfolgen. Also ist in diesem Fall \$80000 anzugeben.

Zunächst prüft das Beispielprogramm, ob wirklich zwei oder drei Parameter übergeben wurden. Falls nicht, beendet sich der Treiber mit einer Fehlermeldung. Ist alles in Ordnung, wird die Adresse des zweiten Parameters (Filename) in das Adreßregister A0 geladen und dieses File mit dem Aufruf 'BD\_FOPEN' geöffnet. Vorher muß Register A1 noch einen Pointer auf den Modus enthalten, auch hier in 'C'-Notation. In diesem Fall also 'r', da aus dem File gelesen werden soll. Nach dem Öffnen wird in D0 ein Filepointer zurückgegeben, der für spätere Zugriffe notwendig ist. Ist das File nicht vorhanden, wird Null zurückgegeben und der Treiber ebenfalls beendet. Nach dem Öffnen wird ein dritter Parameter – falls vorhanden – mit dem Aufruf 'BD\_EVAL' eingelesen und in D1 zurückgegeben. Ist er nicht vorhanden, so wurde ein Offset von 0 voreingestellt. Adreßregister A4 dient während des gesamten Ablaufs als Offset-Register.

In DO\_SREC wird mit BD\_FREADSREC der erste S-Record gelesen und in den Buffer abgelegt. Auch kommen verschiedene Statusinformationen zurück, zum Beispiel ob das Dateiende bereits erreicht worden ist. Die Routine PROG\_REC programmiert die Daten des Buffers in das Flash. Nach dem

Programmieren dieses Buffers wird ein Punkt ausgegeben, um den Vorgang am Bildschirm verfolgen zu können. Innerhalb von PROG\_REC übernimmt PROG\_BYTIE die Schreibarbeit ins Flash. Vor dem eigentlichen Programmievorgang erfolgen drei 'Unlock-Zyklen', die das Flash in den Programmiermodus schalten. Für diese Zugriffe ist unbedingt das Offsetregister A4 zu verwenden. Nach dem Schreiben wartet eine Schleife auf das Ende des internen Programmievorgangs. Der Programmievorgang selbst dauert einige µs, und der aktuelle Status beziehungsweise aufgetretene Fehler werden am Datenbus des Flash angezeigt. Wenn alle Daten aus dem File in das Flash geschrieben sind, schließt der Treiber das File und beendet sich selbst.

Zum Abschluß bekommt BD32 vom Treiber über Datenregister D1 einen Statuscode zurück, der auf dem Bildschirm ausgegeben wird. Im Fehlerfall muß das offene File geschlossen werden. Ohne großen Aufwand kann man den einzelnen Fehlernummern auch einen Klartext zuzuordnen. BD32 gibt dazu aus einem File mit der Endung '.MSG' eine Zeile aus, die der Fehlernummer entspricht. Die erste Zeile des '.MSG'-Files enthält einen Help-Text, der immer dann angezeigt wird, wenn man das Kommando 'Help' gibt. Damit wird angezeigt, welche Treiber verfügbar sind und (wenn im '.MSG'-File ein Eintrag dazu vorliegt) wie der Aufruf aussieht. Die nächsten Zeilen enthalten dann den Klartext für den in D1 zurückgegebenen Wert.

Dasselbe Verfahren funktioniert im Prinzip auch für EPROMs, selbstverständlich nur das Pro-

deshalb unterscheiden können, ob die Flash-Bausteine 8 oder 16 Bit breit zum Einsatz kommen. Das ist unter anderem deshalb wichtig, da sich die Adressen im 8- und 16-Bit-Modus unterscheiden. Um zum Beispiel im Flash-Speicher dessen (relative) Adresse \$5555 anzusprechen, muß der MC68332 im 8-Bit-Modus diese Adresse \$5555 ausgeben, im 16-Bit-Modus jedoch \$AAAA (= \$5555 \* 2). Am einfachsten erfolgt das durch getrennte Routinen, die im folgenden den mit 'FLASHP8' (für 8 Bit Speicherbreite) und 'FLASHP16' (für 16 Bit Speicherbreite) bezeichnet sind. Ähnlich muß wegen des Adreßunterschieds beim Löschen mit zwei Routinen ('FLASHE8' und 'FLASHE16', E für 'Erase') gearbeitet werden. Alle diese Routinen sind sowohl in der Motorola-Mailbox als auch in der Ü-Mailbox verfügbar.

Anhand der Routine 'FLASHP8' kann man beispielhaft die Funktion dieser Treiber durchschauen. Bei größeren Treibern ist es sinnvoll, eine Exception-Vektortabelle anzulegen, um auf unvorhergesehene Ereignisse, wie zum Beispiel Buserror, reagieren zu können. Dafür ist am Programmanfang an der Adresse VEC\_TAB genügend Platz vorgesehen. Diese Vektor-

tabelle läßt sich nicht direkt im Assemblerprogramm anlegen, sondern erst zur Laufzeit an der Stelle INIT\_VEC, denn der Treiber muß positionsunabhängig geschrieben sein.

Das Beispiel zeigt auch, wie Parameter an den Treiber übergeben werden. Vor dem Start des Treibers legt BD32 in D0 die Anzahl eingegebener Parameter ab. Der Name des Treibers selbst ist dabei der erste Parameter. In diesem Beispiel sind also zwei oder drei Parameter notwendig (außer dem Treibernamen 'FLASHP8' wird noch der Filename für die Daten und ein eventueller Offset angegeben). Die Parameter selbst (jeder Parameter ist ein String) werden im Speicher des MC68332 abgelegt. Der Treibername ist der erste Parameter. Anschließend erzeugt man eine Tabelle von Pointern auf die einzelnen Parameter. BD32 lädt Register A0 automatisch mit einem Zeiger auf diese Tabelle, so daß die CPU32 später auf die einzelnen Parameter gezielt zugreifen kann. Der Offset muß dabei die Anfangsadresse des Flash-Bausteins enthalten. Ist er nicht angegeben, wird er mit 0 angenommen. Dieser Offset wird im Beispiel für die 'Spezialzyklen' benötigt. Diese Zyklen definieren den eigentlichen

## 8051-Emulatoren

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

- neu: Emulation bis 42 MHz unterstützt DALLAS 80C320
- neu: BICSTOP-Oberfläche: HLL-Debugger nach SAA-Standard
- neu: 32k x 72 Bit Real-Time-Trace mit 32 Bit Time Stamp

und natürlich die bewährten Eigenschaften:

- vollständige Emulation in Echtzeit ohne Einschränkungen
- unterstützt großes Spektrum von 8051-Derivaten
- EPROM-Adapter für SMD-Versionen, Mini-Module usw.
- Banking-Support mit 256k Programm-Emulationspeicher

ab **DM 2500,-**

BRENDES DATENTECHNIK GmbH • Stedinger Str. 7 • 26419 Schortens  
Telefon 04423/6631 • Fax: 04423/6685 • Büro Braunschweig: 0531/506499  
Schweiz: Bernhard Elektronik 06471/6944 • Österreich: EVK 0316/461664



**DESIGN-51 8051-Entwicklungssystem**



**DESIGN-51** 8051-Entwicklungssystem

Der DESIGN-51 ist ein Emulator Development System für Einsteiger. Er besteht aus einem preiswerten, leistungsfähigen Softwarepaket und der erforderlichen Hardware zum Entwurf von Microcontroller-Systemen der 8051-Familie. Der DESIGN-51 umfaßt 3 Komponenten:

- ✗ Unterstützung: 8051, 80C51, 8052, 80C52, (EA0)
- ✗ verfügbare Adapter: 8751, 80C451, 80C552, 80C562, 80C652, 87C751, 87C752
- ✗ bis 115kBaud Serial-Link über die Standard-COM-Ports
- ✗ bis 48k Emulations-Speicher für Programme und Daten
- ✗ Programmierer für 8751, 8752, 87C52, 87C51, 87C52 erhältlich
- ✗ Debuggen von ASM, PL/M und C Source-Programmen

**Wir führen**  
**Embedded Controller**  
die Sie auch mit diesem System bearbeiten können;  
z.B.: 57cm mit 80C552 nur DM 235,-

**AHLERS**  
EDV SYSTEME GmbH

Egerlandstraße 24a  
85368 Moosburg  
☎ 08761/4245 oder 63708  
FAX 08761/1485

Mailbox 62904

Lieferung ab Lager alle Geräte getestet kostenlose Updates via Mailbox

## Message-Files

FLASHP8 <filename> [<Offset>], programmiert 29F010 (8-Bit)  
 1: Offset ist keine Zahl  
 2: ungültiger S-Record  
 3: File kann nicht geöffnet werden  
 4: unerwartete Exception  
 5: Fehler beim Programmieren (ist Flash leer?)  
 6: Falsche Parameter, richtig: FLASHP8 <filename> [<Offset>]  
 7: Fehler beim Verify

grammieren, nicht das Löschen. Allerdings gibt es kleine Unterschiede in der Arbeitsweise dieser Speichertypen. So verwendet jeder Hersteller einen eigenen Programmieralgorithmus. Die im folgenden beschriebene Software ist daher nur als Beispiel zu sehen, das auf den verwendeten Typ anzupassen ist. Vor allem fordern viele EPROMs während des Programmierens eine erhöhte Versorgungsspannung von zirka 6 V, die man an ein bestücktes Board besser nicht anlegen sollte. Wird dieser Umstand bereits beim Layout berücksichtigt, so könnte die Versorgungsspannung des EPROMs eigens herausgeführt werden. Wird der Programmierungsvorgang bei 5 Volt ausgeführt, geben einige Hersteller andere Timings an, andere Hersteller übernehmen in diesem Fall keine Garantie für längeren Datenerhalt. Sollte dieses Verfahren in der Serie eingesetzt werden, so sind unbedingt die Unterlagen der verwendeten EPROMs genau zu studieren.

Ein weiterer Unterschied besteht im Programmierungsvorgang selbst. Beim Flash wird der zu programmierende Wert und dessen Adresse nur kurz angelegt. Das Flash speichert diese beiden Werte, führt intern den Programmzyklus selbsttätig aus und gibt am Ende eine Statusinformation zurück. Beim EPROM müssen die Daten und Adressen während des gesamten Vorgangs anliegen, und die CPU muß anschließend die korrekte Programmierung überprüfen.

### On board gebrannt

Grundsätzlich liegen bei den Bausteinen aus der M68000-Familie die Adressen und Daten eines Schreibzugriffes auf dem Bus solange an, bis ein DSACK-Signal generiert wird. Normalerweise liefert die Chip-Select-Einheit das DSACK-Signal. Durch entsprechendes Verzögern können nun die Daten und die Adresse länger anstehen. Die

Chip-Select-Einheit erlaubt dabei bis zu 13 Wartezyklen, was aber für die EPROMs noch nicht ausreicht, denn typische Werte für EPROMs sind 100...500 µs. Eine Systemfrequenz von 16 MHz erfordert jedoch 8000 Waits für 500 µs. Alternativ lässt sich DSACK durch einen externen Timer oder auch durch die TPU erzeugen. Doch zusätzlicher Hardwareaufwand ist mit einem Trick vermeidbar: ein Buszyklus kann nicht nur durch DSACK, sondern auch durch einen Buserror beendet werden. Die Buserror-Exception muß diesen 'Fehler' natürlich korrekt behandeln. Der interne Busmonitor kann auf bis zu 64 Takte eingestellt werden. Wenn ein Buszugriff nicht durch ein DSACK innerhalb von 64 Takt beendet wird, dann wird ein Buserror generiert. Doch auch mit 64 Takt sind 500 µs nicht erreichbar. Den Rest erledigt die variable Taktzeugung des MC68332. Mit 130 kHz Taktfrequenz und 64 Takt Bus-TIMEout liegen die Adressen und die Daten 500 µs lang an. Die Busfehler-Routine muß nun einen Buserror, der beim Schreiben auf das EPROM aufgetreten ist, einfach ignorieren. Der Buserror-Handler darf dabei nicht einfach ein 'RTE' ausführen, denn hierbei würde der Schreibzugriff wiederholt. Da als Fehler ein 'released Write' vorliegt, muß im SSW (Special Status Wort) auf dem Stack das Bit RR (Rerun) vor dem RTE gelöscht werden. Daraufhin wiederholt die CPU den Schreibvorgang nicht, sondern arbeitet mit dem nächsten Befehl weiter.

Die Chip-Selects sind nun so einzustellen, daß ein Lesen aus dem EPROM ohne Wartezyklen möglich ist (da die CPU nur mit 130 kHz Systemtakt arbeitet, ist auch ein 'Fast Termination' bei allen Zugriffsgeschwindigkeiten möglich), während beim Schreiben kein interner DSACK erzeugt wird, was nach Ablauf der 64 Takte einen Buserror gene-

riert. Vorher muß natürlich im SYPCR (System Protection Control Register) der Busmonitor eingeschaltet und die Dauer auf 64 Takte eingestellt werden. Nach dem Reset kann man dieses Register allerdings nur einmal beschreiben.

Der Treiber muß den provozierten Busfehler, der beim Schreiben auf das EPROM aufgetreten ist, entsprechend behandeln: Er muß ihn ignorieren. Nach dem Schreiben auf das EPROM liest der Treiber die Speicherzelle zurück und vergleicht sie. Es müssen nun so viele Schreibimpulse generiert werden, bis die Daten korrekt verifiziert sind. Bei einer bestimmten Grenze wird der Vorgang mit einer Fehlermeldung abgebrochen. Die Anzahl der bisher gebrannten Impulse muß nun noch mit einem vom EPROM-Typ abhängigen Faktor multipliziert werden. Die errechnete Anzahl an Impulsen wird dann zusätzlich gebrannt.

Das EPROM benötigt eine Programmierspannung von 12 V, die von außen anzulegen ist. Es sollten nur EPROMs zum Einsatz kommen, die ständig 12 V am Programmierungseingang vertragen, denn Ein- und Ausschalten per Software würde zusätzlichen Hardwareaufwand erfordern. Als Beispiel dient ein 27256, das diese Anforderung erfüllt. Den möglichen Anschluß (8 Bit breit) zeigt Bild 3.

Auch in diesem Fall sind bei der KAT-Ce die Verbindungen der Chip-Select-Logik entsprechend abzuändern und die vorhandene Verbindung zwischen CE und OE an den Speicherbausteinen aufzutrennen. Ein EPROM benötigt, wenn die Programmierspannung anliegt, zum Lesen nur ein aktives OE (Output Enable); CE (Chip Enable) kann inaktiv bleiben. Beim Normalbetrieb (ohne die 12-V-Programmierspannung) sind beide Chip-Selects identisch zu programmieren. Zum Lesen braucht das EPROM dann immer ein aktives OE und ein aktives CE. Mit einem Jumper würde aber beim Betrieb auch ein einziges Chip-Select-Signal des MC68332 ausreichen. Sollte der MC68332 aus

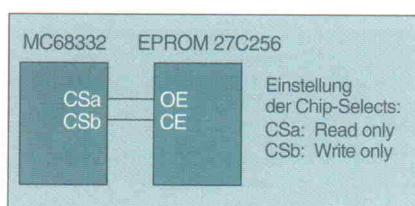
diesem EPROM starten, so darf es beim Betrieb nur mit CS-BOOT verbunden sein: nach dem Reset ist nur CSBOOT, aber kein anderes Chip-Select aktiv.

Auch für dieses Beispiel wird der Übersichtlichkeit wegen nur der 8-Bit-Modus besprochen. Im 16-Bit-Modus (bei Verwendung von nur zwei Chip>Selects) ist zu beachten, daß immer beide EPROMs gleich viele Programmzyklen erhalten. Die Anzahl wird durch das 'langsamere' bestimmt. Vor dem Aufruf des Treibers wird der MC68332 initialisiert. Das erledigt am einfachsten ein Do-File, obwohl ein Teil der Initialisierung, zum Beispiel der Chip-Selects, auch der Treiber übernehmen könnte. Unter der Annahme, daß OE des EPROMs mit CS0, CE mit CS1 des MC68332 verbunden ist und das EPROM an der Adresse \$10000 liegen soll, könnte das Do-File folgendes Aussehen haben:

```
* internes RAM auf Adresse 0 legen
mm $ffffb0
0.
* Treiber auf Adresse 0 definieren
driver 0
* Buserror bei BDM einschalten
mm $fffa00
$40cf.
* Busmonitor einschalten (64 Takte)
mm $fffa21
$C.
* Chip-Select Breite 8 Bit festlegen
mm $ffa44
$AAAA.
*CS0, Read only, FTERM
mm $FFFA4C
$0103
$6BB0.
*CS1, Write only, kein DSACK
mm $FFFA50
$0103
$77F0.
port lpt1 100
* Systemtakt = 131 kHz
mm $fffa04
0.
```

In diesem Do-File darf auf keinen Fall der 'port'-Befehl vergessen werden. Da der Systemtakt nur 131 kHz beträgt, läuft das BDM-Interface nur noch mit 64 kHz Datenrate, was der Delay-Faktor im 'port'-Befehl wie oben beschrieben festlegt.

In Listing 3 (in der ELRAD-Mailbox erhältlich) wird zunächst eine Vektortabelle aufgebaut. Der Buserror bekommt



**Bild 3. Anschluß eines EPROMs zum Programmieren on board.**

```

include ipd.inc Definitionen der BD32 Aufrufe
ANZ_VEC EQU 40 Anzahl Exception Vektoren
S9REC EQU 2 Kennzeichnung S9-Records

* Anfang des Treibers
START DC.L PROG_STARTAdresse Anfang des Treibers
VEC_TAB DS.L ANZ_VEC Platz für die Exception-Vektor Tabel-
le
FILE DS.L 1 Platz für DOS-Filehandle
BUFFER DS.W 50 S-Record-Buffer
Start_Msg DC.B '8-Bit Flashes (29F010) programmieren',13,10,0
FMODE DC.B 'r',0 Files zum Lesen aufmachen
DS.W 0

PROG_STARTLEA.L (STACK,PC),A7 Stackpointer definieren
MOVE.L D0,D7 Anzahl Parameter in D7 merken
MOVE.L A0,A6 Pointer auf die Parameter merken
CLR.L (FILE,A5) Filepointer vorher löschen
* A5 zeigt immer auf die erste Adresse des Treibers, also auf
START,
* und wird bereits von BD32 aus vorgeladen.
* Vektortabelle aufbauen:
LEA.L (VEC_TAB,PC),A1
MOVEC A1,VBR VBR=Anfang Vektortabelle
LEA.L (EXCEPT,PC),A2 Adresse Exception Handler
MOVEQ #ANZ_VEC-1,D1 Anzahl Vektoren (DBF!)
INIT_VEC MOVE.L A2,(A1)+ Pointer eintragen
DBF D1,INIT_VEC

* Start-MESSAGE ausgeben:
LEA.L (Start_Msg,PC),A0 Pointer auf den String
MOVEQ #BD_PUTS,D0 function call "String ausge-
ben"
BGND

* Kommando ist der erste Parameter, Filename der zweite, Offset der
dritte
LEA.L 0,A4 Offset := 0
CMP.W #2,D7 Anzahl Parameter
BEQ PAR_OK Anzahl 2 ist in Ordnung
CMP.W #3,D7 auch drei Parameter sind möglich
BNE PAR_ERR wenn nicht 3, dann Fehler
* Jetzt das File öffnen; der zweite Parameter ist der Filename:
PAR_OK MOVE.L (4,A6),A0 Pointer auf Filename (zweiter Parame-
ter)
LEN LEA.L (FMODE,PC),A1 File-Modus "lesen" einstel-
len
MOVEQ #BD_OPEN,D0 function call: File öffnen
BGND
TST.W D0
BEQ FILE_ERR Error: File nicht vorhanden
MOVE.L D0,(FILE,A5) Filehandle abspeichern

* Offset einlesen wenn angegeben:
CMP.W #3,D7 Anzahl Parameter=3?
BNE DO_SREC wenn nicht, dann kein Offset
MOVE.L (8,A6),A0 Pointer auf Offset
MOVEQ #BD_EVAL,D0 function call EVAL Param
BGND
TST.W D0
BNE OFFS_ERR Error: Fehler im Offset
MOVE.L D1,A4 Offset in A4 merken
* File ist offen, also jetzt programmieren:
DO_SREC MOVE.L (FILE,A5),D1 Filepointer holen
LEA.L (BUFFER,A5),A0 Adresse des Buffers
MOVEQ #BD_FREADSREC,D0 function call S-Record
lesen
BGND
CMP.W #S9REC,D0
BEQ PROG_END S9 ist der letzte Record
TST.W D0
BNE SREC_ERR Fehler im S-Record
TST.B (A0) S-Record Typ
BEQ DO_SREC S0-Record überlesen

```

**Listing 2. (BD32-Treiber zum Programmieren externer Flashies, 8 Bit breit).**

eine Sonderbehandlung, da er bewußt erzeugt wird. Anschließend gibt das Programm eine Startmeldung aus, prüft die Anzahl der Parameter und öffnet das Daten-File. Die Routine PROG\_BYT ist speziell für EPROMs angepaßt: der MOVE-Befehl mit folgendem NOP an der Stelle PROG\_-LOOP erzeugt nach 64 Takten einen Busfehler, weil das Chip-Select für den Schreibvorgang kein DSACK generiert. Der NOP-Befehl sorgt dafür, daß der Buserror exakt an dieser Stelle auftritt. Die CPU kann intern verschiedene Dinge parallel ausführen. Während des exter-

nen Schreibvorgangs wird intern bereits der nächste und eventuell der übernächste Befehl ausgeführt, sofern er bereits in der Pipeline steht. NOP hält die CPU an dieser Stelle an, bis sie alle angefangenen Befehle vollständig abgeschlossen hat. Das gilt übrigens nicht nur für die CPU32, sondern für alle CPUs ab dem MC68020.

Die aufgerufene Buserror-Routine prüft nun als erstes, ob die Fehleradresse stimmt. Wurde der Buserror an anderer Stelle aufgerufen, wird der Treiber beendet. Ansonsten sorgt ein Lösen des Rerun-Bits dafür, daß

```

LEA.L (BUFFER,A5),A0 Adresse des Buffers
* A0 Pointer auf Daten im S-Record (Source)
BSR.B PROG_REC den Record programmieren
MOVE.B #$2E,D1 Pro S-Record einen Punkt ausgeben
MOVEQ #BD_putchar,D0
BGND
BRA DO_SREC

* Einen Record programmieren
* A0 Pointer auf Daten im S-Record (Source)
PROG_REC CLR.L D7 es wird im folgenden nur ein Byte gele-
sen!!
MOVE.B (1,A0),D7 Anzahl Byte im S-Record
SUBQ.B #4,D7 Adresse ignorieren, nur Anzahl Daten-
bytes
ADDQ.L #2,A0 Positionieren auf Adresse
MOVE.L (A0)+,A1 Zieladresse aus dem S-Record lesen
TST.W D7 Anzahl Daten im Record
BEQ.B PROG_RET Wenn keine Daten im Record, dann Ende
SUBQ.W #1,D7 wegen DBF
NEXT_WORD MOVE.B (A0)+,D1 zu programmierendes Byte
BSR.B PROG_BYTE ein Byte programmieren
TST.W D0 Fehler?
BNE.B PROG_ERR Wenn Fehler, dann Abbruch
CMP.B (A1)+,D1 nochmals Verify
BNE VER_ERR bei ungleich, Verify Error
DBF D7,NEXT_WORD
PROG_RET RTS

* Ein Byte programmieren:
* A1 zu programmierende Adresse, D1 zu programmierender Wert
* Rückgabe D0=0: kein Fehler, sonst Programmierfehler
PROG_BYTE MOVE.B #$AA,($5555,A4) Spezialzyklen gem. AMD-Handbuch
MOVE.B #$55,($2AAA,A4) speziell für Byteweisen Anschluß
von
MOVE.B #$A0,($5555,A4) 8-Bit breiten Flashes
MOVE.B D1,(A1) Byte programmieren
NOP Warten, bis Schreibvorgang fertig
* jetzt warten, bis die Programmierung fertig ist
* D7 ist invertiert während des Programmievorgangs
* D5=1 zeigt Programmierfehler an
PROG_WAIT MOVE.B (A1),D3 Wert zurücklesen
MOVE.B D1,D2 Wert kopieren für Berechnungen
AND.B #$80,D2 Bit 7 zeigt an, wenn fertig
MOVE.B D3,D4 gelesenen Wert kopieren (Arbeitswert)
AND.B #$80,D4 nur D7 betrachten
CMP.B D4,D2 D7-soll mit D7-ist vergleichen
BEQ.B PROG_OK Byte ist fertig (korrekt) program-
miert
BTST #5,D3 gelesenen Wert testen !!
BEQ PROG_WAIT kein Fehler aufgetreten, dann warten
* Fehler: Time limit überschritten:
PROG_ERRA MOVEQ #-1,D0 Rückgabewert: Fehler
RTS
PROG_OK CLR.W D0 Rückgabe: kein Fehler
RTS

* Fertig mit dem Programmieren:
PROG_END CLR.L D7 kein Fehler
CLOSE_END MOVE.L (FILE,A5),D1 Filepointer lesen Ist File
offen?
BEQ.B IST_ZU wenn nicht offen, dann nicht schließen
MOVEQ #BD_CLOSE,D0 File schließen
BGND
IST_ZU MOVE.L D7,D1 Fehlernummer in Rückgaberegister
MOVEQ #BD_QUIT,D0 Fertig
BGND

* Die verschiedenen Fehlerbedingungen:
OFFS_ERR MOVEQ #1,D7 Fehler im Offset
BRA CLOSE_END
SREC_ERR MOVEQ #2,D7 kein gültiger S-Record Typ
BRA CLOSE_END
FILE_ERR MOVEQ #3,D7 Fehler beim Öffnen des Files
BRA CLOSE_END
* Handler für beliebige Exceptions:

```

der Schreibvorgang nicht wiederholt wird. Andernfalls hängt die CPU in einer Endlosschleife. Der RTE-Befehl beendet die Buserror-Routine, und die CPU fährt mit dem nächsten Befehl fort. In PROG\_BYT wird nun die Speicherzelle zurückgelesen und solange weiterprogrammiert, bis entweder die Daten korrekt gelesen oder 25 Schreibimpulse generiert wurden. Im letzten Fall erfolgt ein Abbruch mit Fehler. Stehen die Daten korrekt im EPROM, werden in der Routine PROG\_OVER nochmals die doppelte Anzahl der bisher gemachten Schreibzyklen erzeugt.

*Motorola-Mailbox-München:  
0 89/92 10 3-1 11*

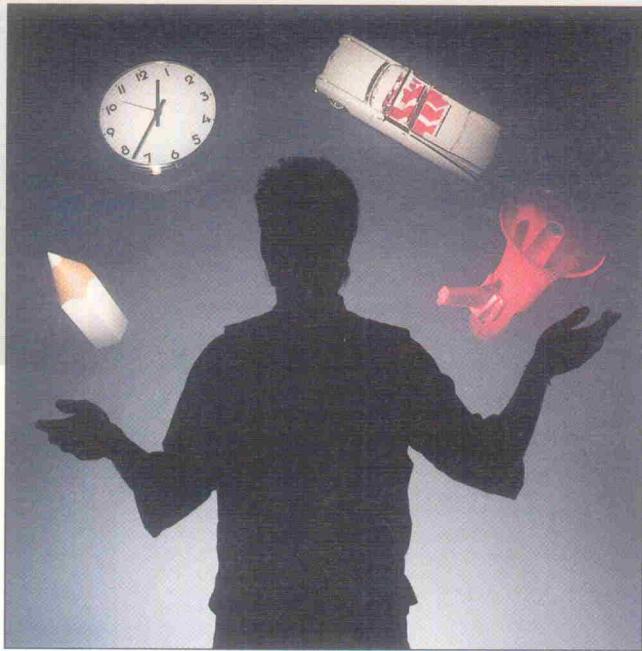
*ELRAD-Mailbox:  
05 11/53 52-4 01  
(3 Leitungen, 8N1, 2k4...28k8)*

#### Literatur

- [1] Raubkatze, Teil 1...3, H.-J. Himmeröder, Wolfgang Mayer-Gürr, Alfred Knüller-Wenzel, ELRAD 3...5/94
- [2] Hintertür, Jörg Schaeffer, Marcus Prochaska, ELRAD 11/94
- [3] M68300 Mikrocontroller, E. Liess, J. Fuchs, Franzis Verlag, 1994

# Jongleur

## Multitasking per Round-Robin unter Forth



Rafael Deliano

**Die Kunst, mit mehreren Dingen gleichzeitig zu hantieren, beherrscht ein Jongleur nach etwas Übung im Schlaf. Ein Mikrocontroller tut sich da schon schwerer. Wie er mit mehreren Aufgaben auf einmal fertig wird, lernt ein 6502 auf leichte Weise unter Forth.**

**R**ound-Robin-Multitasker haben sich in Forth über Jahre hinweg in vielen Anwendungen bewährt. Dieser Programmtyp geht bis auf Charles Moores polyFORTH zurück, wurde aber erst durch die Implementierung in F83 für den IBM-PC richtig bekannt. Er hat sich seitdem in Forth stark verbreitet.

Da sich das Verfahren besonders für Embedded-Systeme eignet und zudem gut auf die begrenzten Möglichkeiten von 8-Bit-CPUs abgestimmt ist, soll es unter diesem Gesichtspunkt näher beschrieben werden. Mit etwas mehr Aufwand, beispielsweise für die Variablenbeschreibung beim Kontextwechsel, kann man diese Umschaltmethode auch in anderen Programmiersprachen implementieren. Das Coroutinen-Konzept von Modula-2 ähnelt ihr, gestaltet sich aber etwas unhandlicher.

Der Taskwechsel erfolgt beim Round-Robin mittels des Befehls PAUSE, den der Programmierer in die Software einstreuen muß. Der Programmfluss bewegt sich dabei zyklisch durch alle Tasks (Bild 1). Der Wiedereinsprung erfolgt unmittelbar nach PAUSE. Dazu ist kein

Eingriff aus der Hardware – beispielsweise durch einen Timer-Interrupt – nötig. Es handelt sich beim Round-Robin um ein kooperatives Prinzip: Man muß die einzelnen Applikationen anpassen, damit sie parallel zu den anderen Programmen laufen können. Diese Anforderung ist auf einem Embedded-Controller relativ leicht zu erfüllen. Die Software steht hier fest im EPROM, 'fremde' Programme kommen nicht zum Einsatz. Bereits vorhandene Software des Multitasking mächtig zu machen, fällt meist leicht: Es müssen nur die PAUSE-Befehle eingefügt werden. Sie verändern die Funktion des ursprünglichen Programms nicht.

Da der Programmfluß nur dort unterbrochen wird, wo der Programmierer es für richtig hält, treten einige Probleme (z. B. Interrupt-Sperrung/Freigabe bei I/O) von preemptiven Multitaskern erst gar nicht auf. Insbesondere steht PAUSE genau zwischen zwei Befehlen des Anwendungsprogramms. Die meisten lokalen Variablen und CPU-Register werden nur innerhalb eines Forth-Befehls verwendet und müssen somit nicht

gerettet werden. Der Taskwechsel findet deshalb recht flink statt. Programmblöcke, in denen kein Taskwechsel erfolgen darf, brauchen nicht explizit geschützt zu werden: Man setzt den PAUSE-Befehl nur in Abschnitten ein, in denen Unterbrechungen unkritisch sind. Da der Task-Wechsler selbst keine Interrupts erzeugt, vermeidet man Prioritätskonflikte mit Programmteilen, die im Interrupt laufen.

Die Zuteilung von Rechenzeit erfolgt statisch beim Schreiben des Programms. Viele PAUSE-Befehle in einer Task bewirken, daß sie häufig ruht und damit wenig Rechenzeit erhält. Den Programmteilen, die mit Vorrang laufen sollen, verpaßt man nur wenige derartige Unterbrechungen. Insbesondere muß PAUSE natürlich innerhalb von DO...LOOP und BEGIN...AGAIN-Schleifen vorhanden sein. Eine dynamische Erhöhung der Priorität für eine Task während des Betriebs ist prinzipiell nicht möglich.

### PAUSE

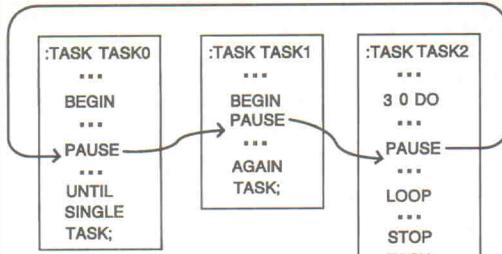
Die inneren Details der Implementierung sind an die jeweilige Umgebung angepaßt. Hier wird ein JSR-gefädelter (Aufruf der Befehlsteile per Unterprogrammsprung) Forth auf einer 8-Bit-CPU angenommen – genauer: nanoFORTH auf einem 6502-kompatiblen Controller von Mitsubishi.

Der Befehl PAUSE muß zwei Aufgaben erfüllen: Umleiten des Programmflusses und Umschalten des lokalen Datenbereichs. Für die Umleitung des Programmflusses muß PAUSE zunächst seine eigene Position bestimmen (vgl. Bild 2). Ein nanoFORTH-Befehl wird als Unterprogramm mit dem Opcode JSR (Jump SubRoutine, bei anderen CPUs CALL) aufgerufen. Somit kann man die gesuchte Adresse direkt dem Stack der CPU entnehmen. Die Adresse legt die Pause-Routine in der 16 Bit breiten ProgramCounter-Tabelle PC-TAB in der Position, auf die der Task-Pointer T> zeigt, ab. Die Wiedereinsprungadresse ist damit gesichert.

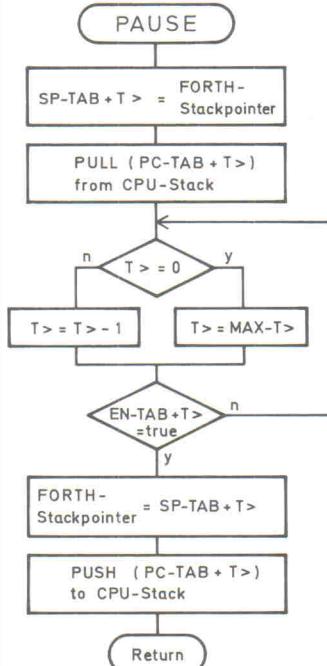
T> wird nun dekrementiert. Erreicht der Zeiger den Wert Null, lädt der Prozessor ihn mit dem Maximalwert MAX-T>. Er zeigt danach auf den Tabellenzeintrag für die nächste Task. Anhand der Enable-Tabelle EN-

---

Dipl.-Ing. (FH) Rafael Deliano studierte Elektrotechnik an der Fachhochschule Regensburg. Derzeit entwickelt er auf frei-beruflicher Basis Telekommunikationsendgeräte.



**Bild 1.**  
**Hangelei:**  
Beim Round-Robin-Multi-tasking schaltet die CPU zwischen den Aufgaben mittels eines Befehls um.



**Bild 2.** Hauptaufgabe des PAUSE-Befehls ist die Ermittlung der nächsten auszuführenden Task.

TAB prüft der Rechner nun, ob diese Routine 'aufgeweckt' ist. Wenn nicht, stellt die CPU den Zeiger T> auf die nächste Position weiter. Hat der Prozessor eine aktive Task gefunden, entnimmt er deren Einsprungadresse aus PC-TAB und legt diese auf den CPU-Stack. Der absolute Sprung erfolgt so indirekt durch die Manipulation der Rücksprungadresse des Unterprogrammaufrufs.

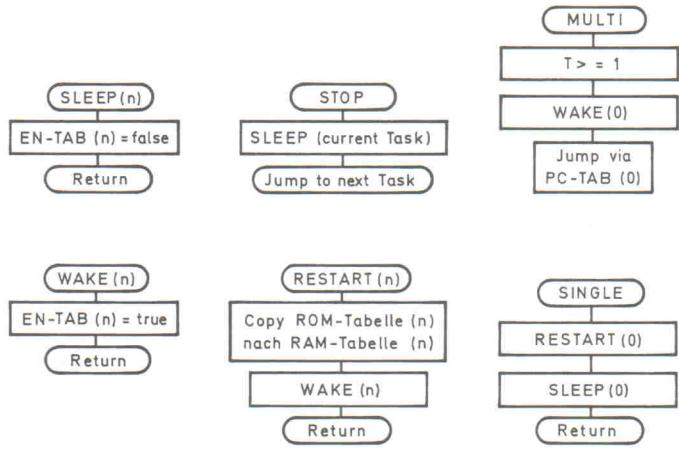
Das Umschalten des lokalen Datenbereichs gestaltet sich in Forth besonders einfach. Die Sprache benutzt als lokalen Speicher einen Stack. Dieser ist

normalerweise 16 Bit breit und muß auf einem 6502 in Software simuliert werden. Das CPU-Indexregister X dient dabei als Zeiger auf den obersten Stackeintrag. Typischerweise muß dieser lokale Stack nur acht Speicherzellen tief sein. Also sind für jede Task etwa 16 Byte im Speicher zu veranschlagen. Analog zur Rücksprungadresse legt die CPU das X-Register in der Stackpointer-Tabelle SP-TAB ab und entnimmt einen neuen Wert für das X-Register aus SP-TAB. In anderen Programmiersprachen ist es meist mit dem Retten eines einzelnen Registers nicht getan. Dort wird dieser Programmenteil etwas umfangreicher ausfallen.

Auch in Forth sind stellenweise außerhalb von PAUSE noch Maßnahmen zum Schutz lokaler Daten nötig. In dem hier beschriebenen Beispiel wird DO...LOOP in nur einer Task verwendet. Will man jedoch in allen Tasks DO...LOOPS verwenden – und das ist der Normalfall – muß man diesen Befehl im Forth-Kern so verändern, daß die Variablen in einer Tabelle abgelegt werden, auf die die CPU mit dem T>-Pointer zugreift.

## Verwaltung

Man benötigt zwar nur PAUSE und die Tabellen, damit der Taskwechsel läuft, weitere Befehle und Datenstrukturen sind jedoch für Initialisierung sowie Ein- und Ausschalten der Tasks nötig (Bild 3). In Listing 1 sind diese Befehle zusammen mit PAUSE dargestellt. Im ROM befindet sich eine Kopie der



**Bild 3.** Über Wachen und Schlafen einer Task entscheidet ein Flag, das man mittels der Befehle WAKE und SLEEP beeinflußt.

RAM-Tabellen, die zur Initialisierung dient. Die Tabellen müssen mit dem Befehl INIT-MULTI voreingestellt werden, bevor man den Kernel nutzen kann.

Der Befehl MULTI startet die Ausführung der Task-Schleife. Dabei ist hier vorgegeben, daß die CPU mit Task 0 beginnt. Mittels SINGLE verläßt man den Multitask-Betrieb wieder und kehrt in den Forth-Interpreter zurück. Dieser Befehl muß in Task 0 ausgeführt werden.

WAKE und SLEEP schalten Routinen, die anhand ihrer Task-Nummern identifiziert sind, ein und aus. Diese Befehle manipulieren jedoch nur das entsprechende Flag. Während WAKE eine Task ab dem PAUSE-Befehl weiterlaufen läßt, bei dem sie schlafen gelegt wurde, startet RESTART den Programmfluss wieder am Kopf der Task. Die Daten dazu findet es in der ROM-Tabelle.

STOP beendet die Routine, in der dieser Befehl benutzt wird. Mittels des Konstruktus :TASK...TASK; definiert man eine Task. Die Details hängen stark vom System ab, das Beispiel kann nur zur groben Orientierung dienen.

Beim Übersetzen der neuen Task wird eine Zahl auf dem Stack übergeben, die die Anzahl der Zellen vorgibt, die sie

sich für ihren Stack reservieren darf – acht sollten typischerweise genügen. Anhand dieser Zahl errechnet der Compiler die Tiefe des neuen Stacks und initialisiert den Stackpointer der nächsten Task entsprechend.

Die Tabellen SP-ROM und PC-ROM wurden leer angelegt. :TASK muß sich in ihnen den nächsten freien Eintrag suchen. Das ist dann die Nummer der neuen Task. Diese Zahl wird nun nach dem Kopf von :TASK als Konstante kompiliert. Unmittelbar hinter diese Konstante zeigt das Sprungziel, welches in der ProgramCounter-Tabelle abgelegt wird. Dort beginnt der eigentliche Programmcode der Task. Ruft eine Routine den Namen der Task auf, erfolgt also keine direkte Ausführung, sondern die CPU legt lediglich die Task-Nummer auf den Stack. Dieses ist die Zahl, mit der WAKE, SLEEP und RESTART gesteuert werden. Starten kann man die Task-Bearbeitung ausschließlich mit dem Befehl MULTI.

Der PAUSE-Befehl benötigt auf einem 2,5-MHz-6502 in nanoFORTH etwa 32 µs für einen Taskwechsel. Dieser günstigste Wert gilt für den Fall, daß alle Tasks freigegeben sind. Muß der Controller eine deaktivierte Task in der Tabelle überspringen, bremst ihn das

**ECAD - System**

Die tausendfach bewährte, markierungsreiche Profi-Lösung für Schaltungs-entwurf und Leiterplatten-entwicklung mit dem revolutionären Preis-/Leistungsverhältnis.

**CAM - Systeme**

- Frontplatten
- Typenschilder
- Etiketten
- Warnschilder
- Speziallösungen

Über zehn Jahre Erfahrung sprechen für sich.

**Leiterplattenprototypen**

Das gesamte Know How rund um Software, Werkzeuge und Anlagen um sicher und zuverlässig zu fertigen.

**Vektorgrafikkonverter**

- PostScript
- AI
- DXF
- Gerber
- HGPL

In jede Richtung und in maximaler Qualität - einfach sol. Ab 179,- DM inkl. Mwst.

**vhf**

VHF Computer GmbH  
Daimlerstraße 13  
D-71101 Schönaich  
Telefon 07031/75090-0  
Telefax 07031/654031  
E-Mail info@vhf.cube.de

mehr bieten Wenige

## Kontaktstellen

Vor mehr als zehn Jahren haben sich die deutschen Anwender in der Forth Gesellschaft zusammengeschlossen. Der Verein zählt mittlerweile rund 300 Mitglieder. Er gibt eine Zeitschrift heraus (Probeheft auf Anforderung). Und man kann über die Mailbox KBBF (n 04 31/5 33 98 98) Kontakt zu anderen Forth-Nutzern halten. Weiterhin existiert im Internet die sehr aktive internationale News-Gruppe *comp.lang.forth*, in der überwiegend amerikanische Forth-User diskutieren. Wer die deutsche Sprache bevorzugt und sich für die Vorgänge hierzulande interessiert, dem steht die News-Gruppe *de.comp.lang.forth* zur Verfügung.

Forth Gesellschaft e. V.  
Postfach 1110  
85701 Unterschleißheim  
0 89/3 17 37 84

jeweils um weitere 6 µs. Da jede desaktivierte Task aber keine Rechenzeit mehr beansprucht, gleicht das die geringe Verzögerung in PAUSE mehr als aus, denn die verbleibenden Tasks teilen sich die freiwerdende Zeit. Der Multitasking-Kern belegt etwa 1 KByte Programmspeicher.

In dieser einfachen Implementierung ist der Forth-Interpreter abgeschaltet, während die Round-Robin-Routine läuft. Nützlicher ist der Multitasker natürlich, wenn Forth selbst als Task 0 mitläuft. Dann kann man interaktiv von der Tastatur aus ins Geschehen eingreifen. Auch das ist möglich, erfordert jedoch tiefergehende Änderungen im Forth-Kern.

## Erweiterungen

Der hier dargestellte minimale Funktionsumfang genügt schon für einfache Anwendungen, Erweiterungen sind jedoch beliebig möglich: Da die Tasks in Forth auf alle Variablen und Datenspeicher global zugreifen können, sind spezielle Strukturen für den Datenaustausch zwischen Tasks meist nicht erforderlich. Sehr nützlich ist es hingegen, interruptgesteuerte Funktionen zu überlagern – insbesondere eine Systemuhr, einen ‘Tick’. Dieser inkrementiert beispielsweise nach einer verstrichenen Millisekunde einen 32-Bit-Zähler. Auf diese Variable können dann alle Tasks zugreifen. Für die Übernahme zeitkritischer Daten, zum Beispiel aus einer UART, eignet sich ein FIFO-Speicher. Dieser wird durch ein interruptgesteuertes, kurzes Assemblerprogramm gefüttert. Entnahme und Verarbeitung der Daten erfolgen als Task in Forth.

ea

## Alternativen

Beim Vergleich mit preemptiven Lösungen sollte man die unterschiedlichen Konzepte im Auge behalten. Diese schalten langsammer um und müssen den Tasks deshalb längere Zeitscheiben zuordnen. Damit alle Tasks trotzdem als gleichzeitig erscheinen, wird bei jeder Zuteilung scharf überlegt, welche Task im jeweiligen Augenblick wohl die dringendste ist. Der Round-Robin-Typ schaltet schneller und kann deshalb häufiger zwischen den Tasks wechseln. Dafür ist seine Zuteilung völlig starr.

Preemptive Multitasker werden meist von Hardwaredtimern getriggert. Ihr Zeitverhalten ist damit exakt definiert und man kann Verzögerungen, Timeouts und ähnliche Funktionen direkt implementieren. Beim Round-Robin hingegen ist der Programmfluss klar definiert. Das kann für die Kommunikation zwischen Tasks sehr vorteilhaft sein.

Der Round-Robin-Typ ist also nicht in allen Anwendungen ein sinnvoller Ersatz für das preemptive Gegenstück. Allerdings gilt umgekehrt das gleiche. Die Wahl des Verfahrens sollte man anhand der Anforderungen der jeweiligen Applikation treffen.

```
<| \ PAUSE.F74

DECIMAL
1      ZVARIABLE T>
4      VARIABLE EN-TAB
4      VARIABLE SP-TAB
4      VARIABLE PC-TAB-LB
4      VARIABLE PC-TAB-HB
4      CONSTANT MAX-T>

HEX

:CODE PAUSE          \ ( --- )
    T> LDY,
    PLA, PC-TAB-LB 1-, Y STA, \ CPU-Stack to PC-TAB
    PLA, PC-TAB-HB 1-, Y STA, \ Stackpointer to SP-TAB
    TXA, SP-TAB 1-, Y STA, \ Stackpointer to SP-TAB
1 GS: DEY, \ Find next active task
1 $: BNE,
    MAX-T> #. LDY,
1 $: EN-TAB 1-, Y LDA, \ Kill Return-Addr of (PAUSE)
2 $: BEQ, \ Kill Return-addr of STOP
    T> STY,
    SP-TAB 1-, Y LDX, \ SP-TAB to Stackpointer
    PC-TAB-HB 1-, Y LDA, PHA, \ PC-TAB to CPU-Stack
    PC-TAB-LB 1-, Y LDA, PHA,
    RTS,
CODE;

:CODE (PAUSE)        \ ( --- )
    PLA, PLA, \ Kill Return-Addr of (PAUSE)
    PLA, PLA, \ Kill Return-addr of STOP
    LDY,
1 GS: JMP,
CODE;

TABLE SP-ROM
SP@ C, 0 C, 0 C, 0 C,
TABLE PC-ROM-LB
0 , 0 , 0 , 0 ,
TABLE PC-ROM-HB
0 , 0 , 0 , 0 ,

: INIT-MULTI          \ ( --- )
SP-ROM   SP-TAB MAX-T> CMOVE \ Copy from ROM to RAM
PC-ROM-LB PC-TAB-LB MAX-T> CMOVE
PC-ROM-HB PC-TAB-HB MAX-T> CMOVE
EN-TAB      MAX-T> 00 FILL ; \ Clear & disable

: SLEEP               \ ( C1 --- )
0 SWAP EN-TAB + C! ;

: WAKE                \ ( C1 --- )
1 SWAP EN-TAB + C! ;

: RESTART              \ ( C1 --- )
DUP SP-ROM + C@ OVER SP-TAB + C!
DUP PC-ROM-LB + C@ OVER PC-TAB-LB + C!
DUP PC-ROM-HB + C@ OVER PC-TAB-HB + C! WAKE ;

: MULTI                \ ( --- )
1 T> C! 0 WAKE
PC-TAB-HB C@ 8<SHIFT PC-TAB-LB C@ OR 1+ EXECUTE ;

: SINGLE               \ ( --- )
0 RESTART 0 SLEEP
[ PLA, PLA, ] \ Kill Addr on CPU-Stack

: STOP                 \ ( --- )
T> C@ 1- SLEEP \ switch current task off
(PAUSE) ; \ and go to next task

\ :TASK <name>          \ ( C1 --- ) Completetime: C1 = Depth of new
Stack           \ ( --- C2 ) Runtime: C2 = Number of Task
\ ...
\ TASK;

: :TASK
1<SHIFT           \ C2 = 2 * C1 = Width of Stacksegment
1 MAX-T> 1- 0 DO \ Find next empty slot
PC-ROM-LB I + C@ LN0T IF DROP I 0 LEAVE THEN
LOOP 99 ?ERROR \ Error if table is full
                \ ( --- C2 C3 ) C3 = Tasknumber 0 - 3
                \ C2 = Width of Stacksegment
DUP MAX-T> 1- =
IF SWAP DROP \ on last slot not necessary
ELSE
    DUP SP-ROM + C@ \ Top of this stacksegment
    ROT - \ minus the width of this Stacksegment
    OVER 1+ SP-ROM + C! \ is the Top of the next Stacksegment
THEN
    ?EXEC HEADER 20 \ ( --- C3 )
    ROT DUP CODE-LIT CODE-RTS \ Body of a CONSTANT, Value is
    C3
    DUP PC-ROM-LB + >C @ 1- META1 SWAP C! \ Pointer of Runtime in
Table
    PC-ROM-HB + >C @ 1- 8SHIFT> META1 SWAP C!
?CSP COMPILER ;

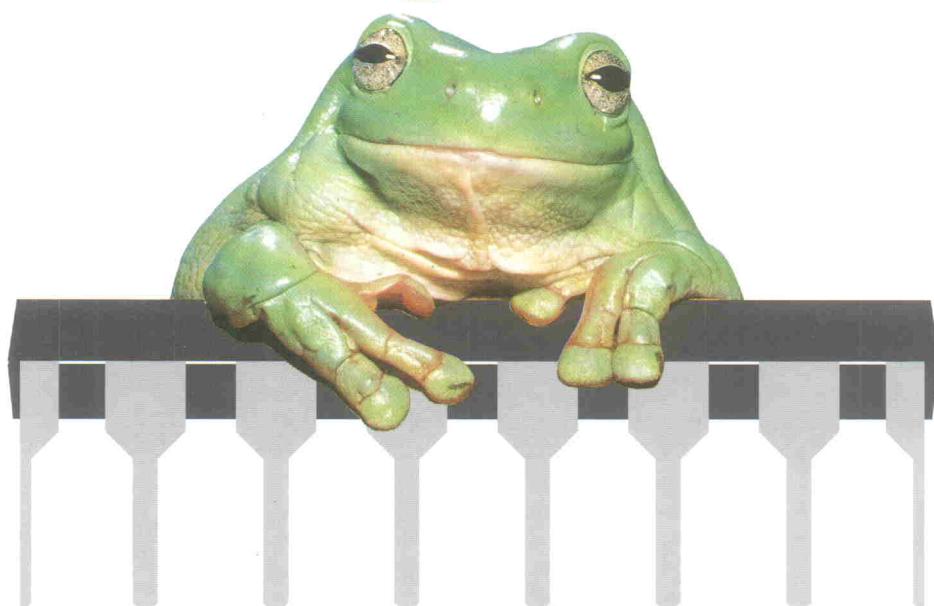
: TASK;
EALWAYS ?CSP 20 ?PAIRS LATEST ! 1BRK! ;

: PRINT
CR SP@ CH.
CR 3 0 DO EN-TAB I + C@ CH. LOOP
CR 3 0 DO SP-TAB I + C@ CH. LOOP
CR 3 0 DO PC-TAB-LB I + C@ PC-TAB-HB I + C@ 8<SHIFT OR NH. LOOP
```

**Listing 1. Round-Robin-Multitasking in Forth.**

**GRATULATION  
ZUM NEUEN MAX!**

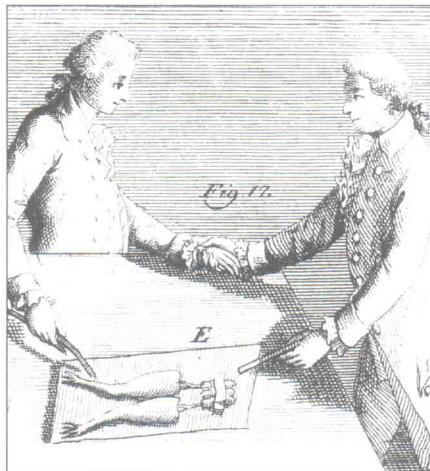
STROMVERBRAUCH SUPER.  
GENAUIGKEIT NOCH BESSER.



Über den **MAX194** von **MAXIM** hätten sich Galvani und Volta sicher nicht gestritten: denn der neue 14-Bit A/D-Wandler hat eine extrem niedrige Leistungsaufnahme - bei 85000 Abtastungen/s werden lediglich 80 mW benötigt. Im "Wartezustand" kann die Stromaufnahme im Shutdown-Betrieb auf ein Minimum von 10 µA reduziert werden.

Der **MAX194** arbeitet nach dem Verfahren der sukzessiven Approximation (Näherungsverfahren) und verfügt über eine Abtast- und Halteschaltung. Eine interne Korrekturschaltung für die automatische Kalibrierung von Linearitäts- und Offsetfehlern ist ebenfalls vorhanden.

Die Datenausgabe erfolgt über



Luigi Galvani diskutiert die berühmten Froschschenkel-Versuche

eine serielle Schnittstelle. Mit einer externen Referenzspannung von bis zu +5 V kann ein unipolarer (0 V bis

$V_{REF}$ ) oder ein bipolarer ( $\pm V_{REF}$ ) Bereich für die analoge Eingangsspannung festgelegt werden.

Für den **MAX194A** ist eine Genauigkeit von  $\pm 0,5$  LSB spezifiziert. Der Signal-Rausch-Abstand wird mit 83 dB angegeben.

Der **MAX194** wird im 16-poligen DIP- und SMD-Gehäuse für den kommerziellen, den erweiterten und den militärischen Temperaturbereich geliefert. Er ist anschlußkompatibel zum zukünftigen **MAX 195**, der eine Auflösung von 16 Bit hat. Wie für viele andere Analog/Digital-Umsetzer, gibt es auch für den **MAX194** einen fertig bestückten Bausatz. Für weitere Informationen fordern Sie bitte Datenblätter an.

**IN**  
**MAX194** -  
ein  
schneller  
A/D-  
Umsetzer  
mit geringer  
Strom-  
aufnahme

**OUT**  
Batterie  
fressende  
Elektronik

**SE Spezial-Electronic KG**

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

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

39015 Magdeburg  
Tel.: 03 91/61 71 70  
Fax: 03 91/61 71 12

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

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

GUS  
117571 Moskau  
Leninsky Prospekt 148  
Tel.: 007-095/433-67-33  
Tel.: 007-095/438-61-87  
Fax: 007-095/434-94-96

GUS  
191104 St. Petersburg  
Ul. Ryleeva 3(21)  
Tel.: 007-812/275-38-60  
Tel.: 007-812/275-40-78  
Tel.: 007-812/272-24-71  
Fax: 007-812/273-21-85

Unsere Hot Lines: Tel. 0130-7367 · Fax 0130-6614

## MAXIM

### Analog/Digital-Wandler

- Flash-/Half-Flash-/SAR-/Integrationsverfahren
- serielle/parallele Schnittstelle
- Auflösung: 8-, 10-, 12-, 14-, 16, 18-Bit
- 1/2/4/6/8 Eingangskanäle
- EVKits verfügbar

### Digital/Analog-Wandler

- Strom-/Spannungsausgang
- serielle/parallele Schnittstelle
- Auflösung: 8-, 10-, 12-, 13-, 14-Bit
- 1/2/4/6/8 D/A-Wandler im Gehäuse

### Referenzspannungsquellen

- 1,2V; 2,5V; 4,096V; 5,0V; 7,5V; 10,0V; -10,0V
- hohe Genauigkeit
- geringe Temperaturdrift
- niedrige Leistungsaufnahme
- programmierbare Referenzspannung
- auch Second Source Produkte lieferbar

### Operationsverstärker

- geringe Offsetspannung
- niedrige Stromaufnahme
- niedriges Rauschen
- unipolare Versorgungsspannung
- programmierbare Verstärkung

### Videobausteine

- RGB-Schalter
- Multiplexer
- Schalter
- Operationsverstärker
- Pufferverstärker
- Komparatoren
- Kreuzschienenverteiler

### Komparatoren

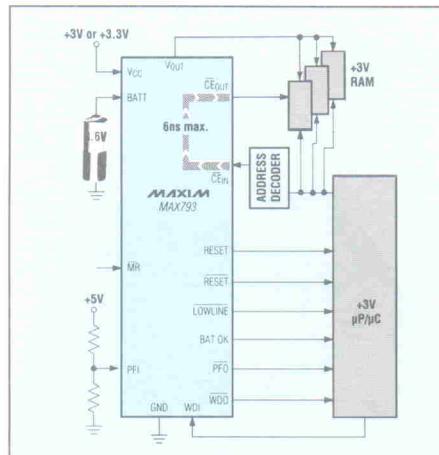
- TTL-/CMOS-Ausgang
- ECL-Ausgang
- geringe Stromaufnahme
- unipolare/bipolare Versorgungsspannung
- programmierbare Schwellspannung
- interne Referenzspannungsquelle
- Verzögerungszeit unter 2 ns

### Analoge Multiplexer

- interner Überspannungsschutz
- niedriger ON-Widerstand
- extrem niedrige Leckströme
- schnelle Schaltzeiten
- Standardbausteine
- auch Second Source Produkte lieferbar

### Analoge Schalter

- niedriger ON-Widerstand



- sehr geringe Veränderung des ON-Widerstandes über den Signaleingangsspannungsbereich
- sehr gutes „Matching“ der ON-Widerstände auf einem Chip
- extrem niedrige Leckströme
- kurze Ein- und Ausschaltzeiten
- geringe Ladungseinkopplung
- auch Second Source Produkte lieferbar

### Schnittstellenbausteine

- RS-232 (V.24)
- RS-485 (V.11)
- EIA/TIA-562
- Apple-Talk
- unipolare Versorgungsspannung
- 0,1 µF/1 µF externe Ladungspumpenkondensatoren
- interne Ladungspumpenkondensatoren
- ± 15 kV ESD-Schutz
- galvanische Trennung im Baustein integriert
- große Anzahl von Treibern/Empfängern in einem Gehäuse

### Stromversorgungsbausteine

- Batterielade-ICs (NiCd, NiMH)
- Multifunktion ICs, Lösungen für:
  - 2 – 3; 5 – 6 oder 5 – 12 Batteriezellen
  - 2 oder 3 Eingangsspannungsquellen
- Automatische Quellenauswahl
- On-board Rückstellfunktion
- mehrere Ausgangsspannungen
- Linear- und Schaltregler kombiniert
- Ausgänge separat schaltbar
- Low-Side MOSFET-Treiber
- High-Side-MOSFET-Treiber
- Ladungspumpen-Spannungswandler
- geregelte Ausgangsspannung

- ungeregelte Ausgangsspannung
- Mikroprozessorüberwachungsschaltkreise
- Rückstellimpuls
- Totmannschaltung
- Chip Enable Gating
- Batteriumschaltung
- Power-Fail Funktion

### Spannungsdetektoren

- Unterspannung
- Überspannung

### Aktive Filter

- geschaltete Kapazitätsfilter
- analoge Filter
- µP-programmierbar
- anschlußprogrammierbar
- widerstandsprogrammierbar
- programmierbar durch Verändern der Taktfrequenz
- Design Software verfügbar

### Anzeigentreiber

- LCD
- LED

### Zähler & Zeitgeber

### Effektivwertwandler

## Epson Quartzprodukte

### Schwingquarze

#### Bedrahtete Quarze

- kHz Quarze im zylindrischen Gehäuse
- Uhrenquarze (32,768 kHz)
- MHz-Quarze (4,000 MHz bis 64 MHz) im zylindrischen Gehäuse

#### SMD-Quarze

- Uhrenquarze (32,768 kHz)
- Grundwellenquarze (17,730 MHz bis 40,000 MHz)
- MHz-Quarze (4,000 MHz bis 64,000 MHz)

### Quarzoszillatoren

- DIP-Gehäuse (1,025 MHz bis 64 MHz, kompatibel zum DIL-Metallgehäuse (Full Size/Half Size))
- SMD-Gehäuse (1,025 MHz bis 66,6667 MHz)
- Miniatur-SMD-Gehäuse (2,2167 MHz bis 70,000 MHz)

### Echtzeituhrenbausteine mit integriertem Quarz

- mit serielltem Bus
- mit 4-/8-Bit parallelem µP-Bus Interface
- zusätzliches 4-kByte RAM
- mit Batterieaufsatz
- DIP- und SMD-Gehäuse

# Keine Aufheizer erforderlich!

**SE**

Kompetent in Bauelementen.



## Frequenznormale ungeheizt 3 ppm!

Auf teure - über Heizelemente stabilisierte - Quarze (TCXOs) können Sie jetzt verzichten, denn die neuen Quarze **CA303H** und **MA406H** von SE Spezial-Electronic dringen in eine neue Dimension der Temperaturstabilität ungeheizter Quarze vor! Eine neu entwickelte Technologie von EPSON macht es möglich, daß die Gesamtabweichung der Frequenz über einen Arbeitsbereich

von 0°C bis +50°C nur  $\pm 3$  ppm beträgt! bei einer Nennfrequenz von 12 MHz entspricht dies einem absoluten Fehler von  $\pm 36$  Hz. Damit sind diese Quarze die idealen Frequenznormale für miniaturisierte Mobiltelefone, hochgenaue Frequenzzähler, Zeitmeßgeräte und andere Anwendungen, in denen ein stabiles Frequenznormal benötigt wird. Und dies zu einem Preis, der nur einem Bruchteil des Preises entspricht, der für einen beheizten Quarz zu zahlen ist.

Bestellen Sie ein Muster und überzeugen Sie sich selbst.

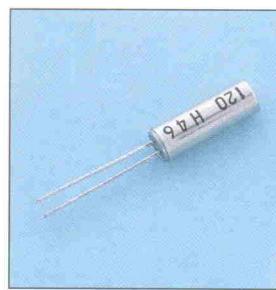


Bild oben:  
CA303H



Bild unten:  
MA406H

**EPSON**



Bitte senden Sie mir ein kostenloses Muster:

CA303H     MA406H

Gewünschte Quarzfrequenz:.....

Firma/Abt. ....

Name/Vorname ....

Straße ....

PLZ/Ort ....

Telefon ....

Fax ....

Meine Tätigkeit ....

Typ	Gehäuse	Frequenzbereich	Absolute Frequenzabweichung über Arbeitstemperaturbereich			Preis in DM (100+)
			0 °C - +50 °C	-10 °C - +60 °C	-20 °C - +70 °C	
CA303H	MetCyl	11,6 - 26,0 MHz	$\pm 3$ ppm	$\pm 5$ ppm	$\pm 7$ ppm	7,30
MA406H	SMD	11,6 - 26,0 MHz	$\pm 3$ ppm	$\pm 5$ ppm	$\pm 7$ ppm	9,50

**SE** Spezial-Electronic KG

31665 Bückeburg  
Zentrale  
Tel.: 05722/2030  
Fax: 05722/203120

73473 Ellwangen  
Tel.: 07961/90470  
Fax: 07961/904750

39015 Magdeburg  
Tel.: 0391/617170  
Fax: 0391/617112

81806 München  
Tel.: 089/4274120  
Fax: 089/428137

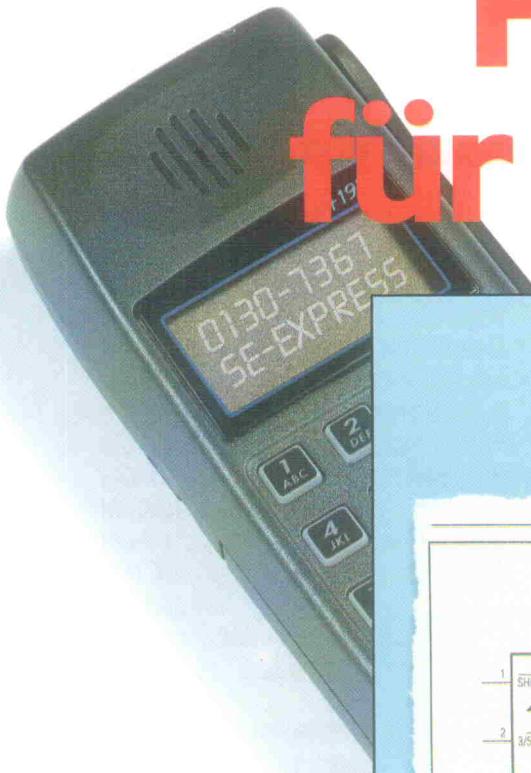
PL 44-100 Gliwice, Polen  
SE-UNIPROD LTD  
Ul. Sowinskiego 26  
Tel.: 0048/32-382034  
Fax: 0048/32-376459

GUS  
117571 Moskau  
Leninsky Prospekt 148  
Tel.: 007-095/433-67-33  
Tel.: 007-095/438-61-87

Tel.: 007-095/434-94-96  
Fax: 007-095/434-94-96  
Tel.: 007-812/275-38-60  
Tel.: 007-812/275-40-78  
Tel.: 007-812/272-24-71  
Fax: 007-812/273-21-85

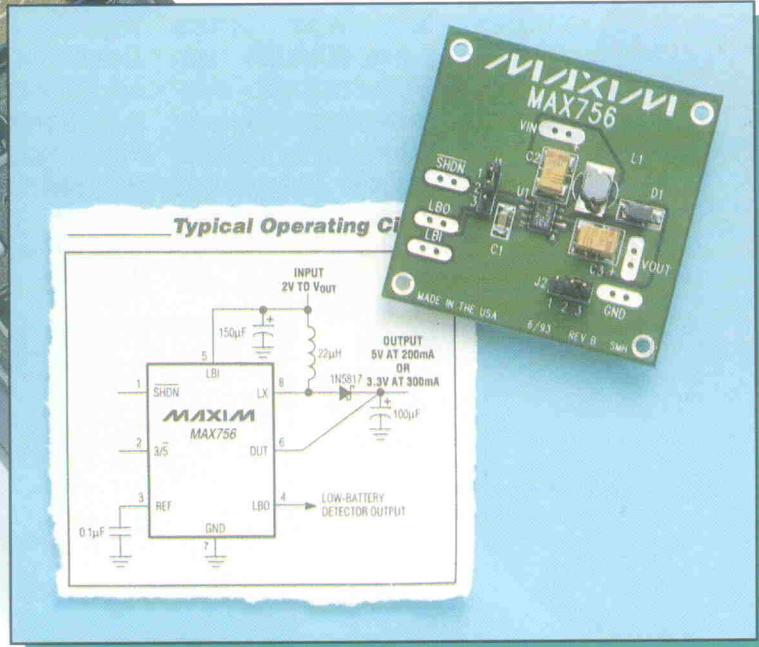
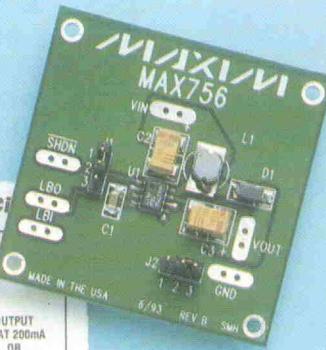
Unsere Hot Lines: Tel. 01 30 / 73 67 · Fax 01 30 / 66 14

# Power für Handys.



Die in CMOS-Technologie gefertigten Aufwärtsspannungsregler **MAX756** und **MAX757** wurden für Anwendungen mit niedrigen Eingangsspannungen bis hinab zu 1,1 V konzipiert. Somit sind sie bestens für batteriegespeiste Geräte geeignet.

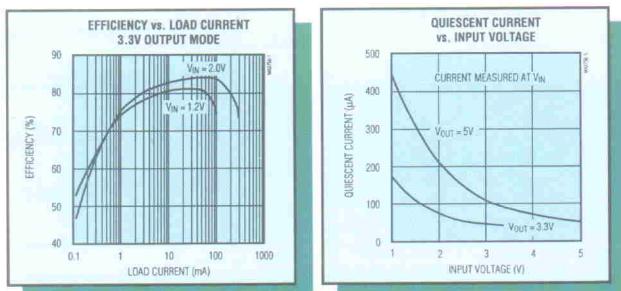
Der **MAX756** liefert aus einer Eingangsspannung von 1,1 V bis 5,5 V eine feste Ausgangsspan-



nung. Über einen Anschluß des **MAX756** kann wahlweise die Spannung von

3,3 V oder 5 V eingestellt werden. Bei 3,3 V-Ausgangsspannung beträgt der Ausgangsstrom 300 mA, bei 5 V wird ein Strom von 200 mA geliefert. Die Ausgangsspannung des **MAX757** ist im Bereich von 2,7 V bis 5,5 V einstellbar, der Eingangsspannungsbereich reicht von 1,1 V bis 6 V. Bei voller Ausgangslast ist der Wirkungsgrad des **MAX756/757** größer als 87%.

Zur externen Beschaltung werden lediglich eine Induktivität, eine Schottky-Diode und drei Kondensatoren benötigt. Wie für viele andere MAXIM-Bausteine ist auch für den **MAX756** ein fertig bestückter Bausatz mit der Typenbezeichnung **MAX756 EVKit-SO** verfügbar. Für Ihre Low-Power-Anwendungen fordern Sie bitte unsere neue ProduktNews - "Low-Power Notebook ICs" - an.



**Spezial-Electronic KG**

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

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

39015 Magdeburg  
Tel.: 03 91/61 71 70  
Fax: 03 91/61 71 12

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

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

GUS  
117571 Moskau  
Leninsky Prospekt 148  
Tel.: 007-095/433-67-33  
Tel.: 007-095/438-61-87  
Fax: 007-095/434-94-96

GUS  
191104 St. Petersburg  
Ul. Ryleewa 3/(21)  
Tel.: 007-812/275-38-60  
Tel.: 007-812/275-40-78  
Tel.: 007-812/272-24-81  
Fax: 007-812/273-21-85

Unsere Hot Lines: Tel. 0130-7367 · Fax 0130-6614

# Wetterbericht

## Wetterstation Teil 2: Der Ozonsensor

Otmar Feger

Der mit Abstand interessanteste Umweltparameter, den die Wetterstation erfassen kann, ist mit Sicherheit die Ozonkonzentration. Zum einen wegen der aktuell geführten Debatte um Fahrverbote bei der Überschreitung von Grenzwerten und zum anderen wegen des ungewöhnlichen Sensors.



Projekt

Das hier beschriebene Ozonmeßverfahren basiert auf dem Ozonsensor TGS590. Ich beschreibe zuerst kurz die Theorie der Gasabsorption, die technischen Eigenschaften des Sensors TGS590 sowie die Realisierung der Hardware und die Anforderungen beim Betrieb eines Ozonmeßgerätes. Anmerkungen zu den besonderen Randbedingungen der Ozonmessung beschließen diesen Beitrag.

### Die Gasabsorption

Gassensoren basieren vorwiegend auf gesintertem Zinndioxid, welches Gase durch den Anstieg der elektrischen Leitfähigkeit erkennt. Dabei werden die reduzierenden Gase an der Sensoroberfläche absor-

biert. Sobald der Sensor auf eine Temperatur von ca. 400 °C aufgeheizt ist, fließen freie Elektronen leicht durch die Korngrenzen der Zinndioxid-Partikel ( $\text{SNO}_2$ ), allerdings nur, wenn kein Sauerstoff vorhanden ist. In reiner Luft wird Sauerstoff an der Zinndioxid-Oberfläche absorbiert, so daß eine Potentialsperrre an den Korngrenzen entsteht. Diese Potentialsperrre begrenzt den Elektronenfluß, welcher zu einer Erhöhung des elektrischen Widerstandes führt. Wenn der Sensor einer Luftpumpe mit reduzierenden Gasen, zum Beispiel brennbare Gase, CO usw., ausgesetzt wird, absorbiert die Zinndioxid-Oberfläche diese Gasmoleküle und verursacht eine Oxidation. Dieses reduziert die Potentialgrenze und

gestattet einen leichteren Elektronenfluß, der elektrische Widerstand sinkt. Die Reaktion zwischen Gas und Oberflächensauerstoff ist von der Temperatur des Sensorelements und der Aktivität des Sensormaterials abhängig. Es gibt Sensoren mit verschiedenen Querempfindlichkeiten, wobei jeweils die Kombination von Temperatur und Material ausschlaggebend ist.

### Ozonsensor TGS590

Der TGS590 arbeitet nach einem katalytischen Prinzip. Er ist in Dünnschichttechnik aufgebaut und wird mit einer Puls-Heizmethode betrieben. Heizezeiten und Spannungen sind sehr genau einzuhalten. Werden diese Toleranzen überschritten,

kann der Sensor zerstört werden. Zigarettenrauch zerstört den Sensor ebenfalls. Der Betrieb des TGS590 wird durch eine Reinigungsphase (Heat cleaning) mit erhöhtem Heizstrom und durch eine Stabilisierungsphase eingeleitet. Bild 1 zeigt die Betriebsdaten des Sensors.

## Die Schaltung zum Sensor

Bild 3 zeigt die Hardware-Realisierung. Zum Betrieb des Sensors sind die drei Spannungen 0 V, 0,6 V (Meßphase) und 0,8 V (Heizphase) erforderlich. Diese Spannungen lassen sich über die zwei Ausgänge eines µC ein- beziehungsweise ausschalten. Die Schaltspannung wird über die als Regler geschalteten Bausteine LM324N und BST72A konstant gehalten. Die Versorgungsspannung des Sensors ist eine über den Spannungsreglerbaustein 317LZ aus 9 V gewonnene 3,5-V-Spannung.

Die an Pin 2 des Sensors abgenommene Spannungsänderung wird über den als Impedanzwandler geschalteten LM324A auf den Analogeingang AN0 des 80C553 gegeben. Dieser wandelt die Spannung mit 10 Bit Auflösung.

Das zentrale Betriebsproblem des TGS590 ist das Timing und die Einhaltung der Spannungswerte. Der Einsatz muß wie folgt ablaufen:

- Heizphase (cleaning): Die Heizspannung wird für drei Minuten auf 0,8 V gesetzt.

- Stabilisierungsphase: Die Heizspannung wird für drei Minuten auf 0 V gesetzt.
- Meßphase: Die Heizspannung wird für 3 Sekunden auf 0,6 V gesetzt.
- Pause: Die Heizspannung wird für die Pausendauer (üblicherweise eine Stunde) auf 0 V gesetzt.

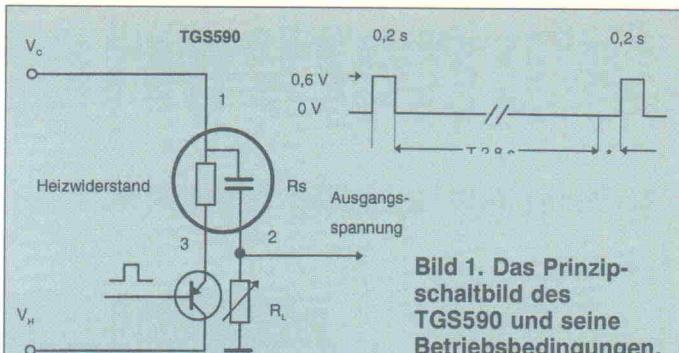
Nach der Wandlung linearisiert das Programm die Kennlinie, stellt die Verstärkung ein und rechnet das Ergebnis auf  $\mu\text{g}/\text{qm}^3$  um.

## Ozonmessung: keine Kleinigkeit

Die Messung von Gasen und besonders auch von Ozon ist viel schwieriger als beispielsweise die der Temperatur. Es sind folgende Gesichtspunkte zu beachten.

Vor einer Messung der Absolutwerte ist ein Nullpunktabgleich mit reiner Luft erforderlich. Man gewinnt sie durch 'Vorschalten' eines Aktivkohlefilters. Ein anderes Abgleichverfahren wäre, einen Raum über Nacht geschlossen zu halten. Hier hat sich in diesem Zeitraum das Ozon vollständig abgebaut. Eine weitere Methode besteht im Abdecken des Sensors mit einer Folie, wobei davon auszugehen ist, daß nach einer Heiz- und Stabilisierungsphase das Ozon innerhalb des Sensorgehäuses ebenfalls hinreichend abgebaut ist.

Das Hauptproblem bei Gasensoren ist die Eichung beziehungsweise Kalibrierung. Es



**Bild 1. Das Prinzipschaltbild des TGS590 und seine Betriebsbedingungen.**

Symbol	Werte	Bemerkung
Reinigungsheizung	$V_{HC}, T_{HC}$	$0.8 \pm 0.02 \text{ V}, 180 \pm 3 \text{ s}$ kontinuierlich
Heizung	$V_H$	$0.6 \pm 0.02 \text{ V}$ Puls
Pulsdauer	$T_{ON}$	$0.2 \pm 0.02 \text{ s}$ Puls
Pulsintervall	$T$	$3.0 \pm 0.03 \text{ s}$ Puls
Betriebsspannung	$V_C$	$2 \text{ V}$ max. 5 V
Ladewiderstand	$R_L$	$10 \text{ k}\Omega$ max. 80 k

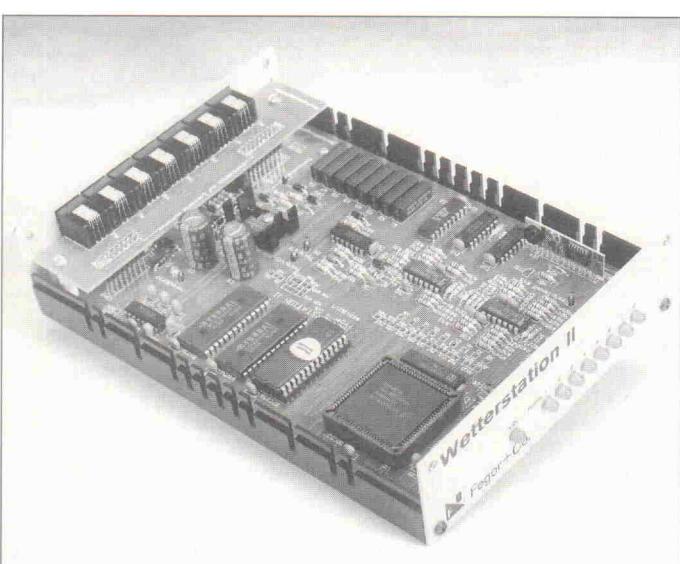
  

Bedingung	Spezifikation
Sensorwiderstand in der Luft	reine Luft $1 \equiv 20 \text{ k}\Omega$
Sensorwiderstand in Ozon	100 ppb/Luft nicht spezifiziert
Änderung des Widerstandsverhältnisses	RS(Ozon 12 ppb) Luft $1.5 \equiv 3 \Omega$
Heizwiderstand	Raumtemperatur
Heizleistung	Effektivwert $10.5 \pm 1 \Omega$
	$1.1 \text{ mW}$

gibt aufwendige Ozonmeßverfahren, die eine Vergleichsmessung zulassen. Hat man kein solches Gerät verfügbar, ist man auf die verbreitet anzutreffenden Meßstationen angewiesen. Diese Vergleiche lassen eine ungefähre Kalibrierung zu. Nach unseren Beobachtungen entsprechen nach einer solchen Kalibrierung die Tagesverlaufskurven weitgehend den über Rundfunk, Fernsehen und Zeitungen bekannten Werten.

Weiterhin sind folgende Fehlerquellen zu berücksichtigen:

- Sensoren dieser Art sind, genauso wie Halbleitersensoren, bestimmten Fertigungsstreuungen unterworfen. Diese beziehen sich auf Empfindlichkeit, Offset, Temperaturabhängigkeit und Linearität. Diese Streuungen kann man durch Messen des Innenwiderstands nur zum Teil ermitteln.
- Die vorgeschriebenen Betriebsbedingungen mit ihren strengen Toleranzforderungen sind sehr genau einzuhalten. Das erfordert genaue Regler und eventuell zusätzliche Abgleichmöglichkeiten. Das Meßergebnis wird als geringe Spannungsschwankung abgegriffen, gewandelt und digital weiterverarbeitet. Der A/D-Wandler selbst unterliegt einer ganzen Reihe von Fehlermechanismen (Quantisierungs-, Offset-, Verstärkungs-, Linearitätsfehler usw.), die hier im einzelnen nicht diskutiert werden können.
- Der Sensor ist in hohem Maße temperaturabhängig. Je niedriger die Temperatur, um so höher die scheinbar gemessene Ozonkonzentration. Diese Abhängigkeit ist als Kurve zu ermitteln und mittels Software zu korrigieren. In Bild 3 wird die Tempera-



**Bild 2. Die fertig aufgebaute Umwelt-Meßstation.**

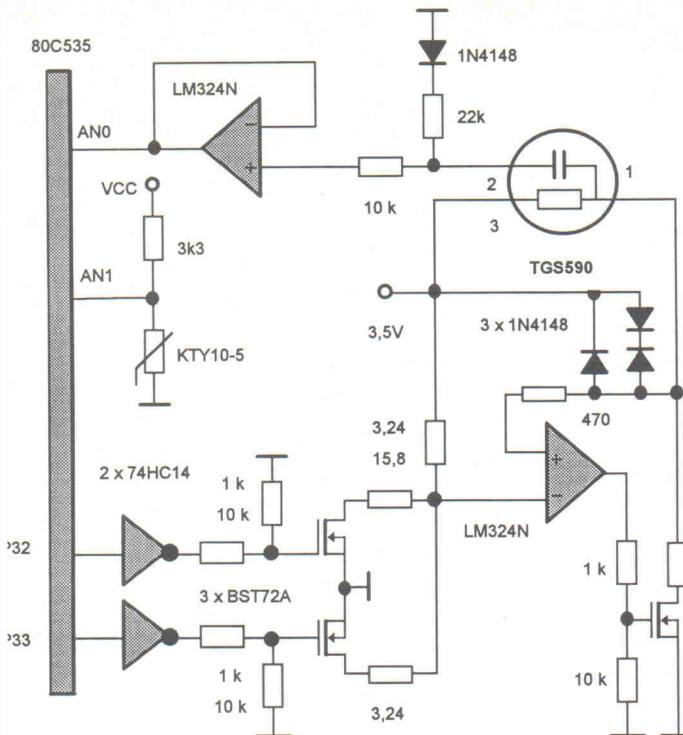


Bild 3. Die Beschaltung des Ozonsensors.

tur über den KTY10-5 und den Analogeingang 1 ermittelt und liefert die zur Temperaturkompensation erforderlichen Daten.

– Des weiteren hat sich nach mittlerweile einjährigem Einsatz des Sensors eine sehr hohe Empfindlichkeit gegenüber anderen Luftschadstoffen, die sich auf dem Element ablagern, herausgestellt. Diese Ablagerungen zwingen dazu, den Sensor etwa in halbjährigen Abständen nachzukalibrieren.

Trotz dieser Einschränkungen hat sich das hier vorgestellte Verfahren – bei sachgemäßer

Anwendung – sowohl für eine Trend- als auch Quantitätsanzeige gut bewährt.

Die Bezugsquelle der hier beschriebenen Wetterstation ist:

Feger & Co  
Marienstr. 1  
83301 Traunreut  
0 86 69/1 36 99  
0 86 69/1 36 99

Informationen zum Ozonsensor liefert die Firma:

UNITRONIC  
Mündelheimer Weg 9  
40472 Düsseldorf  
0 211/9 51 10  
0 211/9 51 11 11

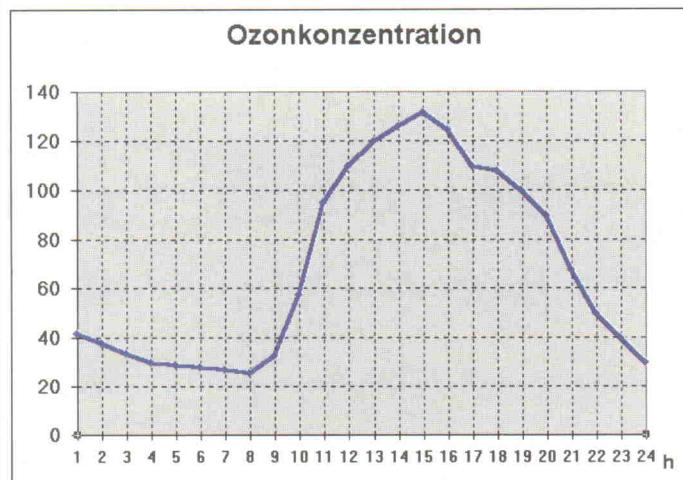


Bild 4. Die typische 'Ozon-Kurve' einer Messung über 24 Stunden.

## 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

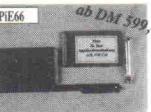


- Multifile-Editor - Projekt-Manager unterstützt die meisten C/ASM
- On-line-help für C und CPU - Disassembler
- Echtes Source-Tracking in C/ASM - Watches in C-Syntax
- Breakpoints (Blockdeicing Out-of-Code) - Trace im Source
- Performance-Analytiker - Memory-Dump
- Pods für die meisten Derivate (preisgünstig)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



### Plug-in-Emulatoren

- PC-Hardware-Simulatoren für 805x, 80166 und 80198 µC
- Echter PC-Coprozessor
- Programm läuft in Echtzeit
- PC-Interface über DRAM
- Hardwaremäßig erweiterbar



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

### Mikrocontroller-Module

- Kleine komplexe Mikrocomputer-Systeme einsetzbar als Bauteil in jeder Anwendung.
- Verfügbar mit populären µC (80C53x, 80C552, 80C592, 80C166, 80C196, 68HCxx)



- z.B. Enhanced-Serial-Control-ler mit Siemens-Chip ESC2
- PC-Board für high-speed serielle Kommunikation (HDLCL Protokoll)
- 2 unabhängige Kanäle
- On-board RS485-Treiber

### Systemlösungen

- 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!

### OKI



### MICRO CONTROLLER & MICRO PROZESSOREN

## UNITRONIC

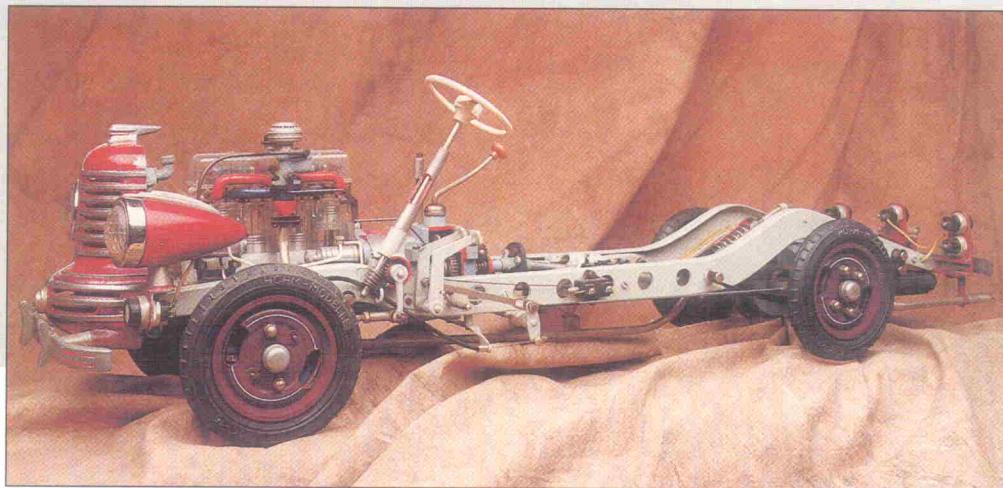
Elektronische Bauelemente  
Geräte • Systeme • Peripherie

Hauptsitz, 40472 Düsseldorf, Mündelheimer Weg 9, Tel.: 0211/95 11-0, Fax: 0211/95 11-111  
VK.-Büro Berlin, 13585 Berlin, Eiswerderstraße 18/Gebäude 129, Telefon: 030/3 36 20 54  
VK.-Büro Nord, 31785 Hameln, Kaiserstraße 59, Telefon: 0 51 51/87 07 10  
VK.-Büro Mitte 61203 Reichelsheim, Goethestraße 42a, Telefon: 0 60 35/9 00 10-0  
VK.-Büro Südwest, 70794 Filderstadt, Echterdinger Straße 111, Telefon: 07 11/70 40 11  
VK.-Büro Ost, 07551 Gera, Am Schafgraben 8, Telefon: 03 65/7 30 00 4-0

# LON-Testdrive

## Einstiger-Kit für LON, Teil 4: Hardware und Implementierung

Projekt



Peter Heusinger,  
Frank Mayer,  
Karlheinz Ronge,  
Gerhard Stock

**Das 'Fahrgestell' für das LON-Testdrive stellen Trägerplatinen mit Spannungsversorgung, dem Interface zum PC, einem Lochrasterfeld für Hardwareerweiterung sowie Steckverbindungen zum Twisted-Pair-Bus dar. Daß kein Knoten falsch verbunden wird, stellt ein Binding-Editor sicher.**

**S**chwerpunkt des vierten Teils über das LON-Testdrive ist der Aufbau und die Inbetriebnahme der Hardwarekomponenten sowie eine Vorstellung der Netzwerkmanagementsoftware der Firma Gesytec. Dieses Programm ermöglicht seinem Benutzer, die Knoten eines bestehenden Netzwerks zu erfassen, Informationen der vorhandenen Knoten abzufragen, Netzwerkvariablen verschiedener Knoten zu lesen und zu schreiben und schließlich Netzwerkvariablen verschiedener physikalischer Knoten miteinander zu verknüpfen. Zunächst folgen die beiden noch fehlenden Knoten-

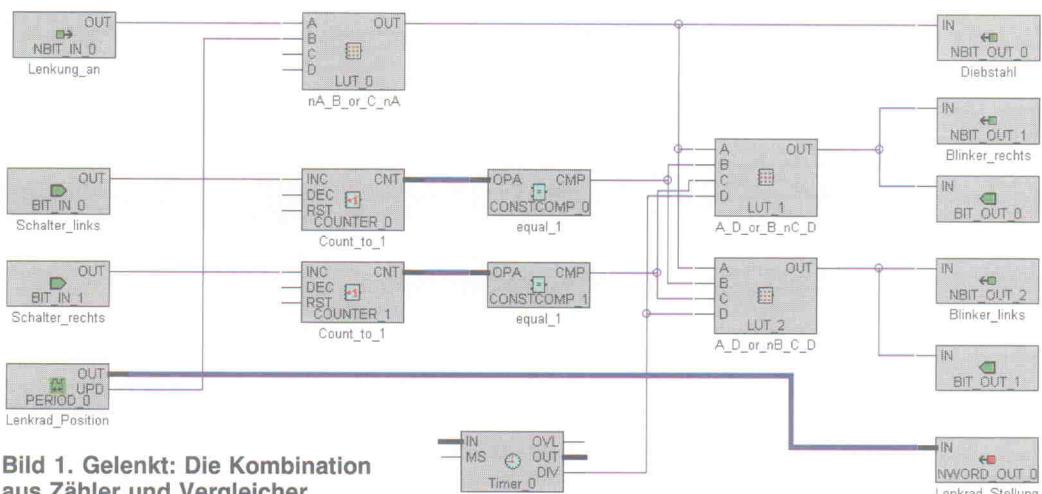
schaltpläne des Beispielprojekts Autoelektronik.

### Lenkradknoten

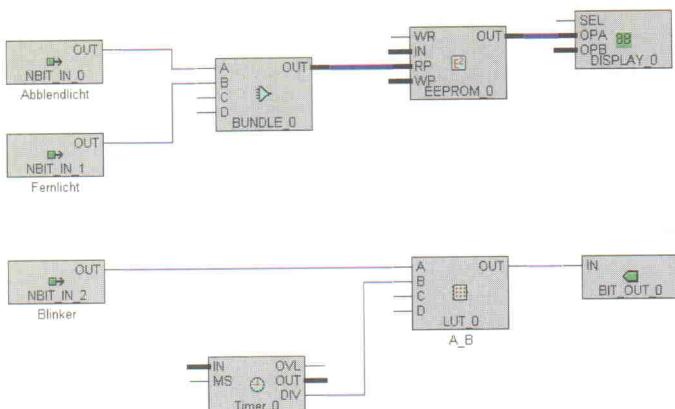
Der Lenkradknoten (Bild 1) hat die Aufgabe, das Lenkradsystem eines Kraftfahrzeugs nachzubilden. Direkte Eingabegrößen in den Knoten sind der aktuelle Lenkradwinkel, der als analoge Größe mit dem Periodeneingang eingeht, sowie die beiden Schalter 'Blinker links' und 'Blinker rechts', die mit dem Blinkerhebel betätigt werden. Die Netzwerkvariable *Lenkung\_an* aktiviert den Zündschloßknoten, wenn die Zündung eingeschaltet ist und steu-

ert in erster Linie die Alarmfunktion. Die beiden Zähler nach den Blinkerschaltern erfassen das Einschalten des jeweiligen Tasters, da sie auf eine steigende Flanke reagieren.

Beide Zähler besitzen den Maximalwert 1, so daß sie nach einer zweiten Ansteuerung automatisch auf Null zurückgesetzt werden. Die darauffolgenden Konstantenvergleicher werden aktiv, wenn der jeweilige Zähler auf Eins steht. Die LookUp-Tabelle nach der Netzwerkvariable *Lenkung\_an* wird aktiv, wenn die Zündung abgeschaltet ist und das Lenkrad bewegt wird, also ein neuer Lenkradwert ein-



**Bild 1. Gelenkt:** Die Kombination aus Zähler und Vergleicher fungiert im Lenkradknoten als Flankenerkenner – ein Tippen auf die Schalter aktiviert oder deaktiviert die Blinker.



**Bild 2. Geblinkt: Das EEPROM enthält die Anzeigmuster für verschiedene Zustände des Scheinwerferknotens.**

gelesen wird. Ihr Ausgang setzt einerseits die Diebstahl-Netzwerkvariable, andererseits sorgt er dafür, daß beide Blinklichter aktiviert werden.

Die Rückkopplung des Look-Up-Table-Ausgangs auf den Eingang C bewirkt, daß der Ausgang so lange 'high' bleibt, bis man die Zündung betätigt. Der Timer auf dem Schaltplan erzeugt ein periodisches Takt-Signal für die geforderte Blinkfunktion. Dieses Signal wird über die jeweilige LookUp-Tabelle bei entsprechender Blinkschalteraktivierung auf die Blinkerleuchtdioden und die zugehörigen Ausgangsvariablen gegeben.

## Scheinwerferknoten

Der Scheinwerferknoten (Bild 2) bildet das Verhalten eines Scheinwerfers nach. So dient die abgebildete LookUp-Tabelle zusammen mit dem Timer-Modul dazu, die Leuchtdiode bei aktiver Netzwerkvariable *Blinker* zum Blinken zu bringen. Da aber *Blinker* schon im Lenkradknoten abwechselnd aktiviert und deaktiviert wird, ist dieser Schaltungsteil eigentlich überflüssig, und es genügt, die Netzwerkvariable direkt mit dem Leuchtdiodenausgang zu verbinden.

Den Zustand der Scheinwerfer gibt eine Siebensegmentanzeige wieder. Die Darstellung ist vom Zustand der beiden Netzwerkvariablen *Abblendlicht* und *Fernlicht* abhängig. Ein EEPROM-Modul, das beim Konfigurieren des Knotens mit festen Werten geladen und während des Betriebs nur ausgelesen wird, stellt die einfachste Möglichkeit dar, die verschiedenen Darstellungsmuster für die Anzeige zu erzeugen. Die Leseadresse für das

und die Inbetriebnahme der zugehörigen Hardware geht, folgt zunächst ein Überblick über die einzelnen Komponenten, die zum LON-Testdrive gehören.

## Hardware

Das LON-Testdrive besteht in seiner Minimalversion neben der Steuersoftware aus drei Netzwerkknoten, von denen sich einer – der NMK – um das Netzwerkmanagement kümmert. Der NMK residiert auf einer Platine, die mit allen notwendigen Verbindungssteckern versehen ist (Bild 3). Zum einen findet sich ein 25poliger Sub-D-Stecker, der direkt oder über eine maximal 10 cm lange Verlängerung Kontakt mit der parallelen Schnittstelle eines PC aufnimmt. Des Weiteren enthält das Board den Konnektor für die Verbindung zum Netzwerk sowie eine 3,5-mm-Klinkenbuchse zum Anschluß eines Steckernetzteils (ca. 12 VDC, 300 mA).

## Knotenkante

Pin	Funktion
1	NC
2	IO0
3	GND
4	IO1
5	GND
6	IO2
7	GND
8	IO3
9	/RESET
10	IO4
11	IO5
12	+5V in
13	IO6
14	IO9
15	IO7
16	IO10
17	IO8
18	/SERVICE

dungen zum Netzwerk und zur Spannungsversorgung.

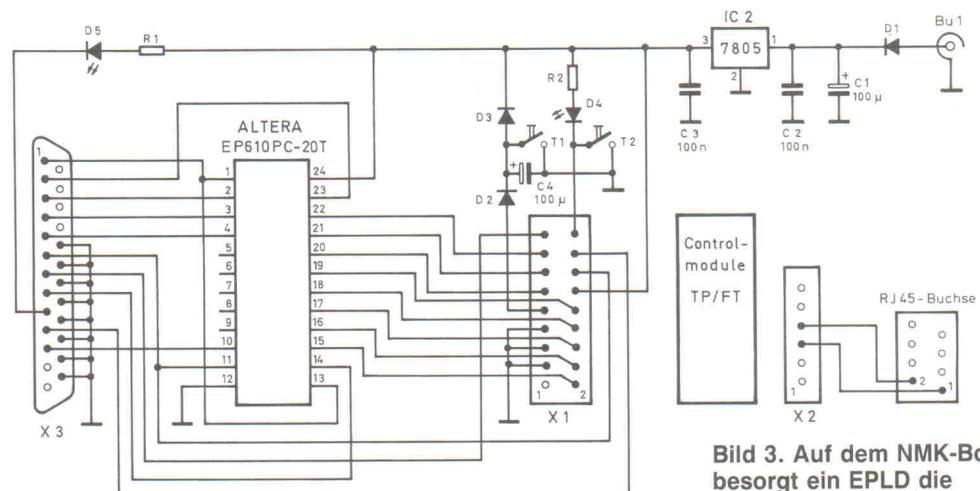
Auf beiden Boards setzt der Taster T1 (Reset) bei Bedarf den Knoten zurück. Die Leuchtdiode D4 blinkt nach einem entsprechenden Befehl über die Konfigurationssoftware ('Wink') und erleichtert damit das Auffinden einzelner Knoten in einem weitverteilten System. Zudem zeigt die LED mittels unterschiedlicher Blinkmuster verschiedene Node-Zustände an. Nach einem Druck auf den Taster T2 sendet der Knoten ein Managementtelegramm, anhand dessen der

EEPROM-Modul erfolgt durch das Zusammenfassen der beiden Netzwerkvariablen zu einem 16-Bit-Wert über das Bundle-Modul. Das EEPROM wird in den ersten vier Adressen mit folgenden Werten initialisiert:

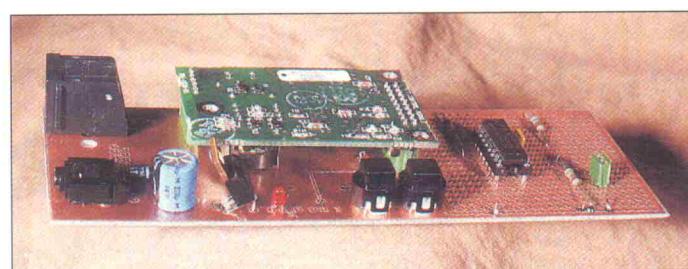
### Adresse Wert

0	1111
1	1100
2	1010
3	1010

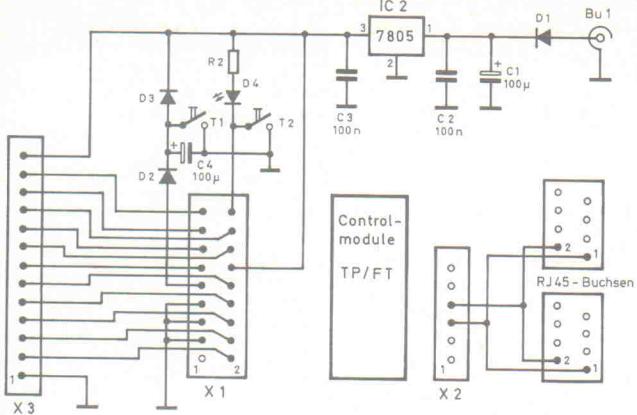
Damit ist die Funktionalität aller vorgestellten Knoten des Beispielprojekts in Form von Schaltplänen beschrieben. An dieser Stelle sieht man schon, daß man mittels des Testdrive durchaus auch komplexe Funktionen in kurzer Zeit realisieren kann. Bevor es an den Aufbau



**Bild 3. Auf dem NMK-Board besorgt ein EPLD die Umsetzung zwischen dem unidirektionalen PC-Druckerport und dem bidirektionalen Parallel-I/O-Objekt des LON-Control-Moduls.**



**Bild 4. Peripherie Schaltungen wie D/A-Wandler oder LED-Treiber finden auf dem Lochrasterfeld der Knotenplatine ihren Platz.**



**Bild 5. Doppelspiel:** Die Knotenplatine verfügt über zwei RJ45-Buchsen, damit man den Twisted-Pair-Bus ohne T-Stück 'anzapfen' kann.

NMK den Node eindeutig identifizieren kann.

Beim probeweisen Aufbau mit kleiner Ausdehnung darf man das Netz auch ohne Busabschluß betreiben. Soll das Testdrive aber über größere Busstrecken störungsfrei laufen, ist eine Terminierung für jedes Leitungsende (Bild 6) angezeigt.

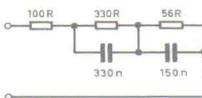
Für die externe Beschaltung der vorgestellten Applikationsknoten des Beispielprojekts sind ein Periodenmodul, ein D/A-Umsetzer-Modul oder ein Display-Modul vorgesehen. Die folgenden Beschaltungshinweise sollen helfen, die Applikationsplatine entsprechend zu bestücken und zu verschalten.

## D/A

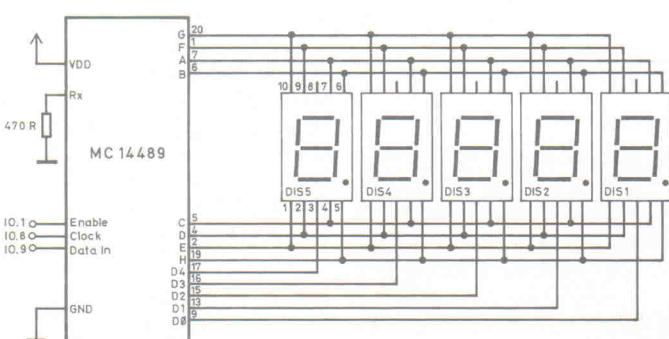
Kommt in einem Schaltplan das D/A-Umsetzer-Modul zur Anwendung, muß die Hardware mit einem MAX 512 realisiert wer-

den. Dieser erhält seine Befehle von den drei Ein-/Ausgabe-Pins IO.8 (SCLK), IO.9 (DIN) und IO.1 (CS) des Neuron-Chips. Der MAX 512 enthält drei 8-Bit-D/A-Umsetzer, die jeweils über den entsprechenden Symbolen im Funktionsplan angesprochen werden. Die Ausgänge A und B besitzen eingebaute Spannungsfolger, welche mit maximal 10 mA belastbar sind. Dabei muß man allerdings einen Spannungsabfall von bis zu 600 mV an den Innenwiderständen der Ausgänge hinnehmen.

Die Verwendung des Ausgangs C erfordert in jedem Fall einen externen Treiber, da dieser Ausgang keinen internen Spannungsfolger besitzt. Er ist nur minimal belastbar. Die Eingänge REFAB und REFC dienen als Referenzspannungseingang. Hier sollte eine Spannung, die unterhalb der Versorgungsspannung liegt, angeschlossen werden. Toleriert die Applikation

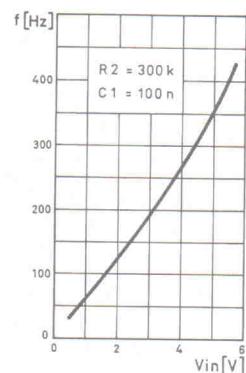
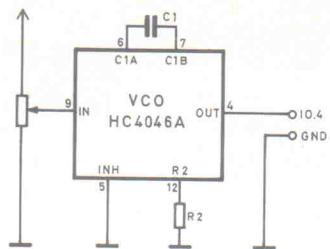


**Bild 6.** Bei einer Ausdehnung des Testdrives über den Labortisch hinaus sollte man an den Busleitungsenden einen Abschluß vorsehen.



**Bild 7.** Die Darstellung von Zahlen übernimmt ein vom Neuron seriell angesteuerter Displaytreiber.

auch eine längere Einschwingzeit des Ausgangssignals bei einer Signaländerung, dann darf man die Referenzeingänge direkt mit der Versorgungsspannung verbinden. Die Signale GND und VSS werden mit der Schaltungsmasse verbunden. Zur Versorgung benötigt der D/A-Wandler eine Spannung von 5 Volt an VDD. Detaillierte Informationen enthält das Datenblatt des Bausteins.



**Bild 8. Analoge Spannungen** erfaßt ein Testdrive-Knoten indirekt über die Periodendauermessung eines VCO-Ausgangssignals.

waremodule aufgerufen. Die Funktion der einzelnen Softwaremodule werden nun im einzelnen detaillierter beschrieben.

Die *Netzwerkerfassung* ermöglicht das Einlesen eines Netzwerks. Nach einem Klick auf den Menüknopf analysiert der PC das Netzwerk und zeigt alle gefundenen Knoten mit ihrer Netzwerk-ID in einer Liste an (Bild 9). Mittels des Upload-Buttons kann man von jedem angezeigten Knoten weitere Informationen einlesen und in einer internen Datenbank ablegen. Diese Datenbank dient als Basis für alle weiteren Arbeiten mit der Netzwerkmanagementsoftware.

Die *Knoten-Information* (Bild 10) dient zur Ein- und Ausgabe von Knotendaten. Sie gliedert sich in einen aktiven (Eingabe) und einen passiven Teil (Ausgabe). In der Tabelle 'Knotendaten' gibt das Programm folgende Informationen aus:

- die Neuron-ID,
- einen Identifikationstext,
- den Standort,
- das subnet und
- die Knotennummer.

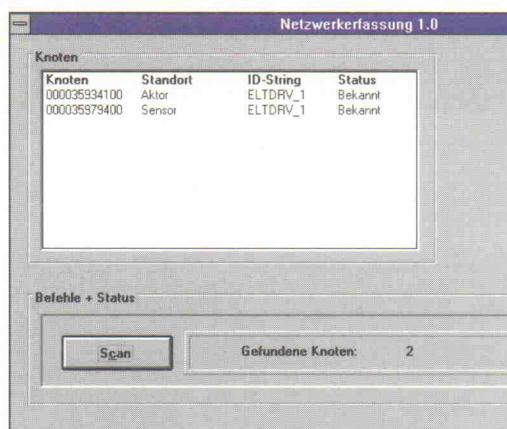
Weitere Knöpfe ermöglichen dem Bediener, einen Knoten online oder offline zu schalten oder in einen definierten Startzustand zurückzusetzen (Reset).

## NV-Übersicht

Die NV-Übersicht (Bild 11) dient zum Schreiben und Lesen von Netzwerkvariablen. Sie stellt ein Hilfsmittel für das Austesten von einzelnen Knoten dar. In der Knotenliste zeigt die Software alle im Netzwerk gefundenen Nodes mit ihrer Knoten-ID und einem Standort an. Den Standort muß man im oben beschriebenen Knoteninformationsmodul mit einer eindeutigen Standortkennung für jeden einzelnen Knoten versehen, damit man diese im Bindeeditor auseinanderhalten kann. Danach muß das Netzwerk neu geladen werden, damit die interne Datenbank des Konfigurationstools aktualisiert wird.

Wählt man einen Knoten in der Liste an, dann zeigt die Netzwerkvariablenliste alle für diesen Knoten verfügbaren Variablen an. Dabei ist zu beachten, daß die Variablen *CfgIn*, *CfgOut* und *CfgREQIn* zur Applikationsprogrammierung dienen und vom Benutzer nicht verändert werden dürfen. Neben diesen Variablen erscheinen immer alle vier bitorientierten Ein- und Ausgabe- sowie alle vier wortorientierten Ein- und Ausgabevariablen der Testdrive-Knoten. Es macht dabei nur Sinn, die im Applikationsschaltplan verwendeten Netzwerkvariablen zu lesen respektive zu schreiben.

Mit dem NV-Editor-Button startet man den Applikationseditor für den jeweils ausgewählten Node. Mit diesem Tool erstellt man das Anwendungsprogramm in Form eines Funktionsplans und lädt es in den Knoten herun-



**Bild 9. Schnüffler:** Die Netzwerkerfassung tastet das LON auf angeschlossene Knoten ab.

ter. Nach der Programmierung muß der Applikationseditor wieder geschlossen werden.

### Bindeeditor

Der Bindeeditor dient zur Erstellung einer internen Verbindungsliste, die angibt, welche Netzwerkvariable mit welchen anderen Netzwerkvariablen kommunizieren soll (Bild 12). In der Knotenliste erscheinen wie bei den anderen Modulen alle verfügbaren Nodes. Die einzelnen Knoten kann man lediglich über ihre Location-ID unterscheiden. Deshalb sollte jede Einheit eine eigene Location-ID (z. B. den Namen des zugehörigen Funktionsplans) erhalten.

Wählt der Nutzer einen Knoten an, dann zeigt die Software eine Liste mit Namen 'Verbindungen' der zugehörigen Netzwerkvariablen in der NV-Liste. Mittels dieser Liste kann man nun eine neue Verbindung erzeugen.

Diese erhält einen Namen, beispielsweise *Fernlicht*. Mit dem 'Hinzufügen'-Button verknüpft man eine Netzwerkvariable mit dieser Verbindung. Auf gleiche Weise können weitere Netzwerkvariablen in diese Verbindung eingefügt werden. Zusätzlich ist es natürlich auch möglich, sie zu löschen, einer bestehenden Verbindung einen neuen Namen zu geben oder bestimmte Netzwerkvariablen aus einer bestehenden Verbindung zu entfernen.

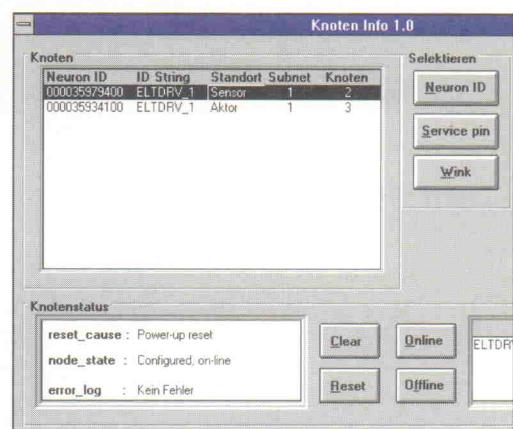
Der Binder bereitet die durch den Bindeeditor vorgegebenen Informationen über Verbindungen zwischen den einzelnen Knoten des Netzwerkes so auf, daß dieses 'Kompilat' anschließend durch einen Download in das Netzwerk heruntergeladen werden kann.

Mit diesem abschließenden Schritt wird das ganze Netz verbunden. Es nimmt direkt da-

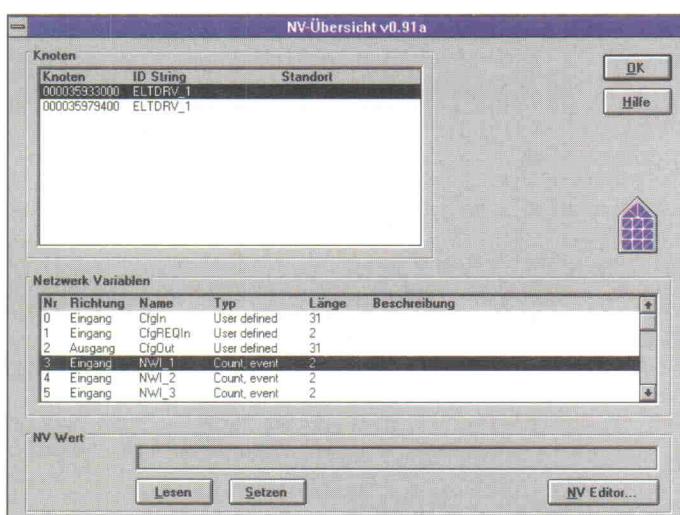
nach den Betrieb auf. Dazu schreibt die Funktion die Verknüpfungsinformationen über das Netz in die einzelnen Knoten und legt damit das Netzwerkverhalten fest.

### Resümee

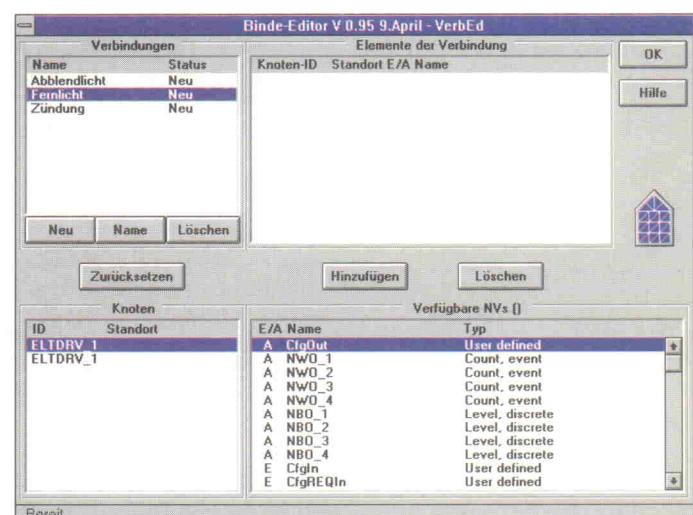
Im Verlauf der Serie wurde deutlich, welchen technischen und wirtschaftlichen Stellenwert eine dezentrale Lösung mit Hilfe von Feldbusssystemen wie dem von Echelon in fast allen Bereichen moderner Elektronik mittlerweile besitzt. Nicht ohne Grund arbeiten weltweit bereits über 1400 Firmen mit LON, wobei ein stark zunehmender Trend zu beobachten ist. Wir hoffen, daß wir Ihnen als Leser der Zeitschrift *ELRAD* diese zukunftsträchtige Technologie etwas näherbringen konnten – nicht zuletzt durch das LON-Testdrive, das auch für Unentschlossene einen leichten Einstieg ermöglicht. ea



**Bild 10. Zugriff:** Über die Knoten-Info kann man einzelne Nodes für Servicezwecke von Hand beeinflussen.



**Bild 11.** Die NV-Übersicht zeigt zu jedem Knoten die enthaltenen Netzwerkvariablen an. Dabei kann man diese online lesen oder setzen.



**Bild 12.** Mittels des Bindeeditors definiert man Verbindungen zwischen den Netzwerkvariablen. Damit wird aus alleinstehenden Knoten eine dezentrale Steuerung.

# DSO-Report

Acht digitale Speicheroszilloskope von 1600 DM bis 9000 DM im Praxistest

Test



Eckart Steffens

Sie spielen nach wie vor in der oberen Riege des Meßgerätemarktes: die DSOs (digitale Speicher- oszilloskope).

Welche Möglichkeiten bieten sie, wie heben sie sich von konventionellen Geräten ab, und was kann man von ihnen erwarten? Wir haben einige typische Vertreter der modernen DSOs zur Vorstellung gebeten.

Wichtiges Kriterium und Leistungsmerkmal ist auch beim DSO die Bandbreite, die zumeist in den Bereich von 100 bis 200 MHz fällt: das sind Geräte, die sich universell für alle Anwendungen eignen. Bandbreiten über 400 MHz kennzeichnen Laborgeräte für Entwickler, Geräte mit geringeren Bandbreiten als 100 MHz werden zumeist als Serviceoszilloskope und für den Werkstattbedarf eingesetzt. Dennoch, Bandbreite ist nicht alles; es gibt eine Anzahl weiterer wichtiger Kenngrößen, die ein DSO beschreiben.

## Das DSO, ein anderes Oszilloskop?

Wer ein DSO einsetzt, erwartet nicht unbedingt eine Darstellung wie auf einem klassischen Oszil-

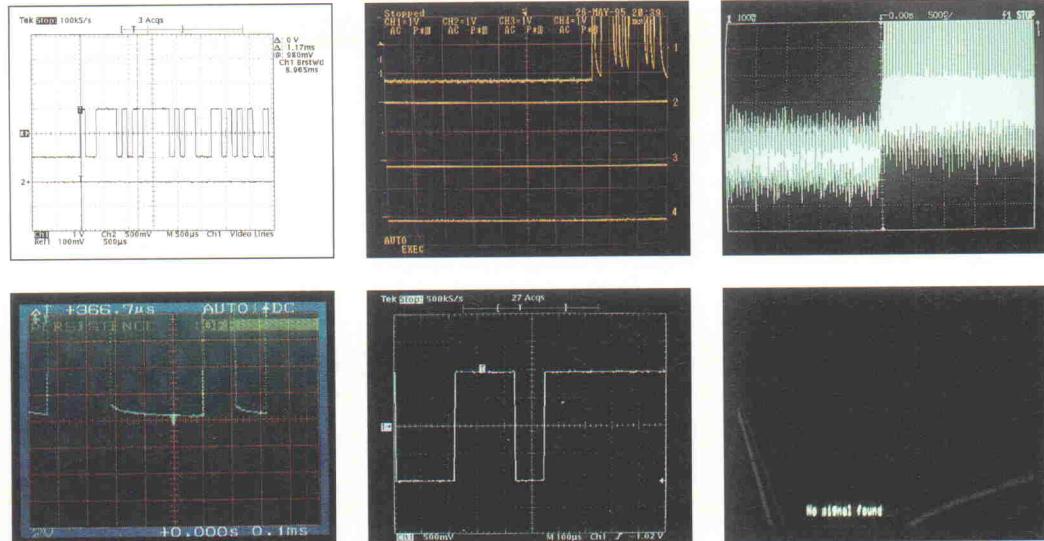
loskop, sondern möchte vielmehr die besonderen Eigenschaften nutzen, die die Technik des DSO anbietet. Da Daten digitalisiert und digital weiterverarbeitet werden, sind vielfältige Manipulationen möglich: die Speicherung und der Wiederabruf von Meßsignalen, deren Dokumentation durch Ausdruck oder Übertragung sind die einfachsten Möglichkeiten. Mathematische Verknüpfungen verschiedener Messungen, Toleranzauswertungen, Histogrammanalysen, sogar Fourieranalysen gehören mittlerweile zu den gebotenen Möglichkeiten. Dabei sollte man allerdings nicht zu viele Wunder erwarten, denn schließlich unterliegt das DSO dennoch den Beschränkungen und Gesetzmäßigkeiten, die auch für herkömmliche Oszilloskope Gültigkeit haben.

Bandbreite hatten wir schon: Wer meint, mit einem 100 MHz-Oszilloskop könne man auch 100 MHz messen, der irrt: Die Bandbreitengrenze beschreibt einen 3-dB-Abfall, und das bedeutet schlichtweg eine um rund 30 % geringere Amplitude – bei 50 MHz noch 11 % zu wenig, bei 25 MHz noch 3 % Fehler. Das ist aber nur ein Viertel der Frequenz, von der wir ausgegangen waren – und gleichzeitig eine gute Daumenregel. Ein 20 MHz Oszilloskop sollte man also nicht unbedingt mit Meßfrequenzen über 5 MHz beaufschlagen; meßtechnisch sinnvolle Ergebnisse kommen dabei nicht heraus.

## Kalt oder heiß

Die Qualität des Y-Verstärkers ist auch bei einem DSO eine

Diese Bildreihe zeigt, was die Autoset-Taste aus einem ganz normalen RS-232-Signal so alles machen kann (von links nach rechts und von oben nach unten: Originalsignal, Yokogawa, HP, Fluke, Hitachi, Tektronix, Metrix).



wichtige Komponente; die Bandbreite sollte möglichst hoch, die damit korrelierende Anstiegszeit möglichst gering sein. Bei einem DSO werden die Signale anschließend quantisiert, es kommen nunmehr zwei wichtige Kenngrößen hinzu: die Auflösung und die Sample-Rate. Dabei hat sich eine vertikale Auflösung von 8 Bit allgemein durchgesetzt. Das entspricht absolut 0,4 % oder 256 Stufen; eine adäquate horizontale Darstellung erfordert entsprechend 320 darstellbare Datenworte. Dies und die höchste Ablenkfrequenz bestimmen die erforderliche Sample-Rate. Auch hier eine einfache Daumenregel: Eine Sample-Rate in der Größe der verfügbaren Y-Bandbreite ist in Ordnung – für ein 100 MHz-Oszilloskop also 100 MS/s, für ein 20 MHz-Oszilloskop 20 MS/s. Dann können Kurven vollständig in einem Durchgang erfaßt werden: Man nennt dies Verfahren Random Sampling. Ein anderes Verfahren läuft unter dem Namen 'repetitive Sampling': Hier wird die Darstellung innerhalb mehrerer X-Durchläufe aufgebaut (wobei jeder Abtastpunkt zum vorherigen etwas zeitversetzt liegt), und das ist – der Name deutet es an – nur bei periodischen Signalformen möglich. Ein Single-Shot wäre hiermit nicht möglich, und genau das ist ja möglicherweise eine der speziellen Möglichkeiten, weswegen man ein DSO einsetzt: Erfassen einmaliger und kurzer Vorgänge und das nachträgliche Auswerten in Ruhe – mit einem konventionellen Oszilloskop ist dies nicht möglich.

Durch die Digitalisierung kommt zusätzliche Elektronik in

das Oszilloskop, und da ist es meist kein weiter Weg mehr, die Frontplatte 'kalt' zu machen: Keine Spannungsteiler und Schalter mehr auf die Frontplatte, die Meßsignal führen, sondern nur noch Tasten und Encoder, die Steuersignale abgeben. Man erreicht zweierlei: optimierte Signalwege, weniger Störungen, Übersprechen und Einstreuungen, zugleich aber auch die Möglichkeit, die Signalverarbeitung durch zusätzliche Intelligenz oder von außen zu steuern. Scopes mit 'kalter' Bedienung zeigen sich zumeist durch das Vorhandensein einer 'AUTO'-Taste, die bei Betätigung eine normierte Darstellung auf den Schirm zaubert; dazu werden die Verstärker- und Zeitbasisinstellungen durch eine Auswertelogik entsprechend nachgesteuert. Daß alle Einstellwerte durch eine Schnittstelle verändert oder auch abgefragt und damit dokumentiert werden können, kommt als weiterer Vorteil hinzu. Für Entwickler oder den Prüfer in der Fertigung ist das DSO als Dokumentationsgerät wichtig; es ist daher nicht verwunderlich, daß viele Geräte Druckerschnittstellen oder sogar die Ausgabe verschiedener Grafik-Dateiformate für den Screen-Dump unterstützen.

### Scope oder Computer?

Bei soviel Rechenleistung sind die Grenzen zwischen Scope und Computer sicherlich fließend; mittlerweile ziehen Scope-Funktionen in Form spezieller Steckkarten schon in die Rechnerwelt ein (siehe *ELRAD* 1/95). Im Gegenzug breiten sich die Prozessoren und Mainboards

in den Oszilloskopen aus. Dem eigenständigen Meßgerät 'DSO' gehört dennoch die Zukunft, denn es hat einen unbestreitbaren Vorteil: man kann es am Griff packen und dort zum Einsatz bringen, wo es gebraucht wird: am Meßplatz nämlich.

Das Wort 'Oszilloskop', das das DSO in Namen führt, zeigt die Verwandtschaft auf: einfache Geräte basieren auf dem konventionellen Oszilloskop und sind lediglich um einen Digitalspeicher-Zusatz ergänzt. Weiterer Bedienungskomfort ergibt sich durch ein 'Readout'; damit bezeichnet man eine auf den Oszilloskopschirm geschriebene Textausgabe, die beispielsweise Vertikalempfindlichkeit, Ablenkmodus und Betriebsart angibt. Diese DSOs schreiben noch auf einer klassischen Oszillographenröhre. Moderne DSOs arbeiten ausschließlich im Digitalmodus, sie beschränken sich auch in der Ausgabe auf einen volldigital geschriebenen Bildschirm. De facto ist das fast ein Fernsehbild, die Röhre wird – wie eben beim Computermonitor auch – im Raster-Scanverfahren vollgeschrieben. Als Vorteil kann man sich dabei zunutze machen, daß auch das Bildschirmraster selbst, beliebige Masken, Fenster, Menüs et cetera mitgeschrieben werden können. Allerdings hat die rein digitale Darstellung auch ihre Tücken – Fehldarstellungen durch Aliasing seien hier am Rande erwähnt. Die 'direkte' Darstellung wie beim konventionellen Oszilloskop fehlt, Mißinterpretationen sind möglich. Das hat einige Hersteller veranlaßt, dem DSO doch wieder einen Analogmodus zu geben, als Kombi-Scope mit Analog- und Digitaldarstellung.

### Für gut befunden?

Um einen Überblick über den Markt für DSOs zu gewinnen, haben wir eine Anzahl verschiedener Modelle versammelt (als obere Preisgrenze hatten wir ungefähr 7000 DM plus Mehrwertsteuer gesetzt) und in Bezug auf die wichtigsten Eigenschaften hin abgeklopft. Zu den vorzustellenden Modellen gehören ein DL-1100A von Yokogawa, ein 54600B von Hewlett-Packard, das neue PM3380A von Fluke, ein 'Lapscope' VC-5460 von Hitachi, das TDS-320 von Tektronix, das HM-1007 von Hameg, das OX 8020 von ITT und von GoldStar das OS-3020. Das Yokogawa war aus Termingründen leider nur in einer 4-Kanal-Version verfügbar, da die zweikanalige Ausführung aber baugleich ist, sollte das nicht weiter stören.

Vielfältig wie die Namen geben sich die Geräte in ihrem Äußeren: Erlauben die Geräte von Hameg, Philips, ITT und GoldStar lediglich durch ihre Fülle an Bedienelementen Aufschluß auf deren digitale Qualitäten und präsentieren sich sonst als standardmäßige Oszilloskope, so ist es beim HP, Tektronix und Yokogawa eindeutig, daß hier eine Analogdarstellung gar nicht vorgesehen ist; sie haben keine Oszillographenröhre mehr. Das Hitachi ist in dieser Zusammensetzung ohnehin ein Sonderfall: es verfügt über ein TFT-LCD-Display.

### Yokogawa DL-1300A

Mit 100 MHz Bandbreite ist das Yokogawa DL-1300A zwar ein 4-Kanaler, der mit 10.000 DM deutlich über der Preisgrenze



liegt, das zweikanalige kleinere Familienmitglied DL-1100 ist aber bis auf die Anzahl der Kanäle identisch und liegt im preislichen Limit. 100 MS/s Abtastfrequenz sind pro Kanal nutzbar. Beim Yokogawa erfolgt die Ausgabe über einen Raster-Scan-Bildschirm; es läßt sich also lediglich im digitalen Modus betreiben.

Die Bedieneroberfläche ist ebenfalls voll digital realisiert; eine Vielzahl von Drucktasten, die direkten Funktionen oder Menüs zugeordnet sind, sechs Softkeys für die Menüebenen und ein Encoder für die Parameterwahl oder Werteeinstellung erfordern beim DL-1300A einen planvollen Zugriff auf die jeweils gewünschte Funktion. Dabei gibt es vier identische Tastengruppen für die Eingangskanäle, eine Tastengruppe für die Zeitbasis- und Triggerfunktionen, eine weitere für Aquire- und Meßfunktionen. Menüfunktionen wählt man über die Softkeys aus, Parameterveränderungen werden per Dreh-Encoder durchgeführt. Eine Kurve beispielsweise im Persistence-(Überschreibe-)Modus darstellen ist nur eine Sache von

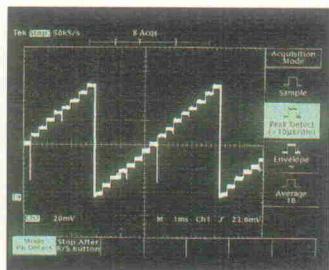
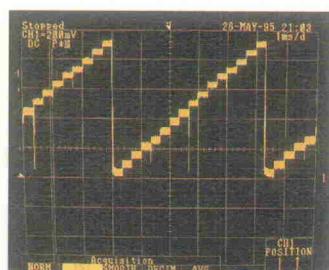
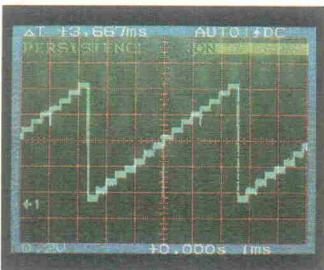
wenigen Handgriffen - wobei im letzteren Fall dann der Encoder zur Einstellung der Persistence-Zeit dient.

### Hewlett-Packard HP 54600B



In der bewährten 'Verpackung' kommt das HP 54600B. Es ist nicht nur sehr kompakt, sondern auch sehr leicht und damit auch einfach zu transportieren. Auffallend auch das große Display und das äußerst konventionelle Layout der Frontplatte. Was hier jedoch eher bieder aussieht, erweist sich bei näherer Betrachtung als Vorteil: das 54600B ist sehr intuitiv und damit auch sehr schnell bedienbar. Zentrale Taste ist die 'AutoScale'-Taste, die sich bei längerem Gebrauch des Gerätes bald als die meistbenutzte herausstellt – ganz einfach deshalb, weil diese automatische Einstellung hier meist recht brauchbar funktioniert und vor allem schnell ist; in der dafür benötigten Zeit wäre eine adäquate Einstellung manuell nicht zu erreichen. Dennoch ist das HP auch in der 'konventionellen' Weise schnell und sicher bedienbar; zusätzliche Funktionen, die nicht direkt über die Frontplatte erreichbar sind, lassen sich über unten im Bildschirm angeordnete Softkeys erreichen.

**Auch das Glitch-Signal wurde nicht von allen Kandidaten korrekt erkannt (von links nach rechts, von oben nach unten: Yokogawa, HP, Fluke, Hitachi, Tektronix, Metrix, GoldStar) – die Nadel im Originalsignal wird bis auf die Nulllinie heruntergezogen.**



In Bezug auf die technischen Daten muß man feststellen, daß sich das 54600B trotz der mit 100 MHz ausgewiesenen Eingangsbandbreite im Digitalteil auf eine Samplingrate von 'nur' 20 MS/s beschränkt. Das fällt nicht auf, solange das Gerät mit periodischen Signalen beschickt wird und mit sequentiell Sampling arbeiten kann – für Random Sampling (also z. B. Single Shots) wird es an der oberen Bereichsgrenze reichlich eng (siehe Kasten 'Sampling').

Wer also nicht an die Gerätengrenzen herangeht und meist ohnehin nur repetitive Signale mißt, der hat allerdings mit dem 54600B ein Gerät gefunden, mit dem er gut zurechtkommt und für das ein durchaus annehmbarer Preis verlangt wird.

Zu den Annehmlichkeiten des Gerätes gehört vor allen eine große und übersichtliche Bildschirmdarstellung. Hier hat man sich beim HP viel Mühe gegeben und alles Notwendige hineingebracht: die Meßkurven, ein skaliertes Raster, Einblendung der Nulllinienposition und des Triggerpunktes, Anzeige der Triggerflanke und des Gerätetestatus, Anzeige der Kanalempfindlichkeiten und das aktuelle Menü.

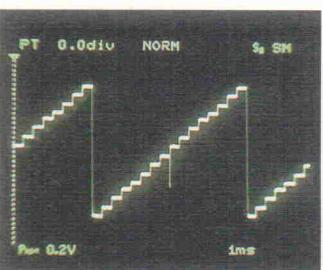
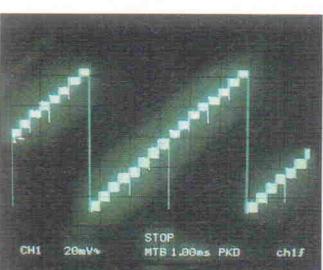
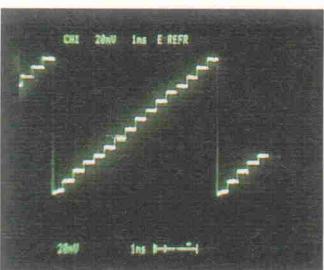
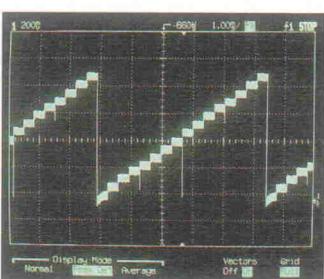
Als Meßmöglichkeiten bietet das HP in der Grundausstattung wahlweise Cursor-Messungen für Spannung oder Zeit, automatische Messungen für Periodendauer, Frequenz, Pulsbreite, Tastverhältnis, Anstiegs- und Abfallzeit sowie Effektiv-, Spitzen- und Mittelwertspannungen. Jeweils drei Messungen lassen sich über die Softkeys gleichzeitig aktivieren und auf dem Bildschirm anzeigen.

Zusätzlich läßt sich Extraleistung gegen Extrapreis erwerben. Das sind an die Rückwand ansteckbare Module, die Schnittstellen und zusätzliche Programme enthalten können. Während beispielsweise die internen Signalspeicher flüchtig sind, sind die Cartridge-Signalspeicher nicht flüchtig. Auch die benötigten Schnittstellen (z. B. für einen anzuschließenden Drucker) müssen durch Module realisiert werden. Vorteil: vielfältige Ausbaumöglichkeiten. Nachteil: immer nur bestimmte Zusatzfunktionen verfügbar.

### Fluke PM 3380A



Das war das neueste Modell überhaupt: das Fluke PM 3380A kommt soeben auf den Markt, und wir hatten Gelegenheit, eines der ersten Modelle unter die Lupe nehmen zu dürfen. Mit dem 3380A bleibt Fluke der bisherigen Combi-Scope Linie treu, das heißt, das Scope verfügt nicht nur über einen DSO-Modus (wie beim Yokogawa, Tektronix oder beim HP), sondern auch über einen vollwertigen Analog-Modus. Äußerlich erkennbar ist das daran, daß hier keine Monitorröhre, sondern eine echte Oszillografenröhre eingesetzt wird. Auf das zusätzliche, bisher benutzte Menü- und Status-



LCD hat man hier verzichtet; Bildschirmmenüs werden bei Bedarf am rechten Bildschirmrand eingeblendet und lassen eine Auswahl über die daneben plazierten sechs Softkeys zu.

Der Analogmodus prädestiniert sich als Echtzeitbetrieb dabei besonders für modulierte Meßsignale – hier liefern DSOs meist mißinterpretierbare Ergebnisse. Wer mit seinem Gerät hauptsächlich im Service arbeitet, wird ein Feature des Philips PM 3380A zu schätzen wissen, das jedoch auch für den Schaltungsentwickler und Laborpraktiker interessant ist: eine 'Touch-and-Hold'-Funktion, die hier in erweiterter Form 'Touch, Hold & Measure' heißt. Ein kleiner Knopf am Tastkopf friert die augenblickliche Messung ein, schaltet das Gerät gegebenenfalls in den DSO-Modus um und zeigt neben der Kurve auf dem Bildschirm die Werte für Mittelwert, Effektivwert, Spitze-Spitze-Wert und Frequenz des Meßsignals an. Die Nutzung dieser Funktion verlangt natürlich einen mit einem zusätzlichen Taster ausgestatteten Tastkopf und, um das Schaltsignal

übertragen zu können, eine mit Zusatzkontakt ausgestattete BNC-Eingangsbuchse.

Die beiden Y-Eingangskanäle sind identisch aufgebaut und mit jeweils 100 MHz Bandbreite sowie einer Sample-Rate von 100 MS/s spezifiziert. Die Bedienung erfolgt über eine 'kalte' Frontplatte in Form von Wippsternen für Kanalempfindlichkeit und Zeitbasis; die Drehregler dienen lediglich der Lageverstellung, die auch nicht in das automatische Setup integriert ist. Umfangreiche Meßfunktionen mit mathematischen Verknüpfungen, Doppelzeitbasis, Signalspeicher, verschiedene Setups und die Touch-Hold & Measure-Funktion machen das PM 3380A zu einem sehr universellen Gerät, das auch komplexe Aufgaben problemlos bewältigen kann.

### Hitachi VC-5460

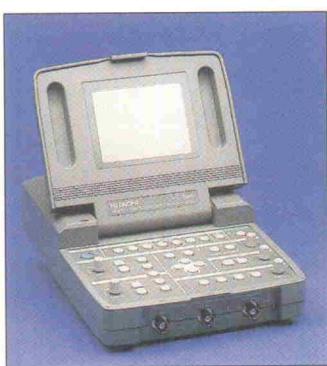
Ein Oszilloskop im Sub-Notebook-Format? Hitachis neues VC-5460 ist das Flaggschiff einer aus drei Modellen bestehenden Serie gleichen Aufbaus, jedoch mit unterschiedlichen

Spezifikationen. Es fiel uns zuerst schwer, das Gerät in die auf Laborgeräte ausgerichtete Sammlung mit einzunehmen, eine nähere Betrachtung der Einsatzmöglichkeiten zeigt jedoch, daß das VC-5460 seinen Platz ebenso gut und gleichwertig auch in einem Laborregal finden kann. Daß es darüber hinaus netzunabhängig und portabel ist, vergrößert seine Einsatzmöglichkeiten nur.

Nach Hochklappen des TFT-Farbbildschirms wird das Bedienpanel zugänglich. Links findet man die Einstellungen für die beiden Eingangskanäle (150 MHz, 60 MS/s), rechts die Zeitbasis. Auch hier erfolgt die

Wertverstellung über Wippen und die Lageverstellung per DreHPotis. Mittig angeordnet ist ein Cursorkreuz, über das die Menüsteuerung bedient wird. Zur Auswahl und Einstellung der verschiedenen Vorwahlen, Messungen und Konfigurationen dienen sechs Textbildschirme, die den Kurven überlagert ausgegeben werden.

Das Einbringen von Farbe ist ein zusätzliches Element und macht auf den ersten Blick nicht nur bunt, sondern auch übersichtlich. Jedem Kanal ist – auch in den Menüs – eine eigene Farbe zugeordnet; so lassen sich Zusammenhänge schnell erkennen. Neben Cursormessungen sind auch automatische Messungen für jede Kurve abrufbar (4 aus 17 möglichen Parametern, z. B. Effektiv- und Spitzenspannung, Impulsdauer, Anstiegszeit etc.) sind gleichzeitig auf dem Bildschirm darstellbar und werden dann in Kurvenfarbe ausgegeben. GO-/NOGO-Erfassungen mit individuellem Toleranzfenster können an eine Alarmfunktion gekoppelt werden, um Daten dann zu erfassen, wenn bestimmte Toleranzen über-



## Wann steigen Sie auf eine zeitgemäße Technologie um?

**Profitieren Sie von den hervorragenden Eigenschaften unserer neuen Oszilloskopfamilie!**

- intuitive Handhabung durch µP-gesteuertes Bedienkonzept
- schnelle Erfassung der eingestellten Betriebszustände durch aktiv leuchtende Schriftzüge
- hohe Lebensdauer und Zuverlässigkeit durch verschleißfreien Aufbau und Ent-

- kopplung der Bedienelemente vom Signalweg (meßsignalfreie Frontplatte)
- umfassender Schutz der Eingänge vor Zerstörung
- Einhaltung der neuesten Sicherheitsnorm IEC 1010

### OX 8027

Autoset, automatische Meßfunktionen, 40 MS/s Abtastrate, 4x8K Speicher, RS 232 und IEEE 488 Schnittstelle

### OX 8020

Autoset, automatische Meßfunktionen, 40 MS/s Abtastrate, 2x4K Speicher, RS 232 Schnittstelle

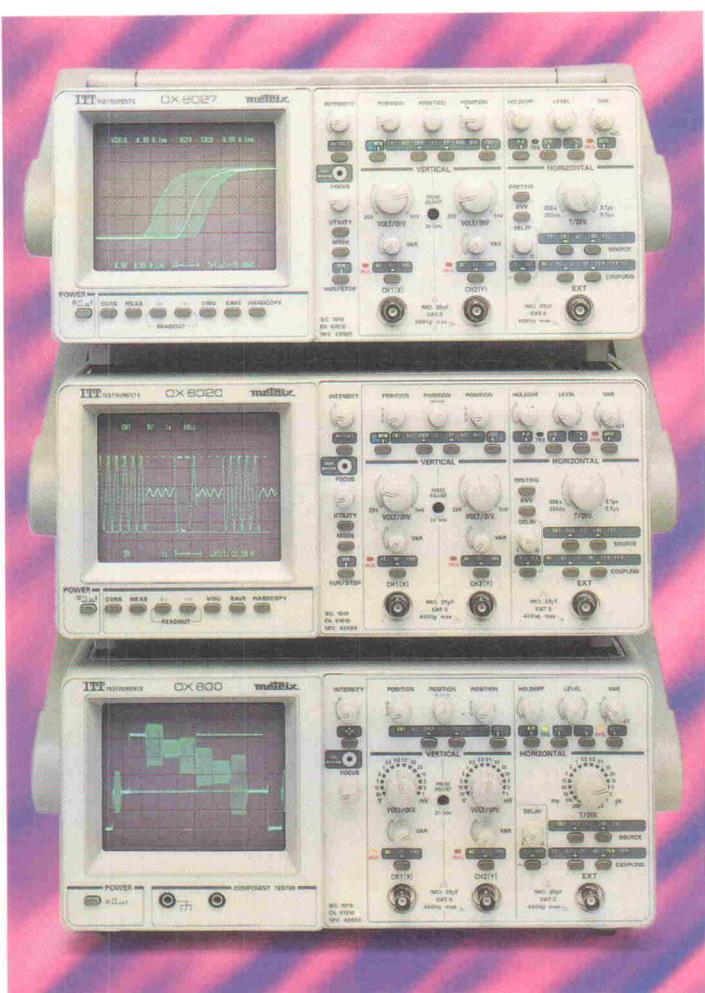
### OX 800 OX 800-2

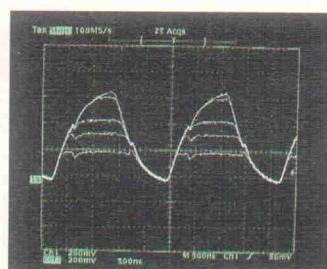
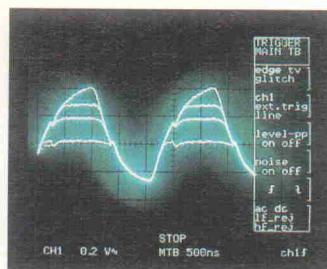
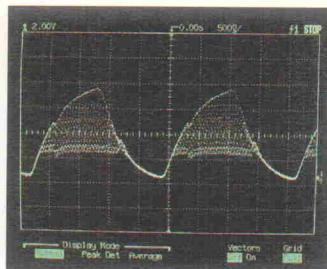
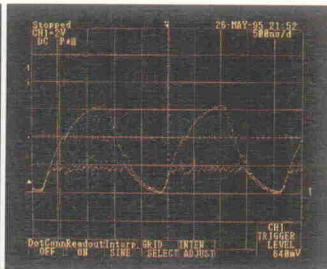
20 MHz, automatische Triggerverzögerung mit RS 232 Schnittstelle zur Fernbedienung

**NEU** Informieren Sie sich auch über unsere neue 100 MHz Oszilloskopfamilie! Rufen Sie uns an, wir beraten Sie gerne!



Müller & Weigert, Kleinreuther Weg 88, 90408 Nürnberg  
Telefon (09 11) 3 50 20, Fax (09 11) 3 50 23 06





**Eine korrekte Darstellung der Bild-Refresh-Rate war leider nicht mit allen Geräten möglich, der beste Teilnehmer Hitachi mit mehr als 40 Kurven entzog sich boshhaft sämtlichen Belichtungsvarianten des Fotografen (von links nach rechts: Yokogawa, HP, Fluke, Tektronix.)**

schritten werden. Da das VC-5460 von Hause aus über eine serielle Schnittstelle verfügt und über diese nicht nur voll konfiguriert, sondern auch abgefragt werden kann, ist ein Modem-gesteuerter Remote-Betrieb zur Fernerfassung denkbar.

Indes hat jede Medaille zwei Seiten – das gilt auch für das Hitachi. Die Auflösung des Displays erreicht mit 25 dots/div (vertikal) und 30 dots/div (horizontal) Werte, die für monochrome Darstellung hinreichend wären – durch den 3-Farb-Betrieb bleiben so aber gerade mal 10 dots/div/Farbe (hor) übrig: das ist zu wenig. Eine 'Rauhigkeit' des Bildes ist die Folge.

Die von vorn einfach zugänglichen Anschlüsse, geringes Gesamtgewicht, hohe Standzeit und einfache Handhabung prädestinieren das VC-5460A jedoch als eine High-Tech Maschine für Unterwegs. 'Hätte das Ding einen anständigen VGA-Anschluß mit entsprechender Auflösung', so ein Kollege, 'würde ich es mir sofort auf den Tisch stellen'.

### Tektronix TDS-320



Die digitale TDS-Reihe wurde von Tektronix schon vor einigen Jahren eingeführt, im Laufe der Zeit jedoch ständig erweitert und verbessert. Ein Modell am unte-

ren Ende der digitalen Geräteserie ist das TDS 320, ein Zweikanaler mit 100 MHz Bandbreite. Auch beim TDS 320 erfolgt die Ausgabe über einen Flachbildschirm-Monitor mit VGA-Auflösung, wobei die Bildschirmdarstellung rechts und unten bei Bedarf mit grafisch gestalteten Softmenüs ergänzt wird. Mit zwei Softkey-Reihen und einem Drehimpulsgeber erfolgt die Eingabe der Werte; ein Symbol im Bildschirm zeigt darüber hinaus an, wann der Encoder aktiv ist.

Die grafische Verdeutlichung der Tastenfunktion durch eine grafisch sinnbildliche Darstellung macht ein schnelles Erfassen der jeweiligen Funktion möglich – dadurch wird das Oszilloskop sehr einfach und schnell bedienbar. Auch umfangreiche Text-Hilfsbildschirme, die man durch 'Help' und Betätigung der fraglichen Taste (oder des Drehknopfes) jederzeit aufrufen kann und Pop-Up-Hinweisbildschirme, die zu kritischen Einstellungen wie etwa Auto-Calibration wichtige Hinweise geben, schaffen die Möglichkeit, das Gerät auch ohne intensives Handbuchstudium sofort vollkommen zu beherrschen.

Das TDS 320 benutzt eine Bildschirmläche von 10 cm × 8 cm zur Darstellung des Meßbildschirms und bildet damit genau 1 div pro 1 cm ab, was exakt dem üblichen Maßstab entspricht. Der freie Platz rechts und unterhalb dieses Fensters wird zur Anzeige von Meßwerten genutzt, wobei – ähnlich wie beim HP oder beim Hitachi – bis zu 4 aus 22 verschiedenen Funktionen gleichzeitig möglich sind. Geht man in die Menüebene, werden die unteren sieben Softkeys zur Auswahl einer Funktion oder eines Submenüs benutzt, die rechten fünf Softkeys zur Anwahl eines Parameters oder einer Bestätigung.

Ebenso komfortabel ist die Ausgabe des Ergebnisses auf einen Printer oder Plotter über die eingebaute Schnittstelle. Deskjet, Laserjet, Epson- oder HPGL-

Format stehen zur Verfügung. Damit ist eine Dokumentation über jedes angeschlossene Peripheriegerät möglich, außerdem lassen sich Bildschirme als Pixeldateien anzeigen. Daß man darüber hinaus noch zwischen Portrait- und Landscape-Ausdruck wählen kann, zeigt nur, wie weit man hier ins Detail gegangen ist.

In der Zuordnung der Bedienelemente auf der Frontplatte ist das Tektronix sparsamer als seine Kollegen: für beide Y-Kanäle ist nur ein Satz Einstellorgane vorhanden, den gewünschten Kanal wählt man per Taste aus. Es ist angenehm, daß hier – wie beim HP – ebenfalls Drehgeber statt Wippschalter vorhanden sind: das mag man zwar individuell anders bewerten, aber es ist bedienungsmäßig einfach schneller, intuitiver und praktischer.

Herausragend ist die mit 500 MS/s sehr hohe Wandlungsraten des TDS 320. Selbst wenn diese im Normalfall kaum ausgenutzt wird, so ist damit doch auch ein problemloser Betrieb in den Extrembereichen möglich. Hinzu kommt, daß stets die mehrfache Bildschirmlänge erfaßt wird: ein Scrollbalken zeigt die Lage des jeweils sichtbaren Ausschnitts an. Man muß sich daher beim Tek – anders als bei vielen anderen Geräten – zunächst kaum Gedanken darum machen, wenn interessante Signalanteile außerhalb des sichtbaren Bildschirrbereichs liegen; die findet man auch später durch einfaches Verschieben.

### Hameg 1007

Auch Hamegs 1007 ist – wie das Philips PM 3080A – ein analog und digital arbeitendes Gerät, es verfügt also über beide Betriebsmodi. Hier gelangt man über die Taste 'Storage' in den Speicherbetrieb, der für beide Kanäle möglich ist und darüber hinaus die Wiedergabe jeweils eines Referenz-Trace pro Kanal erlaubt. Damit kann das HM 1007 bis zu vier

Signale gleichzeitig auf den Schirm bringen.

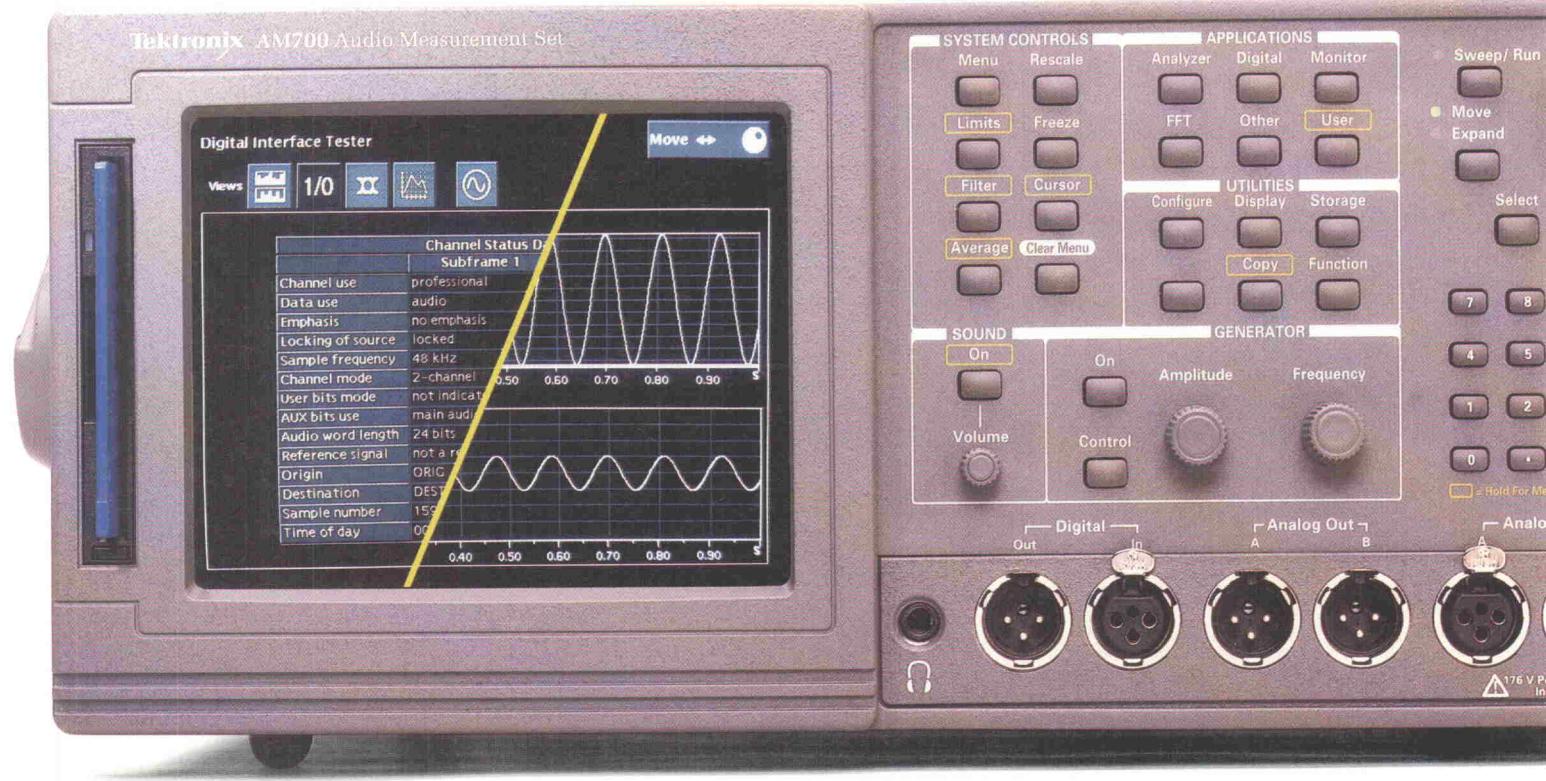
Der Digitalteil des 100 MHz-Zweikanalers wurde als sogenannte 'state-machine' konstruiert: das bedeutet, daß die gesamte Taktsteuerung synchronisiert abläuft. Dabei kann der Speicher über die Hameg-eigene Schnittstelle nicht nur ausgelesen, sondern auch von außen beschrieben werden – etwa um Referenzsignale einzuspielen oder extern gespeicherte Signale mit voller Auflösung über den Oszilloskopschirm auszugeben.

Einen Automatikmodus fanden wir beim HM 1007 nicht; auch auf ein Bildschirm-Readout oder auf Bildschirmmenüs wird verzichtet. Der damit eingesparte Aufwand schlägt sich dabei sowohl im Gerätepreis als auch in der Abbildungsleistung nieder: Der HM 1007 verfügt über eine hohe Refresh-Rate, da keine Zeit für Text-, Menü- und Statusausgabe verschwendet werden muß. Zusätzlich wirkt sich das natürlich auf die Strahlhelligkeit aus.

Die beiden Y-Kanäle sind bei einer Empfindlichkeit von bis zu 1 mV/div bis zu einer Bandbreite von 100 MHz nutzbar. Die X-Ablenkung erlaubt Ablenkfaktoren bis zu 50 ns/div im Analogmodus (dehnbar x10) und bis zu 5 µs im Digitalmodus (dehnbar x50). Der kleinere Bereich im Digitalbetrieb wird durch die mit 40 MS/s begrenzte Abtastrate verursacht. Im Gegensatz zu anderen Modellen ist aber beim Hameg in den Grenzbereichen durch die verfügbare Dehnung noch eine aussagefähige Signaldarstellung erreichbar. Dazu trägt auch die verfügbare Aufzeichnungslänge von 2 k Worten/Signal bei.



# Damit sehen Sie, was Sie hören.



## TEKTRONIX AM700. DAS ERSTE HOCHLEISTUNGS-AUDIO-MEßSYSTEM FÜR BEIDE WELTEN - VIELSEITIG UND LEICHT ZU BEDIENEN.

- Der AM700. Er ist für fast jeden durchzuführenden Audiotest ausgelegt – egal ob analog oder digital. Damit ist er die erste Wahl für alle Aufgaben in den Bereichen Aufzeichnung, Wiedergabe, Rundfunk und Fernsehen – und vieles mehr.
- Er ist leicht zu bedienen, auch für Neueinsteiger, da Sie keine komplexen Befehlssätze erlernen müssen. Eine intuitive Bedien-

oberfläche führt Sie zu jeder gewünschten Funktion; ein integrierter Hochleistungsprozessor erledigt sämtliche Aufgaben im Handumdrehen. ■ Der AM700 lässt Ihnen die Wahl der Betriebsart: automatisch, interaktiv, oder manuell.

Das macht ihn zum idealen Partner z.B. im Entwicklungslabor, in der Fertigung und im Prüffeld. ■ Natürlich ist er auch portabel: alles ist in einem kompakten Gerät untergebracht. ■ Lernen Sie den AM700 näher kennen. Vereinbaren Sie einen Vorführtermin mit Ihrem Tektronix Vertriebsbeauftragten. Oder möchten Sie Vorab-Information auf Diskette? Wir haben für Sie eine komplette Vorführung auf einer 3 1/2"- Diskette vorbereitet. Damit Sie schon mal sehen was Sie hören.\*

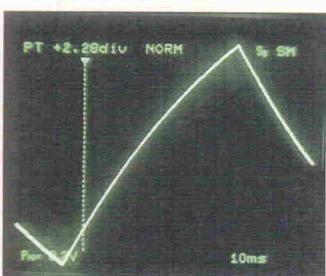
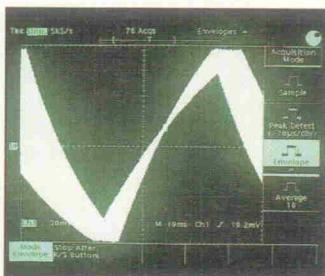
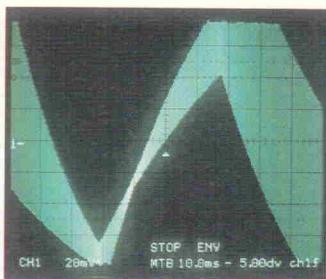
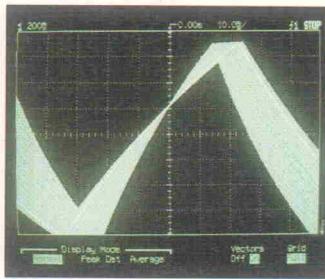
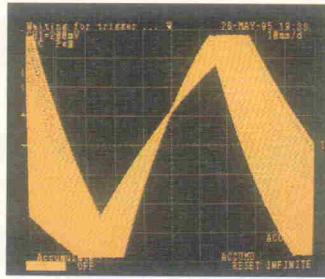
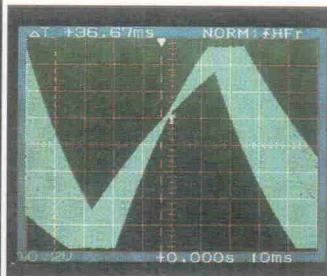


An den Ausgängen liegen die digitalen und analogen Audiosignale an.

**Tektronix GmbH**  
Stolberger Straße 200  
50933 Köln  
Tel.: 0221/ 9477-0  
Fax: 0221/ 9477-200

**Tektronix**

**Die Jitter-Darstellung** meisterten fast alle Teilnehmer, wobei Hameg und Goldstar wegen fehlendem Speicher eigentlich aus der Wertung fallen (von links nach rechts und von oben nach unten: Yokogawa, HP, Fluke, Hitachi, Tektronix, Metrix, GoldStar).



## Test

Anerkannt gut ist Hamegs Triggerung, die schnell stabile Darstellungen schafft. Flankendarstellung im Analogmodus wird durch die eingebaute Verzögerungsleitung, im Digitalmodus durch den zuschaltbaren PreTrigger ermöglicht. Es ist durch die fehlende Bildschirmleinblendung jedoch nicht möglich, sich den Triggerpegel als Referenz auf den Schirm zu holen – ein Feature, das ich beim HP und beim Tektronix sehr schätze. Dafür bietet der Hameg mit der Y-OverScan-Anzeige jedoch ein zusätzliches Hilfsmittel, über das andere nicht verfügen und das sich insbesondere im Servicebetrieb (viele wechselnde, unbekannte Signale) als sehr hilfreich erweist, um einen ‘außerhalb liegenden’ Strahl schnell auf den Bildschirm zurückzuholen.

### ITT OX-8020



Entgegen der Hameg-Konzeption hat man beim ITT OX-8020 nicht nur ein Bildschirm-Readout, sondern auch eine Autokonfiguration eingebaut. Somit ist auch dieses Gerät durch einen Druck auf die Taste ‘Autoset’ einstellbar, aber auch hier sind die Bildlage-Potis nicht in die Automatik einbezogen. Das OX-8020 ist ein Zweikanal-Gerät mit einer spezifizierten Bandbreite von 20 MHz pro Kanal und ist vertikal von

1 mV/div bis 20 V/div und horizontal von 200 ms/div bis 0,5 µs/div einstellbar.

Wie schon erwähnt, verfügt das OV-8020 über ein Bildschirm-Readout. In zwei Zeilen (oberhalb und unterhalb der Kurvdarstellung) werden aktuelle Einstellungen und Konfigurationen sowie Meldungen angezeigt und auch Menüauswahlen getroffen. Dazu sind verschiedene Menüs (z.B. für Messungen, Bildschirm-Hardcopy oder Datenabspeicherung) über eine mit Funktionen vorbelegte 7-Tasten-Reihe unterhalb des Bildschirms aufrufbar. Durch Aufruf einer der dort verfügbaren Funktionen erhält man auf dem Bildschirm nunmehr eine Zweitbelegung und kann damit eine weitere Auswahl treffen (z. B. zunächst Taste ‘MEAS’ zum Aufruf der Meßfunktionen drücken, dann entsprechend der Bildschirmzeile die Taste unter dem ‘F’ drücken, um Frequenzmessung aufzurufen). Da die Meldungen und Texte eher spartanisch sind, ist schon eine gewisse Eingewöhnung nötig, um einigermaßen flüssig mit dem Gerät arbeiten zu können.

Für ein Gerät der Klasse des OX-8020 ist das ITT indes mit einigen interessanten Funktionen ausgestattet, die man hier sonst nicht erwartet: Es wird beispielsweise in einen erheblich größeren Speicher gesampelt, als das für die Bildschirmdarstellung notwendig wäre. Eine Auswahl des Anzeigebereiches erfolgt auch hier durch einen Bargraph und entsprechende Verschiebung des Anzeigefensters. Zudem ist im Digitalbetrieb die Wahl zwischen linearer und sinusförmiger

Approximation möglich. Für Messungen stehen zwei Cursorpärchen zur Verfügung, mit denen Spannung, Frequenz und Phasenlage bestimmt werden kann. Für gespeicherte Signale können auch automatische Messungen aufgerufen werden, wobei aus 17 Meßfunktionen gewählt werden kann.

### GoldStar OS-3020



Auch im unteren Preissegment ist digitale Technologie anzutreffen: das zeigt Goldstar mit dem OS-3020, das hierzulande von Conrad-Electronic vertrieben wird. Das kompakte Analoggerät ist mit einem Digitalspeicher ausgestattet und verfügt ebenfalls über Bildschirm-Readout, integrierte Meßmöglichkeiten, Schnittstelle und Printout-Möglichkeit.

Die Verwendung einfacher Schiebe- und Kippschalter und der Verzicht auf eine fernkonfigurierbare Einstellung (das OS-3020 verfügt nicht über eine Auto-Set-Möglichkeit) helfen einerseits, den Systempreis zu drücken, schaffen gleichzeitig aber auch ein übersichtliches Layout. Alle Tastenfunktionen für den Digitalmodus sind im Mittelfeld zusammengefaßt und in Form von kleinen, jeweils mit einer LED hinterlegten Acryltasten ausgeführt – so läßt

sich mit einem Blick erkennen, ob die mit der betreffenden Taste gewählte Funktion aktiv ist oder nicht. Auch das trägt zur Übersichtlichkeit bei.

Drei Readout-Ausgabezeilen erlauben die Darstellung von mehr Informationen als beim ITT, doch auch hier ist der Benutzer gefordert, die Bildschirmangaben zu dechiffrieren: Wüßten Sie ‘NORM AV16 SA SM’ sofort zu übersetzen? (NORM-Sampling, Averaging mit 16 Durchgängen, Trace-Speicher A aktiv, Kurvenglättung [Smoothing]). AMAG (Alternate Magnify, doppelte Zeitbasis), ITPL (Interpolation) oder SMTM (Smoothing) sind ein paar weitere Kürzel für Rätselkönige.

Die gebotene Sample-Rate von 10 MS/s reicht aus, um auch im Single-Shot Signale zu erfassen, wenn die horizontale Ablenkung 5 µs/div nicht überschreitet. Darüber arbeitet das Gerät im Time-Equivalent Sampling; dabei kann es aber durchaus eine Weile dauern, bis ein komplettes Bild aufgebaut ist und angezeigt werden kann.

Interessant ist beim OS-3020 auch das Vorhandensein einer doppelten Zeitbasis. Dadurch wird das Low-Cost-Modell ein wirklich sehr universelles Meßinstrument, denn dieses Feature verbindet einfache Bedienung mit einer häufig recht hilfreichen Funktion.

Wie oben schon erwähnt, verfügt das Goldstar über eine integrierte RS-232-Schnittstelle. Sie dient vornehmlich zum Anschluß eines Plotters. Der Clou: Per DIP-Schalter kann das Ausgabeformat (die Größe des Plots) eingestellt werden, somit

sind auch mehrere Ausdrucke pro Seite möglich. Und last but not least: Das OS-3020 unterstützt farbige Plots. Raster, Kurven, Readout und ähnliches können verschiedenen Stiften zugewiesen werden, und wenn man für die einfach verschiedene Farben einsetzt...

## Die reale Welt

Der Umgang mit einem Oszilloskop in der täglichen Praxis unterscheidet sich vom Probeaufbau im Labor. Um zu sehen, was passiert, wenn man die Geräte auf ein 'völlig unbekanntes' Signal loslässt, wurden einige Experimente gemacht. Da war zunächst eine RS-232-Schnittstelle, die repetierende, aber leicht unterschiedliche Datenpakete ausgab. Ein idealer Ansatz für die Auto-Tasten, die ja eine Vielzahl der Geräte zieren. Also: Tastkopf anklammern, Oszilloskop einschalten, AUTO drücken. Warten.

Das Ergebnis ist auf den ersten Blick ernüchternd: Nur zwei Maschinen haben es geschafft, ein 'halbwegs' brauchbares Bild auf den Schirm zu bekommen. Die Fotoserie zeigt eindrucksvoll die Ergebnisse: Nur das Tektronix und das Hitachi haben eine Kurve auf den Bildschirm bekommen, die man anschließend mit wenigen Handgriffen optimal einstellen kann. Beim HP ahnt man wenigstens etwas digitales, beim Yokogawa und beim Philips ist das kaum zu vermuten. Der ITT erklärt 'no signal found', und nur das Hameg und Goldstar sind fein raus: sie haben kein Auto-Set.

Insgesamt kann man aber sagen: eine Auto-Set Einrichtung ist eine feine Sache, sie hilft sehr oft, eine Voreinstellung abzukürzen. Sie stört aber auch genauso oft, weil sie möglicherweise vom Anwender getroffene und bereits bewährte

## Sampling und was es damit auf sich hat

Wie schon in der Einleitung ausgeführt, unterscheiden die Hersteller zwei Sample-Raten: Random Sampling und repetitives Sampling. Es ist nicht immer hilfreich, daß oft nur der bessere Wert angegeben wird, denn was die Werte bedeuten, kann man sich allenfalls an einem Beispiel anschaulich klar machen. Ein paar Gedankenexperimente mit typischen Werten, wie sie von den hier vorgestellten Geräten stammen könnten, werden das zeigen:

Ein Oszilloskop mit einer typischen Sample-Rate von 100 MS/s kann also 100 Millionen Samples pro Sekunde erfassen und verarbeiten. Für eine Frequenz von 100 MHz, die ebenfalls 100 Millionen Schwingungen pro Sekunde ausführt, bedeutet das schlicht: ein Sample pro Periode. Eine brauchbare Darstellung ergibt das nicht. Mit zehn Samples pro Periode wird die Schwingungsform allmählich erkennbar, das aber bedeutet: maximale Meßfrequenz 10 MHz. Wie war das doch in der Einleitung mit der Bandbreite? Da gab es eine Daumenregel, daß bei einer Analogbandbreite von 100 MHz ohnehin nur der Bereich bis 25 MHz sinnvoll genutzt werden könne...

Fazit: 100 MHz-MS/s macht sich eigentlich nur im Prospekt gut. Die Frequenzgrenze läßt sich nur knicken, wenn man auf den repetitiven Sampling-Modus übergeht. Hier wird das Signal über mehrere Perioden hinweg abgetastet und aus diesen 'Samples' eine Schwingung auf dem Bildschirm zusammengesetzt. Doch auch dieses Verfahren hat seine Tücken. Nehmen wir eine Sample-Rate von 10 GS/s an. Der Irrtum: Nicht die hier spezifizierte Menge von Samples pro Sekunde wird erfaßt, sondern die Sample-Dauer beträgt 100 ps (das gibt den Wert). Erfassen wir damit mal wieder unser 100 MHz-Signal (Periodendauer 10 ns), dann stellen wir fest, daß zur lückenlosen Erfassung einer Signalperiode 100 Samples notwendig wären. Das Scope erfaßt aber (siehe oben) lediglich ein Sample pro Periode, 99 theoretisch vorhandene 10-ns-Samples ignoriert es. Die hier vorliegende Signalform geht verloren, einmalige und kurzzeitige Ereignisse werden in diesem Modus nicht erfaßt. Je höher der Wert der Sample-Rate für periodisches Sampling, desto besser?

**NEU**  
**TekScope**

... natürlich vom

**THS 710**  
60 MHz Bandbreite  
250 Ms/s Abtastrate  
**3.270 DM**  
~ MoSt

**THS 720**  
100 MHz Bandbreite  
500 Ms/s Abtastrate  
**3.980 DM**  
~ MoSt

**Der Durchbruch in  
Leistung und Preis!**

**Echtzeit Digital-  
Speicheroszilloskop**

- 2-Kanal Oszilloskop, Multimeter und Datalogger
- Batterie-, Akku-, Kfz-Batterie und Netzbetrieb
- RS-232-Schnittstelle bis 38400 Baud
- Standard BNC Buchsen und separate Multimeterbuchsen "Isolated Channel" Technologie für erdfreie Messungen
- helles, brillantes Display mit Hintergrundbeleuchtung
- 10 Setspeicher, 10 Waveformspeicher, nichtflüchtig
- Multimeter: 3½-stellig, True RMS, Autorange, Min/Max Alarm
- Datalogger: 4 min. bis 8 Tage für full scale Anzeige
- Softwareunterstützung: Tektronix DocuWave
- 3 Jahre Gewährleistung
- Gewicht nur 1,5 kg inkl. Batterien
- Abmessungen: H 21,7 cm x B 17,7 cm x T 5,1 cm

Auskünfte über umfangreiches Zubehör zum TekScope, aber natürlich auch zu allen anderen Leistungen des Scope Shop Hamburg, wie

- Softwareunterstützung
- Gebrauchtgeräte
- Systemlösungen
- Meßtechnikzubehör

erhalten Sie spontan per Fax 040/89 54 39 oder per Tel. 040/89 50 03

# PCMCIA

## Die IEC-Bus Karte für

...ASYST, DaDisp488,  
DASYLab, Dia/DAGO-PC,  
DiaDem, DigiS, DISAN,  
disylab, Frame/Famos  
HP-VEE, Hp Instrument  
Basic for Windows,  
Ht-Basic, LabView,  
LabWindows, TestPoint,  
ViewDac, VisualDesigner  
...und sämtliche Software,  
die Sie für den NEC 7210  
geschrieben haben.

ines GmbH  
Neuenhöfer Allee 45  
D-50935 Köln Germany  
Telefon 02 21/49 16 21 · 49 22 99  
Telefax 02 21/49 95 05  
E-mail: info@ines.de

Systemeinstellungen erst mal wieder auf Standardwerte zurücksetzt und damit ebenso viel Arbeit neu erzeugt, wie sie spart. Schließlich bietet sie offensichtlich keine Gewähr für eine anständige Anzeige. Zeigt AutoSet mal nichts an, kann dennoch ein äußerst meßfähiges Signal anliegen. Drittens ist sie manchmal ein Zeitfresser: Wer beispielsweise beim Hitachi einen Autoset aufruft, sollte das nur dann tun, wenn er Kaffee holen will...

## Tricks und Tricks

Zugegeben: Die Idee für den Autoset-Test kam aus der 'gemeinen' Ecke; sie zeigt aber einige Problematiken auf. Solche Probleme zeigten sich beispielsweise auch bei der Triggerung.

Fazit: auch ein DSO sollte man nicht nur nach den Katalogspezifikationen, sondern vor allem

auch nach dem aussuchen, was man als Meßaufgabe damit bewältigen möchte. Eine Hilfe sind die vielfachen Testkits, die von zahlreichen Herstellern angeboten werden und den ersten Check etwas erleichtern. Interessant ist der Glitch-Test, der mit dem Tektronix-Testboard möglich ist. Wir haben die 'verglischte' Rampe auf alle Testkandidaten gegeben und die Bildschirme abgelichtet – das Ergebnis spricht für sich. Dabei ist eine anständige Glitch-Erkennung (die ja weiter nichts ist als eine anständige Spitzenwert-Erkennung) für ein DSO sehr relevant (siehe Kasten 'Sampling').

Von Bedeutung ist in diesem Zusammenhang auch die Bildwiederholfrequenz, die Zeit, in der ein neuer Bildschirm geschrieben werden kann. Ein moduliertes Signal aus der Fluke/Philips-Scope-Testplatine liefert hierfür eine Aussage.

Die obere Halbwelle des Signals wird in der Amplitude von 0 % bis 100 % moduliert. Ein analoges Oszilloskop zeigt dann eine komplett und gleichmäßig ausgeschriebene positive Halbwelle, ein DSO jedoch nur einzelne Hüllkurven. Je mehr davon auf dem Bildschirm erscheinen, desto höher die Wiederholrate.

Einen weiteren sehr interessanten Test findet man auf einem Testboard von Yokogawa: hier geht es darum, eine Jittermessung mit feststehendem Triggerpunkt durchzuführen. Dazu wird ein Signal frequenzmoduliert und auf das Oszilloskop gegeben. Eine wünschenswerte Voraussetzung für die Aufzeichnung ist die Möglichkeit, den Triggerpegel exakt und nach Vorgabe einzustellen zu können – was allerdings lediglich beim Yokogawa, HP, Philips, Tektronix und Hitachi möglich ist.

## Fazit

Die Bandbreite der marktverfügbaren DSOs ist recht groß – in preislicher und in leistungsmäßiger Hinsicht. Als echtes Laborgerät stellt sich das Yokogawa dar, das vielfältig für Meß- und Überwachungsaufgaben konfigurierbar ist und über einen eingebauten Printer zur einfachen Dokumentation verfügt. Entwicklung und Qualitätsüberwachung sind seine Stärke. Die nächste Kategorie wird gebildet von Hewlett-Packard und Tektronix, die beide reine DSOs sind. So wohl das Philips als auch das Hameg sind analog/digital Kombigeräte, die außerdem über den Vorzug der Echtzeitdarstellung im Analogmodus verfügen. Das Hameg ist leichter bedienbar, dafür hat das Philips speziell im Digitalbetrieb erheblich umfangreichere Möglichkeiten zu bieten. ITT und Goldstar qualifizieren sich als Servicegeräte. roe

## Digitale Speicheroszilloskope

Gerät	Yokogawa DL1300A	HP 54600B	Fluke PM3380A	Hitachi VC-5460	Tektronix TDS-320	Hameg HM1007	ITT OX 8020	Goldstar OS-3020
<b>Bandbreite (MHz)</b>	100	100	100	150	100	100	20	20
<b>Sample Rate</b>	100 MS/s	20 MS/s	100 MS/s	60 MS/s	500 MS/s	40 MS/s	40 MS/s	10 MS/s
<b>Eingangsempfindlichkeit (mV/Div...V/Div)</b>	1 mV...5 V	2 mV...5 V	2 mV...5 V	1 mV...5 V	2 mV...10 V	5 mV...5 V	1 mV...20 V	5 mV...5 V
<b>Zeitbasis</b>								
(s/Div...μs/Div)	50 s...10 ns	5 s...2 ns	0,5 s...50 ns	50 s...2 ns	5 s...5 ns	1 s...50 ns	200 ms...0,5 μs	0,2 s...0,2 μs
<b>Datenspeicherlänge pro Trace</b>	128 K Worte/Kanal	4 K	4 K Worte	2 K	1000 Points	2K	4K	1K
<b>Setup-Speicher</b>	32	16	k. A.	10	k. A.	–	–	–
<b>Kurven-Speicher</b>	8	2	k. A.	100	k. A.	–	2	2
<b>Analog-Mode</b>	–	–	✓	–	–	✓	✓	✓
<b>Digital-Mode</b>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<b>Farbdarstellung</b>	–	–	–	✓	–	–	–	–
<b>Kanäle</b>	4 (siehe Text)	2	2	2	2	2	2	2
<b>Readout</b>	✓	✓	✓	✓	✓	–	✓	✓
<b>Softkeys</b>	✓	✓	✓	Menü	✓	–	✓	–
<b>Cursor-Messung</b>	✓	✓	✓	✓	✓	–	✓	✓
<b>Auto-Einstellung</b>	✓	✓	✓	✓	✓	–	–	–
<b>Dokumentation</b>	dt. + engl. Org., mit Beisp. f. alle Maßarten plus Trainings-Kurs	dt. + engl. Ergänzung, getrennte Manuals für Interfaces	dt. Handbuch, engl. Reference	dt. Handbuch, engl. Reference	engl. Instruction Man. und Reference Guide	deutsch, mit Schaltbildern und Serviceplänen	engl. + deutsch mit Meßbeispielen	engl. + deutsch, engl. Manual mit Software-Beispielen
<b>Software im Lieferumfang</b>	✓, DOS + Windows	✓	✓	–	✓	–	–	–
<b>Sonstiges</b>	Interner Thermo-drucker (optional), Go/Nogo-Funktion			TFT Color Matrix, 160 x 3(Farben) x 220 dots, netzunabhängig	7 Zoll-Bildröhre, 640 x 480 Pixel Video, 401 x 301 Pixel, Schirm für Kurven		doppelte Zeitbasis, Printouts per Dipschalter einstellbar	
<b>Schnittstellen</b>	HP-IB (IEE 488)	nur als Option	RS-232	RS-232 + Centronics auf Mini-Stecker	Centronics, RS-232, GPIB	Hameg Interface	RS-232	RS-232
<b>Maße (B/H/T in mm)</b>	205/290/380	332/172/317	341/139/481	184/62/259	362/165/471	285/145/380	390/135/480	320/140/430
<b>Gewicht in kg</b>	10	6,2	9,5	2	6,8	7	7,2	8
<b>Preis (DM incl. Mwst)</b>	8728,50, 2-Kanal 11 477 DM, 4-Kan.	4969,15	7992,50	7992,50	7026,50	3312,-	3214,25	1598,-
<b>Anbieter</b>	Yokogawa-nbn GmbH	Hewlett-PackardGmbH, HP-Direkt Meßtechnik	Fluke-Deutschld. GmbH	Hitachi Europa GmbH	Tektronix GmbH	Hameg GmbH	Müller & Weigert	Conrad-Electronic
<b>Adresse</b>	Gewerbegebiet 82211 Herrsching	Schickardstr. 3 71034 Böblingen	Heinrich-Hertz-Str. 11 34123 Kassel	Weiskircherstr. 88 Jügesheim 63110 Rodgau	Stolbergerstr. 200 50933 Köln	Kelsterbacherstr. 15-19 60528 Frankfurt/M.	Kleinreuther Weg 88 90408 Nürnberg	Klaus-Conrad-Str. 1 92240 Hirschau

✓ = vorhanden

– = nicht vorhanden

## ELRAD Direkt-Kontakt

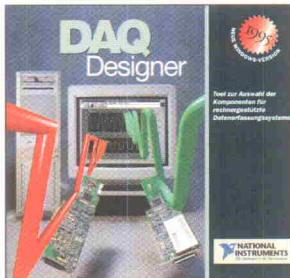
Der **ELRAD**-Service für Direkt-Informationen vom Hersteller:

- 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.



### DAQ Designer 1995



National Instruments  
Germany GmbH  
Konrad-Celtis-Str. 79  
81369 München  
Tel.: 089/741 31 30  
Fax: 089/714 60 35

Wir stellen aus: MessComp Wiebaden,  
Halle 1, Stand 10-16, 45, 50 + 69

## 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!

**Ein Datenerfassungssystem,  
das zum ersten Mal genau  
Ihren Wünschen entspricht?**

**...ganz einfach mit  
DAQ Designer!**

DAQ Designer ist ein kostenloses Programm, das Ihnen hilft, die richtigen Komponenten für Ihr rechnergestütztes Datenerfassungssystem auszuwählen. Sie werden schrittweise durch die Applikation geführt, beantworten Fragen und erhalten als Resultat eine Empfehlung mit den für Sie geeigneten Komponenten, wie z.B.:

- Datenerfassungskarten
- Signalkonditionierungszubehör
- Verkabelung
- Software

Rufen Sie uns an, wir schicken Ihnen Ihr persönliches, kostenloses Exemplar von DAQ Designer!  
Tel.: 089/741 31 30



**1 Eurokarte\***  
+ Einrichtung  
+ Photoplot  
+ MwSt.  
= **DM 99.-**

\*doppelseitig, durchkontaktiert

**Pay more ?**

**NO !**

**ELRAD****Direkt-Kontakt**

Anschrift der Firma, zu  
der Sie Kontakt aufnehmen  
wollen.

**Absender**

(Bitte deutlich schreiben)

Vorname/Name

Abt./Position

Firma

Straße/Nr.

PLZ      Ort

Telefon Vorwahl/Rufnummer

Name \_\_\_\_\_

Vorname \_\_\_\_\_

Firma \_\_\_\_\_

Ableitung \_\_\_\_\_

Straße/Postfach \_\_\_\_\_

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

PLZ/PF \_\_\_\_\_

Fax \_\_\_\_\_

© Copyright 1995 National Instruments Corporation. Alle Rechte vorbehalten.  
Produkt- und Firmennamen sind eingetragene Warenzeichen ihrer Hersteller.

**Postkarte**

Bitte mit der  
jeweils gültigen  
Postkartengebühr  
freimachen

Firma \_\_\_\_\_

Straße/Postfach \_\_\_\_\_

PLZ      Ort

**ELRAD****Direkt-Kontakt**

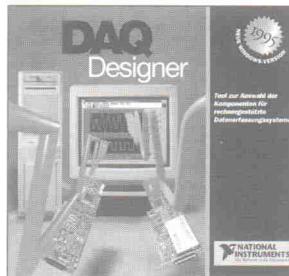
Abgesandt am \_\_\_\_\_

199\_\_\_\_

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

**Angefordert**

- Ausführliche Unterlagen
- Telefonische Kontaktaufnahme
- Besuch des Kundenberaters

**DAQ Designer 1995**

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

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

**Meine Adresse / Fax-Nummer:**

elrad

Senden/Faxen Sie mir die PCB-POOL Teilnahmebedingungen !

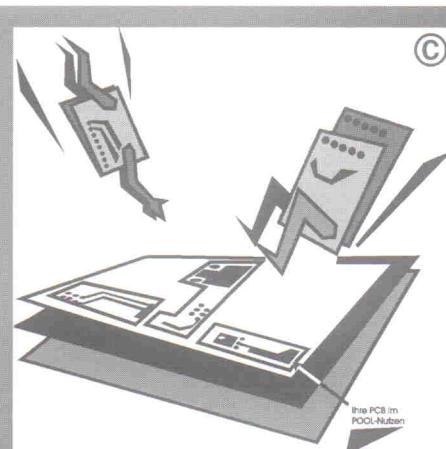
Bitte senden Sie mir die PREVUE-DISC kostenlos zu !

Die PREVUE Software kann ich aus der BETA MAILBOX downloaden !



**Beta**  
LAYOUT  
Festerbachstr.32  
65329 Hohenstein

Mach  
mich  
frei !



**PCB-POOL<sup>®</sup>**

Tel 06120 - 907010  
Fax 6487  
Mailbox 6489



**3**

**Bände „Laborblätter“  
stehen zur Auswahl  
Einer für Sie...  
(bitte ankreuzen)**

**Antwortkarte**

Bitte mit der  
jeweils gültigen  
Postkartengebühr  
freimachen

Abgesandt am

199

zur Lieferung ab

Heft

199

**Verlag Heinz Heise  
GmbH & Co. KG  
Zeitschriften-Vertrieb  
Postfach 610407**

**30604 Hannover****Absender:** (Bitte deutlich schreiben)

Vorname/Name

Beruf

Straße/Nr.

PLZ      Ort

Telefon Vorwahl/Rufnummer



Bitte mit der  
jeweils gültigen  
Postkartengebühr  
freimachen

**eMedia-Bestellkarte**

Abgesandt am:

199

an eMedia GmbH

Bestellt/angefordert:

Abbuchungserlaubnis erteilt am:

**eMedia GmbH  
Postfach 610106**

**30601 Hannover****Absender:** (Bitte deutlich schreiben)

Vorname/Name

Beruf

Straße/Nr.

PLZ      Ort

**Veröffentlichungen nur gegen Vorauskasse.**  
Bitte veröffentlichen Sie umstehenden Text in der  
nächsterreichbaren Ausgabe von **ELRAD**.

Den Betrag buchen Sie bitte von meinem  
Konto ab.  
Konto-Nr.:

BLZ:

Bank:

Den Betrag habe ich auf Ihr Konto überwiesen,  
Postgiro Hannover, BLZ 250 100 30,  
Konto-Nr. 9305-308  
Kreissparkasse Hannover, BLZ 250 502 99  
Konto-Nr. 000-019 968

Scheck liegt bei.

Datum \_\_\_\_\_ rechtsverbindliche Unterschrift  
(für Jugendliche unter 18 Jahren der Erziehungsberechtigte)

Bitte mit der  
jeweils gültigen  
Postkartengebühr  
freimachen

**ELRAD-Kleinanzeige  
Auftragskarte****ELRAD**-Leser haben die Möglichkeit,  
zu einem Sonderpreis Kleinanzeigen  
aufzugeben.Private Kleinanzeigen je Druckzeile  
DM 4,30Gewerbliche Kleinanzeigen je Druck-  
zeile DM 7,20

Chiffregebühr DM 6,10

**Verlag Heinz Heise  
GmbH & Co. KG  
Postfach 610407**

**30604 Hannover**

## TELEFAX-VORLAGE

Bitte richten Sie Ihre Telefax-Anfrage direkt an die betreffende Firma, nicht an den Verlag.

\*

### Kontrollabschnitt:

Ich habe angefragt  
am \_\_\_\_\_  
bei \_\_\_\_\_  
Fax \_\_\_\_\_  
erl.: \_\_\_\_\_

Ich habe angefragt  
am \_\_\_\_\_  
bei \_\_\_\_\_  
Fax \_\_\_\_\_  
erl.: \_\_\_\_\_

Ich habe angefragt  
am \_\_\_\_\_  
bei \_\_\_\_\_  
Fax \_\_\_\_\_  
erl.: \_\_\_\_\_

Ich habe angefragt  
am \_\_\_\_\_  
bei \_\_\_\_\_  
Fax \_\_\_\_\_  
erl.: \_\_\_\_\_

Ich habe angefragt  
am \_\_\_\_\_  
bei \_\_\_\_\_  
Fax \_\_\_\_\_  
erl.: \_\_\_\_\_

Ich habe angefragt  
am \_\_\_\_\_  
bei \_\_\_\_\_  
Fax \_\_\_\_\_  
erl.: \_\_\_\_\_



Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

**TELEFAX**  
**Direkt-Kontakt**

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

### Fax-Empfänger

Telefax-Nr.: \_\_\_\_\_

Firma: \_\_\_\_\_

Abt./Bereich: \_\_\_\_\_

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

Anzeige

Beilage über

Ich bitte um:

- Zusendung ausführlicher Angebots-Unterlagen, u. a.
- Datenblätter/Prospekte    Applikationen
- Preislisten \*    Consumer-,    Handels-
- Telefonische Kontaktaufnahme
- Besuch Ihres Kundenberaters
- Vorführung    Mustersendung

Gewünschtes ist angekreuzt.

### Fax-Absender:

Name/Vorname: \_\_\_\_\_

Firma/Institut: \_\_\_\_\_

Abt./Bereich: \_\_\_\_\_

Postanschrift: \_\_\_\_\_

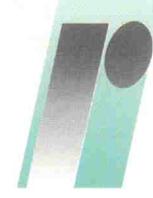
Besuchsadresse: \_\_\_\_\_

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



**ELRAD-Fax-Kontakt:** Der fixe Draht zur Produktinformation

Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG · Hannover



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

## KATALOG KOSTENLOS!

Versand ab DM 10,-/ Ausland ab DM 100,-  
Versand per Nachnahme oder Bankenzug  
Bankenzug, DM 5,80  
(außer Behörden, Schulen usw.)

Versandkostenpauschale: NN-7  
Bankenzug, DM 5,80  
UPS: DM 9,00

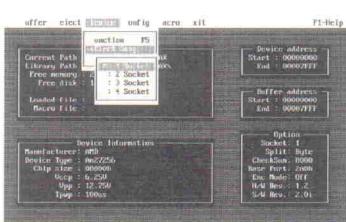
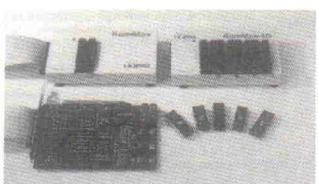
## Transistoren

BC	BD	BDW	BFG	BUW
107A	0,34	238 0,48	93B 0,88	65 1,95
107B	0,34	239C 0,60	93C 0,90	
108B	0,34	240C 0,61	94B 0,87	
108C	0,34	241B 0,62	94C 0,87	
140-10	0,44	241C 0,62		
140-16	0,44	242B 0,62		
141-10	0,44	242C 0,65		
141-16	0,44	243 0,65	33C 0,73	96 1,05
160-10	0,44	243B 0,60	34 0,76	
160-16	0,44	243C 0,60	34C 0,73	
161-10	0,44	244 0,81	53A 0,72	69 4,80
161-16	0,44	244B 0,62	53C 0,76	
177A	0,31	244C 0,63	54A 0,72	
177B	0,31	245B 1,80	54C 0,72	
237A	0,11	245C 1,40	66B 3,80	
237B	0,11	246B 1,45	66C 3,80	16A 1,95
238A	0,11	246C 1,45	67B 3,30	92 0,67
238B	0,11	247 1,75	67C 3,55	
239B	0,11	249B 1,85	87C 2,45	
327-25	0,18	249C 2,15	88C 2,55	
327-40	0,18	250 1,90		
328-25	0,18	250B 2,00		
328-40	0,18	250C 2,15		
337-25	0,18	317 2,40		
337-40	0,11	318 2,40	198 0,16	107 0,54
338-25	0,18			20 2,90
338-40	0,18			
368				
369				
516				
517				
546A	0,11			
546B	0,11			
547A	0,14			
547B	0,14			
547C	0,14			
548A	0,14			
548B	0,14			
548C	0,14			
549B	0,14			
549C	0,14			
550B	0,14			
550C	0,14			
556A	0,14			
556B	0,14			
557A	0,14			
557B	0,14			
557C	0,14			
558A	0,14			
558B	0,14			
558C	0,14			
559A	0,14			
559B	0,14			
559C	0,14			
560B	0,14			
560C	0,14			
635	0,24			
636	0,24			
637	0,24			
638	0,24			
639	0,26			
640	0,26			
875	0,56			
876	0,56			
877	0,56			
878	0,59			
879	0,56			
880	0,56			

## RomMax

Eeprom-Programmer

- 32-Pin Programmiergerät für (E)EPROMs und Mikrokontroller mit PC-Anschluß über eigene Steckkarte
- Programmiert und testet EProms, EEPROMs, High-Speed-Flash-Typen bis 8MB, sowie Mikrocontroller (mit opt. Adapter)
  - Vierfach Gangprogrammierung für (E)EPROMs
  - einfache menügesteuerte Softwareoberfläche
  - schnelle Programmieralgorithmen: Intelligent Quick-Pulse, Flash
  - Unterstützte Datenformate: Jedec, Intel-Hex, Motorola-S-Records, Tekhex, Binary



## ROMMAX-G1 ROMMAX-G4

4-fach-Gerät

398.00

598.00

Adapter:

## ROMMAX-875X

für 875x-Contr.

298.00

## ROMMAX-PIC

für PIC16C5x Contr.

298.00

## ROMMAX-16B

für 16Bit-EProm/40P

290.00

BD	BD	BDW	BDW	BDW
135	0,34	64C 2,25	869 0,49	<b>BU1</b>
136	0,33	65B 2,25	870 0,49	11A 1,45
137	0,35	65C 2,25	871 0,49	11AF 2,10
138	0,35	65D 2,25	872 0,64	12A 1,80
139	0,33	51C 2,10	960 0,58	12AF 2,55
140	0,33	52C 2,80	961 0,73	56A 1,30
175	0,48	83B 1,95	964 0,75	12AF 2,05
179	0,53	83C 1,85	966 0,75	76A 1,45
180	0,54			
189	0,69			
190	0,69			
234	0,48	83D 2,40	979 0,87	46A 2,30
235	0,48	84B 2,45	980 1,05	47A 3,10
236	0,48	84C 2,60	981 0,75	48A 3,10
237	0,48	84D 3,10	982 0,87	48C 8,20

uA (TSL)	ICM	MC	SAS	TDA	TLC	MOS	LS	74F
7805 0,69	7216D 68,65	1310DIL 1,50	5608 3,60	2593 1,75	251DIP 3,55	4000 0,33	00 0,37	00 0,63
7806 0,79	72171JT 30,55	1327DIL 4,50	5708 3,10	2594 4,50	271DIP 0,94	4001 0,46	01 0,35	02 0,63
7807 1,00	7218A 15,25	1350P 5,05	660 2,60	2595 3,60	272DIP 1,70	4002 0,33	02 0,35	04 0,63
7808 0,79	7224 25,00	1377DIL 5,65	670 2,60	2611A 1,90	274DIL 2,40	4006 0,69	03 0,35	08 0,72
7809 0,87	7226A 99,00	1408DIL 5,50		2621A 1,90	274DIL 2,40	4006 0,69	03 0,35	08 0,72
7810 0,65	7556 1,60	1458DIL 0,53		2631A 1,90	274DIL 2,40	4006 0,69	03 0,35	08 0,72
7811 0,69		1496DIL 1,65		2641A 1,90	274DIL 2,40	4006 0,69	03 0,35	08 0,72
7812 0,92		1558DIL 1,90		2651A 1,90	274DIL 2,40	4006 0,69	03 0,35	08 0,72
7820 0,79	<b>ICS</b>	1525DIL 1,75		2661A 1,90	274DIL 2,40	4006 0,69	03 0,35	08 0,72
7824 1,05	1700A 21,80	1548DIL 1,50		2671A 1,90	274DIL 2,40	4006 0,69	03 0,35	08 0,72
	1702N 21,80	1587DIL 2,00		2681A 1,90	274DIL 2,40	4006 0,69	03 0,35	08 0,72

## Integrierte Schaltungen

uA (Toshiba)	ICS	SG	TAA	L	74HC
7805-TA 1,15		3524N 1,40	550 0,44	ispLSI 1016-60 LJ	21.00
7806-TA 1,15	155 3,55	3525A 1,80	611T 2,55	ispLSI 1032-60 LJ	86.00
7808-TA 1,15	200-200	3526N 9,80	761A 1,40	ispLSI 2032-80 LJ	23.30
7810-TA 1,40	200-200	3527N 1,40	765A 1,20	ispGAL 22V10B-15	16.70
7812-TA 1,15	203B	3528N 1,40	861A 1,15	ispGDS 14-7J	8.65
7815-TA 1,15	272	3529N 1,40	865A 1,30	ispLSI START-KIT	239.00
7820-TA 1,40	293B	3530N 1,40	2761A 1,50		
7824-TA 1,15	293D	3531N 1,40	2765A 1,80		

uA ..	LF	TBA	TAA	L	74HC
7805 0,87	387	550 2,80	120 1,15	ispLSI 1016-60 LJ	21.00
7810 0,69	702B	555DIL 0,52	120T 0,95	ispLSI 1032-60 LJ	86.00
7818 0,69	4805	556DIL 3,95	1200 0,92	ispLSI 2032-80 LJ	23.30
7819 0,69	4810	556DIL 3,95	1200 0,92	ispGAL 22V10B-15	16.70
7820 0,69	4815	556DIL 3,95	1200 0,92	ispGDS 14-7J	8.65
7824 0,95	4820	556DIL 3,95	1200 0,92	ispLSI START-KIT	239.00
7828 0,95	4825	556DIL 3,95	1200 0,92		
7832 0,95	4830	556DIL 3,95	1200 0,92		
7836 0,95	4835	556DIL 3,95	1200 0,92		
7840 0,95	4840	556DIL 3,95	1200 0,92		
7844 0,95	4845	556DIL 3,95	1200 0,92		
7848 0,95	4850	556DIL 3,95	1200 0,92		
7852 0,95	4855	556DIL 3,95	1200 0,92		
7856 0,95	4860	556DIL 3,95	1200 0,92		
7860 0,95	4865	556DIL 3,95	1200 0,92		
7864 0,95	4870	556DIL 3,95	1200 0,92		
7868 0,95	4875	556DIL 3,95	1200 0,92		
7872 0,95	4880	556DIL 3,95	1200 0,92		
7876 0,95	4885	556DIL 3,95	1200 0,92		
7880 0,95	4890	556DIL 3,95	1200 0,92		
7884 0,95	4895	556DIL 3,95	1200 0,92		
7888 0,95	4900	556DIL 3,95	1200 0,92		
7892 0,95	4905	556DIL 3,95	1200 0,92		
7896 0,95	4910	556DIL 3,95	1200 0,92		
7900 0,95	4915	556DIL 3,95	1200 0,92		
7904 0,95	4920	556DIL 3,95	1200 0,92		
7908 0,95	4925	556DIL 3,95	1200 0,92		
7912 0,95	4930	556DIL 3,95	1200 0,92		
7916 0,95	4935	556DIL 3,95	1200 0,92		
7920 0,95	4940	556DIL 3,95	1200 0,92		
7924 0,95	4945	556DIL 3,95	1200 0,92		
7928 0,95	4950	556DIL 3,95	1200 0,92		
7932 0,95	4955	556DIL 3,95	1200 0,92		
7936 0,95	4960	556DIL 3,95	1200 0,92		
7940 0,95	4965	556DIL 3,95	1200 0,92		
7944 0,95	4970	556DIL 3,95	1200 0,92		
7948 0,95	4975	556DIL 3,95	1200 0,92		
7952 0,95	4980	556DIL 3,95	1200 0,92		
7956 0,95	4985	556DIL 3,95	1200 0,		

# Vision Master™

17



Bestellnr.:  
**PC-VGA MF8617**

- 0.26mm Lochmaske
- 135MHz Bandbreite
- Signaleingänge in Sub-D sowie BNC
- LCD-Display für Menugesteuerte Bedienung
- Microprozessor gesteuertes Power-Management
- Kontraststarker 17" Monitor, antistatisch und entspiegelt
- IDEK Power-Management-System kompatibel zu allen Grafikkarten
- Flicker-Free Bildschirm 1280x1024 bei 80Hz Wiederholfrequenz
- Sicherheitsstandards: MPRII, TÜV, ISO9241-3, u.m.

**MF-8617**

**1598,-**

## Monitore

### 36cm 14":

PC-VGA M36C 1024x768/i/MPRII 429,-

### 39cm 15":

PC-VGA M39C-DI 1024x768/ni/MPRII Flicker Free / 0.28 Lo. 679,-

### 43cm 17":

PC-VGA M43C-DI 1280x1024/ni/MPRII Flicker Free / 0.26 Lo. 1129,-

### Iiyama 51cm 21":

PC-VGA MT 9121 1600x1200 (72Hz) /ni/ h.30-90KHz/v.50-120Hz Digi-Control / 0.3Hit.diatron tube 3695,-



### Stecker, Lötkelch

MIND-STIFT 09	0.32
MIND-STIFT 15	0.42
MIND-STIFT 19	0.87
MIND-STIFT 23	0.87
MIND-STIFT 25	0.44
MIND-STIFT 37	0.87
MIND-STIFT 50	1.90



### Buchse, Lötkelch

MIND-BUCHSE 09	0.35
MIND-BUCHSE 15	0.46
MIND-BUCHSE 19	0.93
MIND-BUCHSE 23	0.89
MIND-BUCHSE 25	0.44
MIND-BUCHSE 37	0.89
MIND-BUCHSE 50	2.00



KAPPE 09M	0.65
KAPPE 15M	0.75
KAPPE 19M	1.40
KAPPE 23M	1.20
KAPPE 25M	0.73
KAPPE 37M	1.25
KAPPE 50M	2.15

## VGA-Karten

### ISA:

PC-VGA-2 Trident 16Bit 512K 78,-  
PC-VGA-3 ET 4000 1MB 149,-

### VLB

PC-VGA-3 LOC Cirrus Logic 1MB 189,-  
PC-V7-M VL Spea V7-Mirage 229,-  
PC-V7-M P64 VL Spea V7-P64 329,-  
Miro SD 12 VLB 1MB 189,-  
Miro SD 20 VLB 2MB 449,-

### PCI

PC-VGA-3 PCI 1MB 239,-  
PC-V7-M P64 PI Spea V7-P64 349,-

## Crimpzange

zum Crimpen von BNC-Steckern



**DM 39,00**

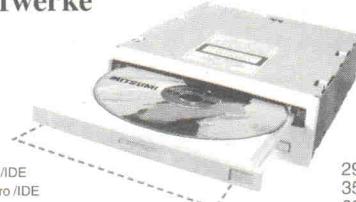
## BNC-Crimp-Stecker



UG 88U-C58	Stecker RG58	1.15
UG 88U-C59	Stecker RG59	1.00
UG 88U-C62	Stecker RG62	1.15
UG 89U-C58	Kupplung RG58	1.95
UG 89U-C62	Kupplung RG62	1.95
UG 1094U-C58	Buchse RG58	2.75
UG 1094U-C62	Buchse RG62	2.75

UG 88/50 Ω	Abschlußst.	1.15
UG 88/75 Ω	Abschlußst.	1.40
UG 88/93 Ω	Abschlußst.	1.45

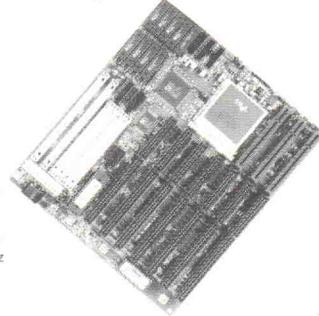
## CD-ROM Laufwerke



Mitsumi FX 300	triple /IDE	299,-
Mitsumi FX 400	quadro /IDE	359,-
Toshiba XM 3501	quadro / SCSI	639,-
Toshiba XM 3601	quadro / SCSI	679,-
PC-CD ROM Contr.	IDE-CD Controller	29,-
PC-CD ROM Caddy	Universalträger	9,90

## Motherboards

Y = Soyo



### VLB + ISA:

PC-LB i486DX2-66 Y 66 MHz 529,-

**PCI + VLB + ISA:** PC-PCI i486DX2-66 Y 66 MHz 559,-

PC-PCI i486DX4-100 Y 100MHz 798,-

**PCI + ISA:** PC-PCI i586-75 Y 75MHz 999,-

PC-PCI i586-90 Y 90MHz 1498,-

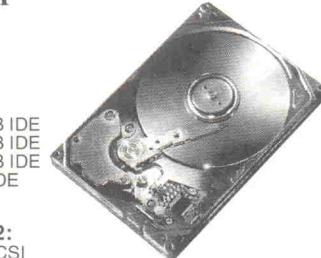
PC-PCI i586-120 Y 120MHz Triton 2359,-

### Boards ohne CPU:

PC-LB486-BOARD 199,-

PC-PCI486-BOARD 259,-

## Festplatten



### AT-Bus:

PC-HD 420MB IDE 299,-

PC-HD 540MB IDE 359,-

PC-HD 850MB IDE 459,-

PC-HD 1GB IDE 679,-

**SCSI/SCSI-2:** PC-HD 540 SCSI 398,-

PC-HD 1GB SCSI 879,-

## Druckerkabel

### 2xD-Sub-Stecker 25pol

AK 401	1.8m	3.45
AK 450	3m	4.50
AK 402	5m	6.40

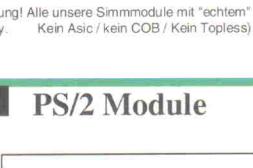
### D-Sub-Stecker/Buchse 25pol

AK 404	1.8m	3.45
AK 405	5m	6.40
AK 406	7m	9.00

### D-Sub-Stecker/Centronic-St

AK 101	1.8m	2.40
AK 102	3m	4.50
AK 103	5m	6.20

## PS/2 Module



### inkl. Parity

PS/2 Modul 4MB 1MBx36 298.00

PS/2 Modul 8MB 2MBx36 569.00

PS/2 Modul 16MB 4MBx36 988.00

### ohne Parity

PS/2 4MB 1x32 1MBx32 255.00

PS/2 8MB 2x32 2MBx32 510.00

PS/2 16MB 4x32 4MBx32 820.00

### für Intel-Triton

PS/2 EDO 4MB 1MBx32 EDO 345.00

PS/2 EDO 8MB 2MBx32 EDO 715.00



**KATALOG  
KOSTENLOS**

TEL: 0 44 21 - 2 63 81

FAX: 0 44 21 - 2 78 88

Stand: 2.6.95

# Thronfolger gesucht

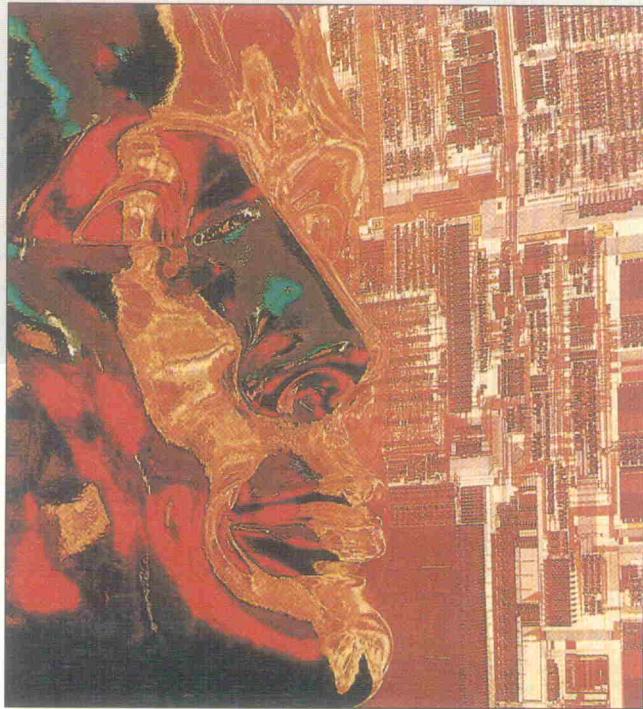
## Architekturvergleich MCS-251 und 8051XA

Entwicklung

Alfred Arnold

Die von Intel vor mehr als zehn Jahren eingeführte MCS-51-Mikrocontrollerfamilie stellt schon seit einiger Zeit die beliebtesten 8-Bit-Mikrocontroller am Markt. Allein im Jahr 1993 wurden über 126 Millionen dieser Chips weltweit verkauft. Als Grund für diesen Erfolg ist neben dem niedrigen Preis der Prozessoren auch die breite Verfügbarkeit an Entwicklungswerkzeugen in allen Preiskategorien bis herunter in den PD-Bereich anzusehen. Wem die 51er-Welt zu klein oder zu langsam geworden ist, bieten Intel und Philips jetzt 'Aufsteiger'-Versionen des Controller-Veteranen an.

Dipl.-Ing. Alfred Arnold studierte Elektrotechnik an der RWTH Aachen. Derzeit promoviert er am Zentralinstitut für Angewandte Mathematik des Forschungszentrums Jülich mit einer 'Untersuchung von Scheduling-Algorithmen für massiv-parallele Systeme mit virtuell gemeinsamem Speicher'.



Derjenige, der ein Projekt mit 8051ern durchzieht, merkt recht schnell, wo die 'harten' Grenzen dieser Architektur liegen. Diese Grenzen wirken sich besonders dann schmerhaft aus, wenn ein Projekt über den vorher geplanten Rahmen hinausgewachsen ist. Denn die 8051er sind gleich in mehrfacher Hinsicht reinrassige 8-Bit-Prozessoren: Alle Register (bis auf den Datenzeiger) sind 8-Bit-Register, und es gibt auch keine Befehle, mehr als 16- oder 32-Bit-Register zu behandeln. Das Ergebnis ist, daß bereits eine einfache 16-Bit-Addition, wie man sie früher beim Z80 noch in einem Befehl erledigt hätte, zu einer Sequenz von einem halben Dutzend Befehlen ausartet. Dies ist aber auch der starken 'Akumulator-Orientierung' der 8051-Arithmetik anzulasten, die gegenüber modernen Architekturen mit Registerfiles doch etwas antiquiert aussieht. Während man sich mit diesen Problemen aber noch arrangieren kann und sich nötigenfalls einen passenden Satz an Unterprogrammen schreibt (die Mehrzahl der 8051-Anwendungen ist eh nicht besonders re-

chenintensiv), so kommt man über eine andere Grenze nicht so ohne weiteres hinaus: die Größen der Adressräume.

Der direkt adressierbare RAM-Bereich ist zum einen auf das On-Chip-RAM beschränkt, zum anderen kann er nicht größer als 128 Byte werden, da die andere Hälfte für die SFRs reserviert ist. Von diesen 128 Byte gehen dann noch einmal zwischen 8 und 32 Byte für die Registersätze ab, so daß man nur bei kleineren Anwendungen, bei denen der CPU-Kern eigentlich nur dazu da ist, die Peripherie passend (um)zu programmieren, vor indirekter Programmierung verschont bleibt. Größere Adressbereiche aber erschließen sich wieder nur mit dem DPTR-Register, und bei Programmenteilen, die auf mehrere Speicherbereiche gleichzeitig zugreifen müssen, führt das zu ziemlich umständlichen Ein- und Auslagerungsaktionen. Mit diesem Problem müssen sich natürlich besonders Compilerbauer auseinandersetzen, da mittlere und größere Anwendungen heute immer häufiger in Hochsprachen statt Assembler programmiert

werden. Der vergleichsweise kleine Stack erleichtert die Implementation von Hochsprachen auch nicht gerade... Ein ähnliches Problem ergibt sich bei der Ansteuerung der On-Chip-Peripherie. Es sind heute 8051-Derivate mit einer wirklich guten und leistungsfähigen Peripherieausstattung auf dem Markt, diese leiden aber unter der Festlegung auf maximal 16 bitadressierbare Register. Als Designer eines solchen Prozessors hat man die Auswahl zwischen zwei Übeln: Entweder man verschiebt einige Register des originalen 8051-Peripheriesatzes in den nicht-bitadressierbaren Bereich und ist damit nicht mehr 'Intel-kompatibel', oder man legt die zusätzlichen Register dorthin und verliert damit einen großen Vorteil der MCS-51-Familie, nämlich den Boolean-Prozessor, der mit seinen Befehlen erlaubt, Bits genauso wie ganze Bytes hin- und herzukopieren und zu verknüpfen.

Die Anforderungen an einen MCS-Nachfolger lassen sich daher in zwei Punkten zusammenfassen: Mehr Speicher und ein leistungsfähigerer CPU-Kern. Darüber hinaus sollte ein MCS-51-Sproß ein möglichst hohes Maß an bekannten Eigenschaften von seinem Vorgänger übernehmen, um den Entwicklern einen möglichst einfachen Übergang zu gestatten. Bekanntlich gilt aber die Binsenweisheit, daß Kompatibilität der Tod des Fortschritts ist, genauso wie Fortschritt der Tod der Kompatibilität ist.

### Voll kompatibel

Intel hat mit dem 80C251SB die Frage nach der Aufwärtskompatibilität in einer für diese Firma vielleicht nicht ganz unerwarteten Weise beantwortet: Der CPU-Kern ist voll binärkompatibel zum MCS-51, alle bisherigen 8051-Programme laufen also ohne Neukompilation. Um noch einen draufzusetzen, ist dieses erste Mitglied der MCS-251-Familie voll pin- und SFR-kompatibel zum Urvater 8051, kann in bestehende Designs also ohne Änderungen eingesetzt werden. Wenn man sich die Entwicklungslinie von Intel auf einem anderen Gebiet anschaut, dürfen wir uns also schon auf den in zwei bis drei Jahren erscheinenden, voll kompatiblen und 32-bitigen 80351 freuen... aber Spaß beiseite: Durch den bloßen Austausch von 8051

gegen 80C251 erhält man ein deutlich schnelleres System. Erreicht hat Intel dies durch eine Reduktion der Oszillatorkakte pro Maschinenzyklus von sechs auf nur noch einen. Damit der Prozessor diese hohe Befehlsrate auch mit dem bisherigen Businterface halten kann (Intel spricht von einer mittleren Beschleunigung um den Faktor 5), verarbeitet die CPU ihre Befehle nun in einer dreistufigen Pipeline und kann sie über einen 16 Bit breiten Datenbus vom internen Programmspeicher laden.

Das Registermodell wurde ebenfalls stark verbessert: Neben den vier Bänken zu 8-Byte-Registern, die weiterhin in die ersten 32 Byte des chipinternen RAMs gemappt werden, gibt es ein zusätzliches Registerfile mit 32 Bytes. Aus der Sicht des Programmierers präsentiert sich dieses Registerfile als Ergänzung der aktiven Registerbank auf nunmehr 40 Byte, wobei die oberen 32 Byte aber nicht von Bankumschaltungen betroffen sind. Da die Befehlskodierung des 80C251 aber offensichtlich nur 4 Bit für Registernummern reserviert hat, kann man nicht alle Registerbytes in allen Größen ansprechen. Im einzelnen geht folgendes:

- Bytes 0..15 als Byte-Register R0..R15.
- Bytes 0..31 als Wort-Register WR0..WR30.
- Bytes 0..31 und 56..63 als Doppelwort-Register DR0..DR28,DR56,DR60.

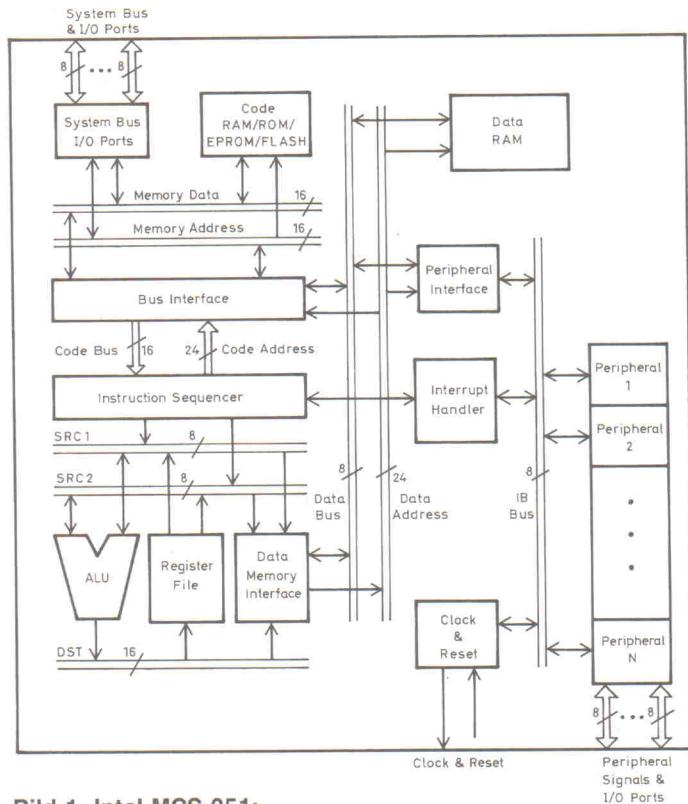
Die meisten der bekannten 8051-Befehle können nun sowohl mit 8 oder 16 Bit Operandenbreite angewendet werden; einige Befehle können auch mit 32 Bit arbeiten. Ebenfalls erweitert wurden die Adressierungsarten, um das Registerfile auch zur Adressierung des linearen, 16 MByte großen Adressraumes nutzen zu können. An echt neuen Adressierungsmodi ist aber nur die Variante 'registerindirekt mit Displacement' hinzugekommen. Neben den Bitadressen kennt der CPU-Kern übrigens nur noch diesen 16 MByte großen Adressraum, in den sowohl der Datenspeicher mit dem chipinternen RAM als auch der Programmspeicher gemappt werden. Das Durcheinander mit internem RAM, SFR-Bereich, Bitadressen sowie Code- und externem Daten-RAM beim 8051 wurde damit etwas reduziert. Für bestehenden 51er Code sorgt die Hardware des 251 aber dafür,

dass sie nach wie vor die getrennten Bereiche 'sieht'.

## Eingehakt

Damit ist man aber auch schon beim Pferdefuß der von Intel vorgenommenen Erweiterungen angelangt: Da strikte Binärkompatibilität zum Vorgänger im Pflichtenheft stand, war eine Erweiterung des Befehlssatzes nur über eine Hintertür möglich; alle erweiterten Befehle benötigen ein Präfixbyte A5h, die einzige noch nicht belegte Binärkombination im 8051-Befehlssatz. Erweiterte Befehle sind damit grundsätzlich ein Byte länger und damit etwas langsamer als Standard-Befehle. Wie weit dieser Nachteil von der Pipeline des Prozessors kompensiert werden kann, bleibt abzuwarten. Intel jedenfalls reklamiert bei einem Umschreiben bestehenden Codes auf den erweiterten Befehlssatz eine weitere Beschleunigung um bis zu einen Faktor von 3. Dieser Wert ist natürlich stark von der jeweiligen Anwendung abhängig und dürfte am ehesten von Anwendungen zu erreichen sein, die bisher stark unter der Rechenschwäche des 8051 litten; da diese aber bekannt war und sich Anwender mit höherem Rechenleistungsbedarf schon von vornherein andere CPU-Kerne gesucht haben, dürfte ein Gesamt-Beschleunigungsfaktor von 15 nur in den seltensten Fällen zu erreichen sein. Hochsprachen-Implementatoren dürften erleichtert aufatmen, wenn sie hören, daß der Stack des 251 bis zu 64 KByte groß werden darf.

Gegen die Erweiterungen des CPU-Kernes nehmen sich die Peripherie-Erweiterungen des 80C251 nicht so spektakulär aus, da man beim ersten Vertreter dieser Familie noch an das alte 8051-Pinout gebunden ist. Immerhin hat es für ein von anderen Prozessoren (z. B. vom 'großen Bruder' der 8051-Familie, dem 8096) in ähnlicher Form bekanntes programmierbares Zählerfeld gereicht, das als eine Art Koprozessor die Erzeugung und Messung von Signalen in Echtzeit erlaubt, wie es in Software nicht machbar ist. Anwendungen sind beispielsweise Pulsweitenmodulationen und Messung von Tastverhältnissen, Phasendifferenzen und Frequenzen. Weiterhin bietet der Chip einen Watchdog-Timer sowie verbesserte Power-Down-Modi, was man aber inzwischen



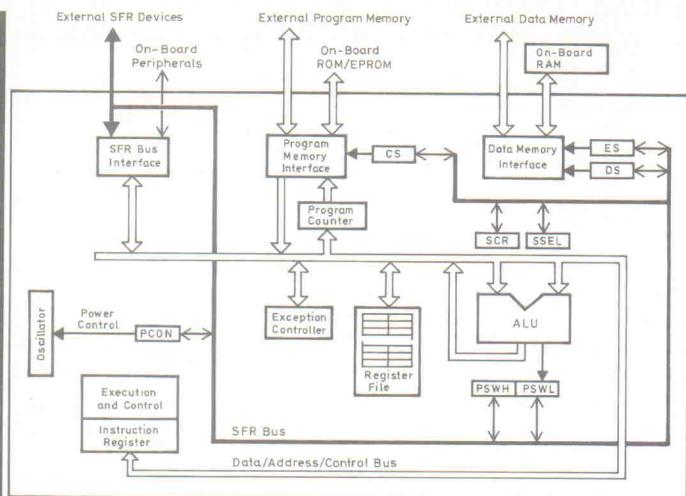
**Bild 1. Intel MCS-251:  
Ohne weiteres Zutun dreimal  
schneller als sein Ahn.**

als Standard für Mikrocontroller dieser Klasse ansehen sollte. Intel hat aber schon angekündigt, daß im Laufe des Jahres weitere Mitglieder der neuen Familie folgen werden. Welche Eigenschaften diese haben werden, ist noch nicht klar; es sollen aber auch Varianten mit vom Kunden definierbarer Peripheriekonfiguration dabei sein. Dem Bedürfnis nach mehr Speicher trägt Intel mit einem nunmehr 1 KByte großen internen RAM Rechnung; der interne Programmspeicher ist 16 KByte groß und kann entweder als ROM, (OTP-)EPROM oder Flash-EPROM ausgeführt sein. Aber auch eine ROM-lose Version ist verfügbar, falls man nur mit externem EPROM arbeiten möchte. Für langsame Speicher kann der Prozessor einen Wartezyklus einlegen.

## Teilverträglich

Einen deutlich anderen Weg hat Philips bei der Entwicklung der XA-Familie eingeschlagen: Ausgehend von der Idee, daß der Entwickler, dem ein 8051-Derivat zu klein für seine Anwendung wird, eh im Besitz des Quellcodes ist oder bei großen Anwendungen sowieso in einer Hochsprache programmiert, hat man auf eine Binärkompatibilität des Chips verzichtet. Da

auch keine vollständige Quellcode-Kompatibilität besteht, ist man als Assembler-Programmierer gezwungen, seinen Quellcode vor dem Weiterarbeiten durch ein Translatorprogramm zu schicken. Als Lohn für diese Mühe verspricht Philips eine um den Faktor 10 bis 100 höhere Geschwindigkeit. Letzterer Wert ist aber natürlich wieder nur erreichbar, wenn man die erweiterten Register- und Adressierungsmodi ausnutzt. Wie der Intel-Chip auch, hat der XA einen erweiterten Registersatz. Mit nur acht Registern zu 16 Bit, die auch als 16-Byte-Register genutzt werden können, ist dieser aber etwas schmäler ausgefallen als bei Intel. Immerhin gibt es das Versprechen, diesen bei zukünftigen Versionen auf 16 Register zu 16 Bit zu erweitern, wobei die zusätzlichen Register aber weder Byte-adressierbar noch zur indirekten Adressierung tauglich sein werden. Grund für die erste Einschränkung dürfte sein, daß auch die XA-Architektur nur 4 Bit für die Registerauswahl vorsieht. Der zweite Haken hat seinen tieferen Grund in der Segmentierung des Datenspeichers, auf die wir gleich noch zurückkommen. Die erste Hälfte des Registerfiles ist vierfach gebankt, was wie beim 8051 schnelle Kontextumschaltungen



**Bild 2. Philips XA:** Ist er der 'Ersatztyp' der Wahl, muß noch etwas Arbeit investiert werden.

in Interruptroutinen ermöglicht. Einen Akkumulator benötigt man nicht mehr, da alle Instruktionen direkt auf dem Registerfile arbeiten.

Wie der 8051 und im Gegensatz zum Intel-Kontrahenten trennt der XA weiterhin zwischen Code- und Datenspeicher, die jeweils bis zu 16 MByte groß werden dürfen (die momentanen Chip-Versionen legen aber nur 20 Adreßleitungen heraus, so daß man noch auf 1 MByte beschränkt ist). Einen dritten, unabhängigen Adreßraum stellen die SFRs mit jeweils bis zu 512 Byte intern und extern dar. Dabei sind die ersten 64 internen SFRs bitadressierbar. Die Adressierungsarten des XA entsprechen denen des Intel-Kontrahenten; zusätzlich hat Philips aber noch das beispielsweise vom 68000 her bekannte Postinkrement eingebaut, das Predeinkrement aber leider vergessen.

## Speichertricks

Eine Änderung hat es in der Syntax für registerindirekte Adressierung gegeben: Anstelle @Rn wie beim 8051 muß man jetzt [Rn] schreiben, diese Schreibweise gilt dann aber auch konsequent für alle indirekten Adressierungsmodi. Kommen wir jetzt zu der etwas kitzlichen Frage, wie der Philips-Chip seinen 16 MByte großen Adreßraum mit 16-bittigen Registern adressiert (32-Bit-Operanden gibt es nur bei Multiplikation, Division und einigen Schieberegistern): Herausgekommen ist eine uralte Methode, nämlich Banking, was Philips vielleicht nicht ganz treffend mit 'Segmentierung' umschreibt, denn unter Segmentierung versteht man in-

zwischen doch eher die überlappenden 64K-Bereiche, mit denen Intel die 80x86-Prozessoren verwaltung hat. Wie dem auch sei, der Philips-Chip hat insgesamt drei dieser Segmentregister, die analog zum 8086 die Namen CS, DS und ES tragen. CS liefert die oberen acht Bit des Programmzählers, während DS und ES für die Datenadressierung zuständig sind. Für jedes der acht Register im Registerfile kann man über ein Bit im SSEL-Register bestimmen, ob Adressierungen mit diesem Register die oberen acht Bits von DS oder ES beziehen sollen. In der Beschränkung des SSEL-Registers auf acht Bit dürfte auch der Grund liegen, warum eine zukünftige Erweiterung des Registerfiles auf 16 Register nicht mehr Adreßregister bringen wird. DS legt gleichzeitig die 64-KByte-Bank fest, in der der Stack liegen soll und ist vom Anwenderprogramm nicht modifizierbar.

Damit sind wir auch schon bei den Erweiterungen angelangt, die Philips in den XA eingebaut hat, um Multitasking zu unterstützen: Der Prozessor kann, wie von anderen Mikroprozessoren bekannt, wahlweise im User- oder Supervisor-Modus arbeiten. Der im Supervisor-Modus laufende Teil fungiert dabei als eine Art Microkernel, der die Rechenzeitzuweisung an verschiedene User-Prozesse überwacht und von den Anwendungen über Software-Interrupts erreicht werden kann. Damit eine Task nicht Datenbereiche einer anderen Task oder gar des Kernels überschreiben kann, hat Philips eine Reihe von Schutzmechanismen vorgesehen: Zum einen hat der XA für die beiden

Modi getrennte Stackpointer (die übrigens gleichzeitig das oberste Register im Registerfile bilden, eine weitere 68000-Analogie...). SSP, das Register für den Supervisor-Modus, adressiert dabei immer in Bank 0 und damit bevorzugt in das schnelle interne RAM. USP ist dagegen mit dem DS-Wert der jeweiligen Task verknüpft. Um 'wildlaufende' Anwendungen daran zu hindern, den Systemstack zu überschreiben, kann DS nur im Supervisor-Modus verändert werden. ES kann zwar frei modifiziert werden, der Kernel kann aber festlegen, daß über dieses Segmentregister nur Lesezugriffe erfolgen dürfen.

Die Schutzmechanismen schließen noch weitere Bereiche des CPU-Kernes ein, zum Beispiel das Setzen von Interruptmasken oder das Umschalten der Registerbank. So gut gemeint dieses Task-Schema auch ist, so muß man sich als Anwender doch eines vor Augen halten: Für Tasks, die mehr als 64 KByte Datenspeicher benötigen, ist vor jedem Zugriff eventuell das ES-Register neu zu setzen, da dies das einzige frei modifizierbare Register darstellt, ohne sich den Stack unter den Füßen wegzuziehen. Der Traum vom linearen Adreßraum könnte sich also recht schnell in einen gebankten Alpträum verwandeln. Zum Debugging bietet der XA einige Hilfen an: neben der von Debuggern gern benutzten Breakpoint-Anweisung gibt es auch ein Trace-Flag, so daß man die Abarbeitung von Programmen Schritt für Schritt verfolgen kann. Optional kann dieser Trace-Mode während Interrupts gesperrt werden, so daß diese in Echtzeit ablaufen, während man in Ruhe durch den Vordergrund-Code steppen kann. Ebenfalls vom 68000 abgeguckt ist wohl der RESET-Befehl, mit dem man die CPU softwaremäßig zurücksetzen kann.

Obwohl der XA nicht pinkompatibel zum 8051/52 ist, ist der vom ersten Vertreter dieser Familie angebotene Peripherieumfang eng an das Intel-Vorbild angelehnt: Maximal vier I/O-Ports zu 8 Bit, die sich von der quasi-bidirektionalen Konfiguration des 8051 auch auf echte Aus- oder Eingänge umkonfigurieren lassen. Teilweise gehen diese Ports natürlich verloren, wenn man mit externem Speicher arbeitet, durch ein Multiplexing der 16 Datenleitungen (8 Bit Busbreite ist extern oder per

Programm konfigurierbar) mit den Adreßleitungen hält der Verlust sich aber in Grenzen, und der Chip ist in gut handhabbaren DIL40- oder PLCC44-Gehäusen erhältlich. Falls man nicht den kompletten Adreßraum braucht, kann man die oberen Adreßleitungen auch als normale Ports benutzen. Analog zum 8052 enthält der XA drei Timer zu 16 Bit sowie einen UART. Zusätzlich gibt es einen zweiten UART, einen Watchdog sowie mit seinem Intel-Kontrahenden vergleichbare Power-Down- und Idle-Modi. Interessant für manche Entwickler dürfte sein, daß er bis zu einer Betriebsspannung von 2,7 V herunter spezifiziert ist, also auch problemlos in 3,3 V-Systemen arbeitet. Der optionale On-Chip-Programmspeicher ist 32 KByte groß und als ROM oder (OTP-)EPROM ausgeführt, von Flash-EPROMs spricht Philips noch nicht. Das On-Chip-RAM ist mit nur 512 Byte aber etwas dürfte ausfallen.

## Werkzeuge

Für den Erfolg der einen oder anderen Architektur ist aber heutzutage nicht mehr nur die Papierform eines Chips, sondern auch die Unterstützung mit Entwicklungswerkzeugen bestimmend. Daß der Hersteller selber auch Tools liefert, versteht sich von selbst, daß diese aber entweder nicht immer das 'Gelbe vom Ei' oder viel zu teuer sind, um vor der endgültigen Entscheidung für eine Architektur dem Chip etwas auf den Zahn zu fühlen, hat leider allzu oft die Vergangenheit gezeigt. Die Omnipräsenz des 8051 ist speziell eine Folge des Angebots von Werkzeugen im unteren Preissegment bis in den PD-Bereich hinein. Intel will im Frühjahr 1995 eine 251-Version seiner ApBuilder-Software fertig haben. Als Drittanbieter wird eine Reihe großer Namen im Mikrocontroller-Bereich wie Data I/O oder Keil genannt, ohne allerdings genau zu sagen, wer was wann liefern wird. Philips nennt dagegen konkret neben sich selber Macraigor als Anbieter.

Momentan sind Assembler verfügbar, die nur absoluten Code erzeugen, C-Compiler sind angekündigt. Von diesen Firmen sind ebenfalls unter Windows laufende Cross-Simulatoren verfügbar, echte ICEs sind beispielsweise von Nohau angekündigt. Bei den Anbietern von Pro-

grammiergeräten wird auch wieder der Data I/O genannt.

Auf jeden Fall wird der Autor seinen Freeware-Crossassembler AS um eine Unterstützung von 251 und XA erweitern, sobald es ausführliche Datenbücher von den Herstellern gibt. Speziell die von Intel ausgegebenen Unterlagen haben stellenweise noch eher die Qualität von Werbebroschüren, aber das dürfte sich bald ändern, denn beide Firmen werden versuchen, ihre Architektur möglichst schnell bei den Anwendern 'unterzubringen'.

## Konsequenz

Als Fazit kann man sagen, daß beide Chips ihrem Anspruch als 8051-Nachfolger gerecht werden: Während man den Intel-Chip eher als Evolution einstufen könnte, hat sich Philips zu einem eher revolutionären Schritt entschieden. Da die integrierte Peripherie in zukünftigen Versionen sicher bei beiden noch Erweiterungen erfahren wird und sich momentan an dem orientiert, was das 'Vorbild' 8051/52 bietet, konzentriert sich ein Vergleich notgedrungen auf

die CPU-Kerne. Die haben bei beiden unter Kompromissen zu leiden: Während beim Intel-Epigonen noch an einigen Stellen seiner Architektur 8-bittige Leichen im Keller liegen und sein binäres Code-Format die Eleganz einer Ballerina mit Holzbein aufweist, muß das Philips-Kind mit einem umständlichen Banking seines Speichers leben und zwingt den Umsteiger zu einem Konvertierungsprozeß, der mit Sicherheit nicht ganz ohne Überraschungen abgeht. Gegen einen Prozessor, der von vornherein mit genügend breiten Registern ausgestattet wurde, um 16 MByte linear zu adressieren und auch nicht wesentlich teurer ist (wie z. B. Toshibas TLCS-900 oder die Embedded-Versionen von Motorolas 68k-Familie), sehen beide Kerne nicht optimal aus. Mit dem Füllhorn an Peripherie, das erweiterte 8051-Versionen wie der 80535 bieten, können die momentan verfügbaren und als Basisversionen komplizierten Chips ohnehin nicht konkurrieren.

Wenn Sie nun als 8051-Nutzer fragen, welchen Weg man denn nun gehen soll, so kann man

nur sagen: 'Hängt ganz davon ab, in welcher Situation Sie sich momentan befinden.'

Im ersten Szenario ist Ihre Anwendung nicht besonders rechenintensiv und kommt mit den internen Ressourcen eines 8051/52 eigentlich gut aus. In einem solchen Fall können Sie getrost beim 8051 bleiben, denn die reinen 8-Bitter werden voraussichtlich noch lange Zeit verfügbar bleiben. Ein Umstellungsdruck besteht nicht, da der Erfolg dieser beiden Chips noch überhaupt nicht sicher ist.

Im zweiten Fall ist Ihr Projekt praktisch fertig, Sie müssen nur feststellen, daß dem 8051 rechenleistungsmäßig die Puste ausgeht. In einer solchen Situation kommt Intels 251 als pinkompatibler Ersatz gelegen, es lohnt sich aber auch ein Seitenblick auf den schon länger eingeführten Dallas DS80C320, der ebenfalls bei Pinkompatibilität eine mehrfache Beschleunigung bietet. Die Pinkompatibilität des Intel muß sowieso unter Vorbehalt betrachtet werden, solange Intel ihn nur im PLCC-Gehäuse und nicht im weit verbreiteten DIL liefert.

Im Szenario 3 sind Sie ein versierter 8051-Programmierer und können schon von vornherein abschätzen, daß Ihr Programm nicht auf einen 'klassischen' Vertreter der 8051-Familie passen wird. In diesem Fall bietet sich neben dem Intel auch der Philips mit seiner wesentlich aufgeräumteren Architektur an. Neue Entwicklungstools müssen Sie sich in jedem Fall beschaffen. An diesem Punkt ist man aber auch nicht mehr weit davon entfernt, auf einen komplett neuen Prozessor umzusteigen. Sowohl MCS-251 als auch XA befinden sich momentan in der Einführungsphase, und für das Fortkommen eines aktuell anstehenden Projektes ist es nicht vorteilhaft, wenn der Hersteller ständig neue 'Betas' seiner Entwicklungsumgebung nachzieht. Programmieren Sie in einer Hochsprache, so tritt die Architektur des CPU-Kernes als Kriterium sowieso in den Hintergrund und es interessieren mehr die Peripherie und die angebotenen Entwicklungsumgebungen. Und da stellen beide momentan nicht den 'State of the Art' dar.

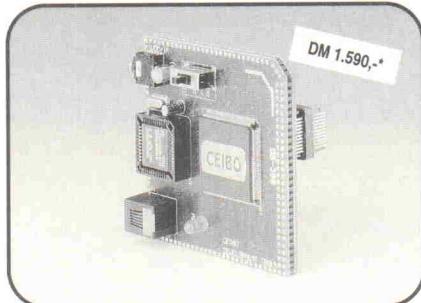
hr

Alles für die  
Entwicklung von  
Microprozessoren

# CEIBO Entwicklungssysteme

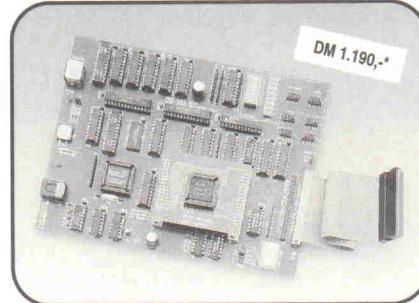
Software Simulator  
für 8051 + Derivate  
- kostenlos -

DS-300 Emulator für  
PSD3xx Devices



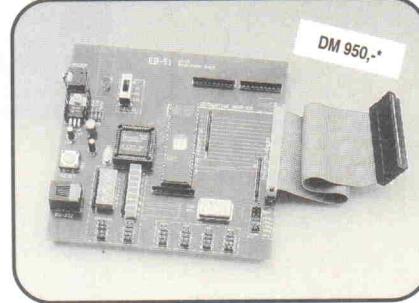
- DS-300 emuliert PSD-3xx Devices
- liest von und schreibt auf Speicher
- 1024Kbits emulierter EPROM
- 16Kbits emulierter SRAM
- 19 programmierbare I/O Schnittstellen
- vollständige DPLD Emulation
- unterstützt 8 und 16 Bits Bus
- Konfigurationssoftware unter MS-Windows
- Programmiersoftware für PSD-3xx
- serielle Verbindung zu IBM kompatiblem PC bis 115K Baud

DB-501/20  
Development Board



- Emuliert die meisten der 8051-Derivate
- Unterstützt Siemens SAB-C501/2/3/9/10 µCs
- 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 kompatiblem PC bis 115K Baud

Das Update V1.30 für DS-750 ist ab sofort für alle registrierten Benutzer kostenlos erhältlich

**CEIBO** Entwicklungssysteme GmbH, Rheinstr. 32, D-64283 Darmstadt, tel. 06151/27505, fax 06151/28540

\* zzgl. Mwst.

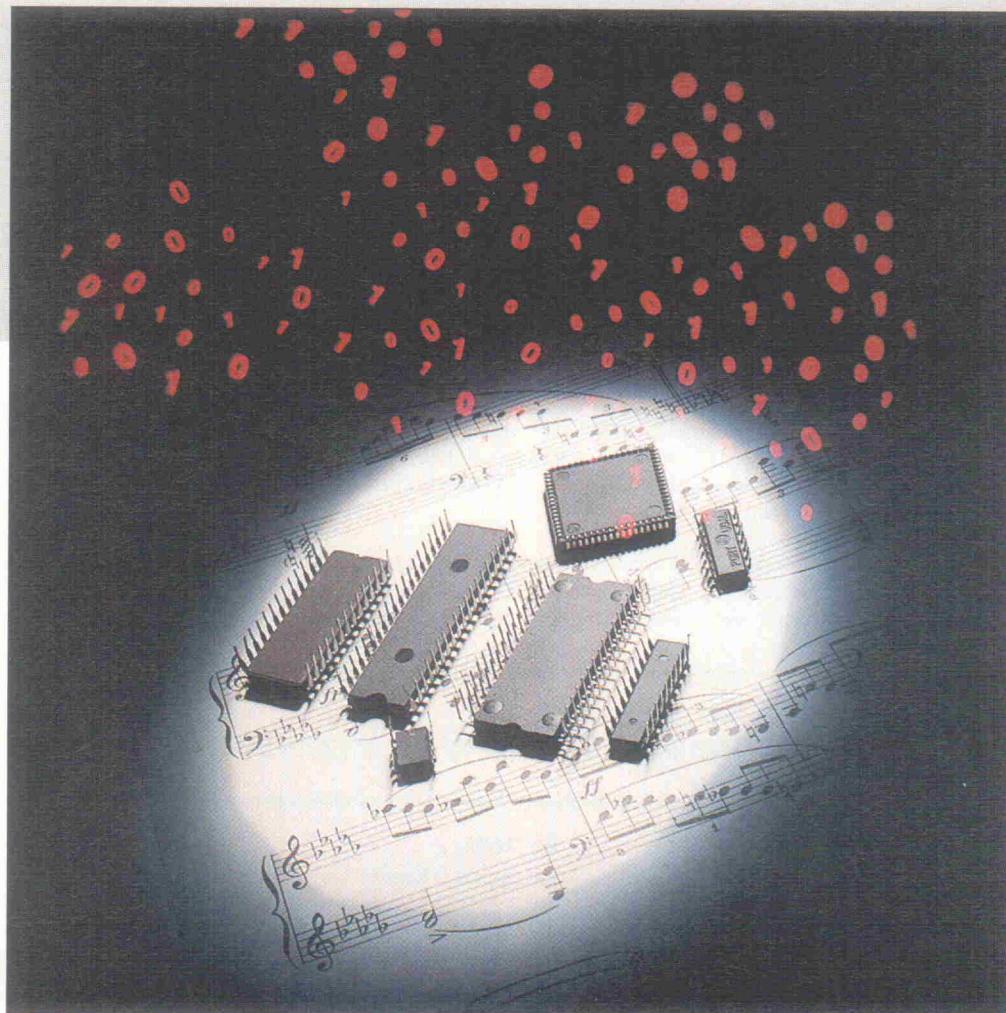
# Zaubersteine

Schaltkreise für die digitale Audiotechnik,  
Teil 7: Equalizer und Klangfeldprozessoren

Grundlagen

Steffen Schmid

Wenngleich die digitale Audiotechnik vor allem wegen ihrer hohen Wiedergabetreue geschätzt ist – Frequenzgänge verbiegen und Effekte hinzufügen kann man auch und gerade hier.



**B**eginnen wir mit der digitalen Frequenzgangbeeinflussung durch grafische oder parametrische Equalizer. Digitale Equalizer bauen meist auf rekursiven Digitalfiltern auf, die in verschiedener Weise in den Signalweg geschaltet werden können. Derartige Filter besitzen im allgemeinen kanonische Strukturen, da sich diese mit minimalem Rechenaufwand verwirklichen lassen. Rekursive Filter (IIR-Filter) ersten und zweiten Grades sind in Bild 64 gezeigt. Die Dimensionierung solcher Filter gehört zum Standardrepertoire der Theorie der digitalen Signalverarbeitung. Eine weitere Gruppe von Effekten dient der

Erzeugung und Verstärkung räumlicher Klangeindrücke. Dabei muß man zwei Fälle unterscheiden:

- Erzeugung künstlicher Räumlichkeit aus Mono- oder Stereosignalen
- Rekonstruktion realer Raumindrücke aus einem entsprechend vorbereiteten Stereosignal

In die erste Kategorie gehört die Stereo-Basisbreiteneinstellung, die auf der Tatsache beruht, daß jeder Kanal eines Stereosignals ein Restsignal des jeweils anderen Kanals enthält. Daher kann man durch phasenverkehrtes, abgeschwächtes

Hinzumischen des Signals vom linken Kanal zum rechten Kanal und umgekehrt bis zu einem gewissen Grad eine Verbreiterung der Stereobasis erreichen.

## Hall und Echo

Wem dies nicht genügt, weil er beispielsweise aus einem echten Monosignal ein (nicht ganz so echtes) Stereosignal erzeugen will, muß sich verschiedener Verzögerungseffekte bedienen. Dazu gehören Raumsimulation, Hall und Echo. Alle drei Effekte basieren auf teilweise sehr ausgefeilten Schaltungen mit einer Vielzahl von Parametern, wobei weniger die zielgerichte-

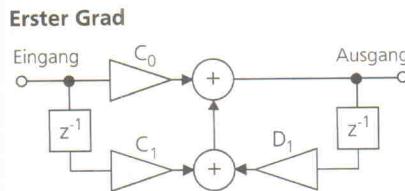


Bild 64.  
Rekursive  
Digitalfilter.

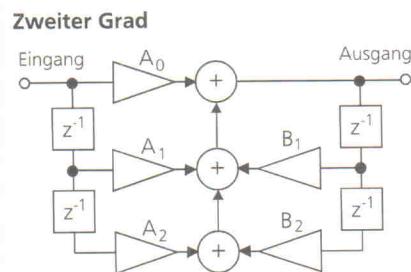


Bild 65.  
Pinbe-  
legung  
des  
YSS231.

te Suche als vielmehr ein bis zur Perfektion wiederholtes Probieren zu realistisch wirkenden Klangbildern führt.

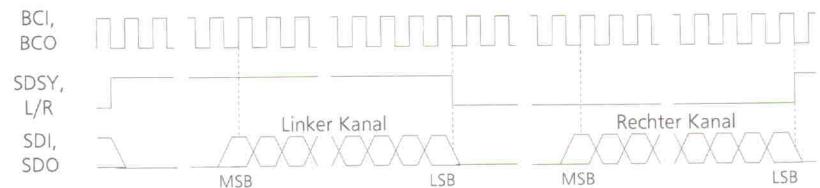
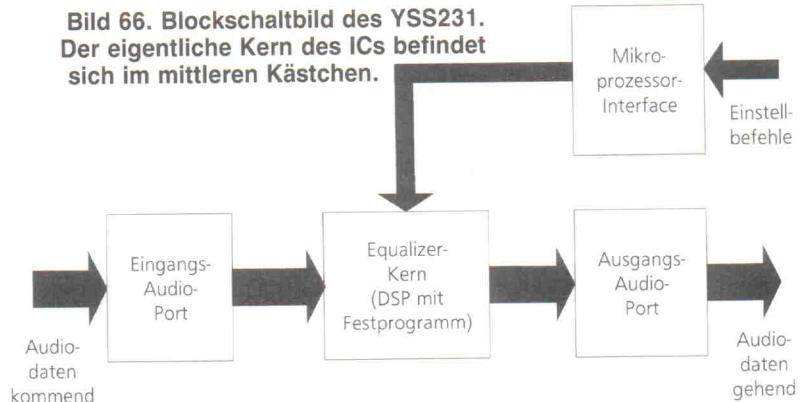
Zur Raumsimulation werden sogenannte 'early reflections' erzeugt, die aus unterschiedlich stark verzögerten und gedämpften Anteilen des Originalsignals bestehen. Die maximale Verzögerungszeit liegt bei etwa 100 ms. Für das Echo wird ein ähnliches Prinzip benutzt, allerdings liegen die Verzögerungszeiten um eine Zehnerpotenz höher, während die Anzahl der verzögerten Anteile geringer ist. Beim Hall liegen die Dinge etwas komplizierter: Zu den in geringerem Maße vorhandenen 'early reflections' kommen Signalanteile hinzu, die ein Filter mit einer Impulsantwort durchlaufen haben, deren Signalenergie exponentiell mit der Zeit abnimmt [7]. Am besten sollten die Impulsantworten des rechten und linken Kanals auch noch verschieden sein – High-End-Freaks dürfen sich mit Grausen abwenden.

## Räume

Realistische Raumeindrücke lassen sich mit nur zwei Tonkanälen lediglich unvollkommen erzeugen. Um dem abzuhelfen, können aus den beiden Kanälen des ursprünglichen

Bild 67.  
Audio-Daten-  
format des  
YSS231.

Bild 66. Blockschaltbild des YSS231. Der eigentliche Kern des ICs befindet sich im mittleren Kästchen.



Stereosignals durch Summen- und Differenzbildung, gekoppelt mit Filterung und Verzögerung, ein bis fünf weitere Monosignale gewonnen werden. Außer der reinen Effekthascherei bietet das beschriebene Instrumentarium auch die Möglichkeit, ein vielkanalig aufgenommenes – aber vorübergehend zum Zweck der einfacheren Übertragung auf zwei Monokanäle reduziertes – Klangereignis bei der Wiedergabe in einer dem ursprünglichen Geschehen möglichst ähnlichen Weise zu reproduzieren: Stichwort Dolby Surround und Dolby Pro-Logic-Raumklang. Dabei wird die Mischung der einzelnen Kanäle in Form einer adaptiven Matrix (Dolby Pro Logic) oder passiven Matrix (Dolby Surround) in einer festgelegten Form vorgenommen. Auf Senderseite wird der umgekehrte Vorgang durchgeführt. Zur Kaschierung des hierbei unvermeidlichen Informationsverlusts enthält der Surround-Decoder außerdem einen Raumsimulator sowie eine modifizierte Dolby-B-Rauschunterdrückung. Wer sich über das Thema Raumklang detaillierter informieren möchte, sollte [1] zu Rate ziehen.

## Karaoke

Die letzte Gruppe von Effekten bilden diejenigen, die man für Karaoke und ähnliches benötigt. Dazu gehören vor allem Stimmausblendung (Voice Cancelling) und Tonhöhenveränderung

(Key Control, Pitch Shift). Durch Voice Cancelling wird versucht, eine Gesangsstimme oder ein Instrument im Vordergrund aus dem Stereo-Klangbild zu entfernen, ohne dabei das übrige Klanggeschehen über Gebühr in Mitleidenschaft zu ziehen. Dies wird durch die Kombination zweier Maßnahmen erreicht: Ausfilterung des Frequenzbandes, das die Störkomponente enthält, im jeweils eigenen Stereokanal und phasenverkehrte Zumischung von Anteilen des jeweils anderen Stereokanals, um eine Aufhebung der Störkomponente zu erreichen, falls sie in beiden Stereokanälen gleichermaßen enthalten ist.

Beim Pitch Shifting schließlich wird das Frequenzspektrum einer Stimme oder eines Instruments in Viertel- oder Halbtontritten um bis zu einer Oktave nach oben oder unten verschoben.

## Equalizer

Equalizer-Chips bilden den Einstieg in die Möglichkeiten der digitalen Audio-Beeinflussung. Sie sind vergleichsweise einfach zu handhaben und bieten meist über die eigentliche Equalizer-Funktion hinaus weitere Möglichkeiten wie Pegel-, Balance- und Basisbreiteneinstellung.

## YM3608

Der YM3608 von Yamaha dürfte der erste spezielle Equalizer-

Chip für Digital-Audio-Anwendungen gewesen sein. Er stammt aus derselben Zeit wie das Empfänger-Interface YM3623B. Seine Verwandtschaft zu einem frei programmierbaren Signalprozessor äußert sich darin, daß die für die Equalizer-Funktion benötigte Filterstruktur zunächst über ein in Grenzen variables Mikroprogramm erzeugt werden muß. Dadurch ist der YM3608 zwar recht flexibel, aber auch vergleichsweise schwierig einzusetzen. Da er von Yamaha für neue Designs nicht mehr empfohlen wird, soll er hier nicht näher behandelt werden. Wer sich dennoch für ihn interessiert, findet in [2] weitere Informationen.

## YSS231

Beim YSS231 von Yamaha handelt es sich um einen Equalizer-Baustein der zweiten Generation. Er wird von einem 16poligen DIL- oder SO-Gehäuse beherbergt, dessen Pinbelegung Bild 65 zeigt.

Den schematischen Aufbau des Bausteins gibt Bild 66 wieder. Man erkennt den eingangsseitigen Audio-Port, der aus Datensignal SDI, Bittakt BCI und Worttakt SDSY besteht. Ausgangsseitig existiert ein ähnlicher Port aus Datensignal SDO, Bittakt BCO und Worttakt L/R. Beide Audio-Ports unterstützen dasselbe Datenformat mit 16 oder 18 Bit breiten Audiodaten, das Bild 67 zeigt. Der YSS231 besitzt an seinem Eingangsport

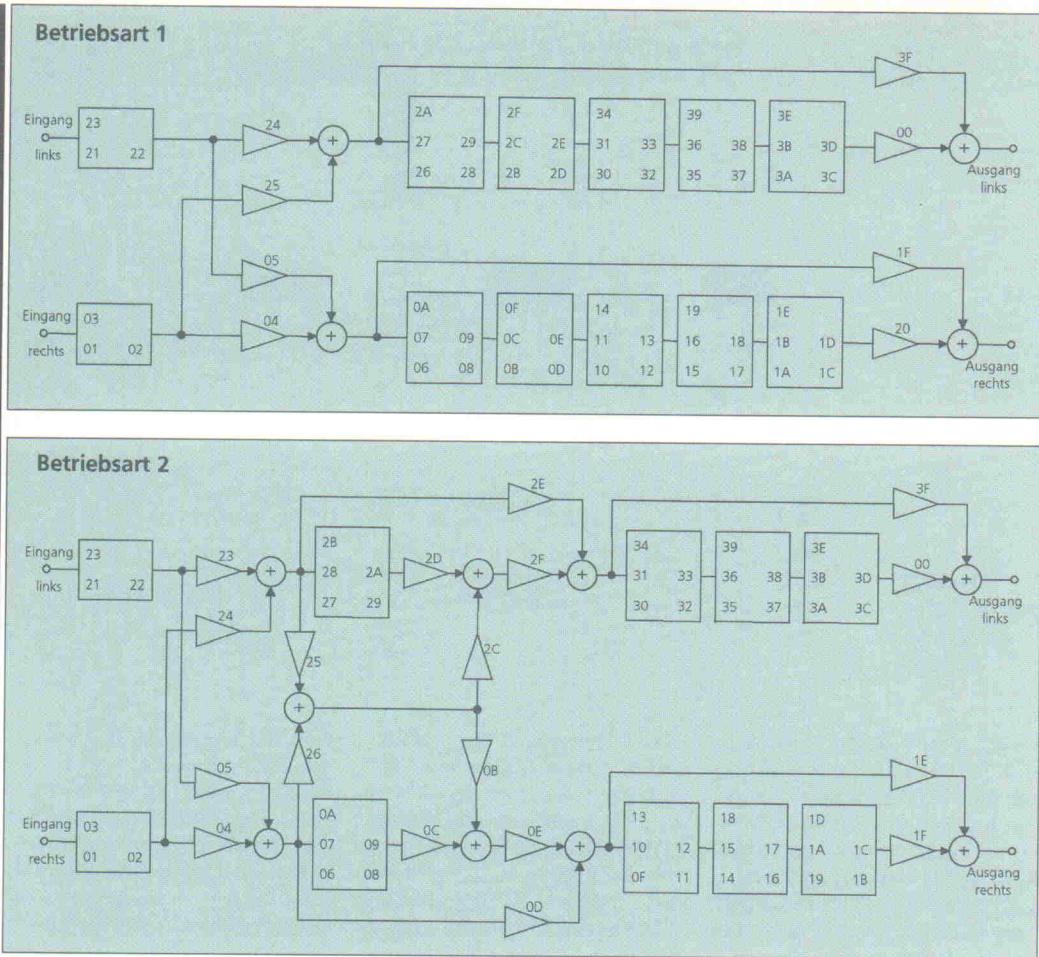


Bild 68. Die verschiedenen Betriebsarten des YSS231.

eine variable Bittakt-Frequenz, wobei die Audiodaten rechtsbündig zur Flanke des Worttakt-Signals angeordnet sind. Die dieser Flanke vorangehenden 16 beziehungsweise 18 Flanken des Bittaktes werden zum Einlesen der Audiodaten herangezogen. Weist der Bittakt mehr als 16 beziehungsweise 18 Flanken innerhalb einer Halbperiode des Worttakts auf, übertragen die zusätzlichen Zeitschlüsse keine Audiodaten. Im Detail müssen folgende Randbedingungen eingehalten werden:

- Der Eingangs-Bittakt BCI kann zwischen 16 (bzw. 18) und 96 Flanken pro Abtastwert eines Kanals besitzen.
- Der Ausgangs-Bittakt BCO weist stets 32 Perioden pro Abtastwert eines Kanals auf.
- Der Jitter des SDSY-Signals darf höchstens die Dauer eines Audio-Bits erreichen, da anderenfalls Koeffizientenwerte zerstört werden.

Zwischen den Ports liegt der Equalizer-Kern, der mit einer Rechengenauigkeit zwischen 24 und 30 Bit arbeitet und über ein serielles Mikroprozessor-Interface gesteuert wird. Er kann in zwei Betriebsarten arbeiten, die sich im Signalfluß der Audiodaten unterscheiden und in Bild 68 dargestellt sind. Die Zahlen neben den Multiplizierern und innerhalb der Filterblöcke stellen die hexadezimalen Adressen dar, unter denen die zugehörigen Multiplizierer-Koeffizienten im Chip gespeichert sind. Innerhalb von Filterblöcken entspricht die Anordnung der Koeffizienten der von Bild 64. Insgesamt besitzt der YSS231 64 Koeffizienten. In Betriebsart 1 durchläuft das Audiosignal zunächst ein Filter ersten Grades, das als Deemphasis-Filter eingesetzt wird. Danach folgt ein Block zur Einstellung von Pegel, Balance und Stereo-Basisbreite. Der Pegel wird mit Hilfe der Koeffizienten 24 (links) und 04 (rechts) eingestellt, die Balance durch das Verhältnis der beiden Koeffizienten zueinander. Nimmt man die Koeffizienten 25 (links) und 05 (rechts) hinzu, lassen sich beide Stereokanäle differenziert einstellbar sind. Nach Durchlaufen der Voice-Cancelling-Stufe trifft das Audiosignal auf die Equalizer-Filterbank, die in dieser Betriebsart auf drei Filter zweiten Grades entfällt.

face gesteuert wird. Er kann in zwei Betriebsarten arbeiten, die sich im Signalfluß der Audiodaten unterscheiden und in Bild 68 dargestellt sind. Die Zahlen neben den Multiplizierern und innerhalb der Filterblöcke stellen die hexadezimalen Adressen dar, unter denen die zugehörigen Multiplizierer-Koeffizienten im Chip gespeichert sind. Innerhalb von Filterblöcken entspricht die Anordnung der Koeffizienten der von Bild 64. Insgesamt besitzt der YSS231 64 Koeffizienten. In Betriebsart 1 durchläuft das Audiosignal zunächst ein Filter ersten Grades, das als Deemphasis-Filter eingesetzt wird. Danach folgt ein Block zur Einstellung von Pegel, Balance und Stereo-Basisbreite. Der Pegel wird mit Hilfe der Koeffizienten 24 (links) und 04 (rechts) eingestellt, die Balance durch das Verhältnis der beiden Koeffizienten zueinander. Nimmt man die Koeffizienten 25 (links) und 05 (rechts) hinzu, lassen sich beide Stereokanäle differenziert einstellbar sind. Nach Durchlaufen der Voice-Cancelling-Stufe trifft das Audiosignal auf die Equalizer-Filterbank, die in dieser Betriebsart auf drei Filter zweiten Grades entfällt.

## Equalizer

Als nächster Block folgt die eigentliche Equalizer-Filterbank aus fünf Filtern zweiten Grades pro Kanal. Da alle Koeffizienten frei wählbar sind, lassen sich damit grafische oder parametrische Equalizer realisieren, und dies auf Wunsch sogar mit kanalgetrennten Charakteristiken. Abschließend folgt ein weiterer Block mit Mischcharakteristik. Er gestattet es, die Zusammensetzung des Ausgangssignals aus gefiltertem und ungefiltertem Signalanteil frei festzulegen.

In Betriebsart 2 ändert sich der Signalfluß: Zwar bleiben Deemphasis-Filter und Pegeleinstellung erhalten, doch dann folgt ein Block zur Stimmausblendung (Voice Cancelling). Darin ist ein Filterblock zweiten Grades enthalten, außerdem fünf Addierer und zehn Koeffizienten, mit deren Hilfe Filterung und Mischung beider Kanäle differenziert einstellbar sind. Nach Durchlaufen der Voice-Cancelling-Stufe trifft das Audiosignal auf die Equalizer-Filterbank, die in dieser Betriebsart auf drei Filter zweiten Grades entfällt.

des pro Kanal reduziert ist. Was dann noch folgt, entspricht Betriebsart 1.

## Interface

Alle Einstellungen werden über das serielle Mikroprozessor-Interface vorgenommen, das aus dem Dateneingang CDI, dem Takteingang /SCK und dem Chip-Select-Signal /CS besteht. Sein Protokoll entspricht dem des kürzlich besprochenen Spektrum-Analysator-Chips YSF224, wenn man das dort vorhandene W/R-Signal wegfallen lässt. Schließlich beherrscht das Interface des YSS231 nur Schreibzugriffe, so daß auf ein Schreib-/Lese-Signal verzichtet werden kann.

Wie aus Bild 69 hervorgeht, besitzt der YSS231 drei Funktionen, über die die Einstellung aller Betriebsparameter erfolgt. Bei der Einstellung der Betriebsart wird ein Byte übertragen, das die Frequenz des Master Clock, die Wortbreite der Audiodaten auf Ein- und Ausgangsseite, die Equalizer-Betriebsart sowie die Audio-Stummschaltung beeinflußt. Letztere bietet die Möglichkeit, die Audiodaten entweder generell (ON) oder nur dann stummzuschalten (OFF), falls der Pegel des Audiosignals über eine längere Zeit unter einen bestimmten Wert abfällt. Sowohl diese Zeit als auch der Minimalpegel lassen sich mit Hilfe der Einstellungen der Audio-Stummschaltung programmieren. Die Einstellung der Koeffizienten für Filter und Pegeleinstellung erfolgt durch einen 4-Byte-Zugriff, der Adresse und Wert je eines Koeffizienten enthält. Die Koeffizienten selbst sind im Zweierkomplement mit einer Wortbreite von 18 Bit und einem Wertebereich von -1 bis 1 dargestellt. Koeffizienten innerhalb der Filter besitzen eine Besonderheit: Die in Bild 64 als A0 und A2 bezeichneten Koeffizienten müssen vor der Übertragung durch vier, die Koeffizienten A1, B1 und B2 durch zwei geteilt werden.

Mehrere solcher Zugriffe zur Einstellung der Koeffizienten können zusammengefaßt werden. Dazu wird das Chip-Select-Signal nach der Übertragung des ersten Koeffizienten auf Low belassen. Ohne die Wiederholung des einleitenden Bytes '11000000' können danach bis

zu vier weitere Tripel aus Koeffizientenadresse und -wert übertragen werden, wobei die Koeffizienten in der Reihenfolge aufsteigender Adressen übermittelt werden sollten. Insgesamt kann durch dieses Verfahren eine maximale Zugriffslänge von 16 Byte erreicht werden.

Bei der Wahl der Koeffizienten kommt der Verhinderung von Übersteuerungen besondere Bedeutung zu. Dabei muß stets ein Kompromiß zwischen maximalem Ausgangspegel und größtmöglicher Aussteuerungsreserve geschlossen werden [8]. Als Faustregel kann gelten, daß ein durchschnittliches Tonsignal am Eingang (das üblicherweise nicht voll ausgesteuert ist), auch bei der Einstellung aller Filter auf maximale Anhebung ihres Frequenzbandes, keine Übersteuerungen am Ausgang des Chips erzeugen darf.

Bleibt zu sagen, daß der YSS231 einen low-aktiven Power-On-Reset am Pin /IC benötigt und daß für diesen Chip ein Evaluation Board mit analogen und digitalen Ein- und Ausgängen sowie PC-Anbindung erhältlich ist [4].

## Klangfeldprozessoren

Klangfeldprozessoren dürfen momentan als das Nonplusultra bei der Bearbeitung digitaler Audiosignale gelten – sieht man einmal davon ab, daß sich mancher Anwender fragen könnte, ob man eine solch geballte Ladung aus Hall-, Echo-, Kunststereo- und Raumklang-Effekten, Stimmausblendung, Tonhöhenverschiebung und Frequenzgangbeeinflussung überhaupt verdauen kann – akustisch und schaltungstechnisch. Nun – die meisten Klangfeldprozessoren benötigen ein externes dynamisches RAM zur Erzeugung der Verzögerungen für Hall, Echo und Raumklang. Aufgrund ihrer Komplexität können Klangfeldprozessoren im Rahmen dieser Serie allerdings nicht ähnlich detailliert vorgestellt werden, wie dies bei anderen Chips möglich war.

## YSS216B

Der YSS216B von Yamaha stellt sich als einfach anzuwendender Klangfeldprozessor dar, der – entgegen der in den zurückliegenden Teilen dieser Serie geübten Praxis – auch

analoge Ein- und Ausgänge besitzt. Insgesamt besitzt der YSS216B Eingänge für drei Stereosignale und ein Mono-Signal (wobei nur zwei Stereosignale gleichzeitig verwendet werden können) sowie Ausgänge für ein Stereo- und ein Mono-Signal. Der Mono-Eingang dient vornehmlich zur Einspeisung von Mikrofonsignalen für Karaoke. Die Verarbeitung erfolgt gewöhnlich mit einer Abtastfrequenz von 44,1 kHz, es sind aber auch 37,8 kHz (CD-Interactive) möglich. Abgesehen von Dolby Pro Logic können alle eingangs angesprochenen Effekte mit dem YSS216B realisiert werden. Die einzelnen Funktionseinheiten des YSS216B und den Pfad der Audiodaten zeigt Bild 70. Die Funktionsblöcke besitzen nur eine begrenzte Flexibilität. So bleibt bei der Stimmausblendung lediglich die Wahl zwischen 'ein' und 'aus', bei der Raumsimulation stehen immerhin vier vordefinierte Muster zur Verfügung. Für alle verbleibenden Parameter befindet sich auf dem Chip ein wahlweise verwendbarer, vordefinierter Wertesatz, so daß sich der Entwicklungs- und Programmieraufwand für Standardanwendungen drastisch reduziert. Zur Erzeugung von Verzögerungseffekten benötigt der Baustein ein externes DRAM mit einer Größe von  $64K \times 4$  Bit, das er selbstständig verwaltet. Der YSS216B wird über ein serielles Interface programmiert, das den Zugriff auf 18 chipinterne Register ermöglicht. Wird der vordefinierte Wertesatz verwendet, müssen nur vier Register programmiert werden. Genauere Informatio-

nen über diesen Baustein sind in [5] zu finden.

## SAA7740H

Beim SAA7740H von Philips handelt es sich um einen komplett ausgestatteten Klangfeldprozessor, der vom Hersteller als Digital Audio Processing IC (DAPIC) bezeichnet wird und abgesehen von Key Control und Dolby Pro Logic alle einleitend angesprochenen Effekte erzeu-

gen kann. Darüber hinaus kann er auch ein- oder mehrkanalige digitale Frequenzweichen und Korrekturfilter mit Laufzeitausegleich implementieren, so daß er in digitalen Lautsprecher- und Car-Audio-Systemen einsetzbar ist. Der SAA7740H besitzt zwei digitale Stereo-Eingänge (also vier Tonkanäle) und ebensoviele digitale Ausgänge im I<sup>2</sup>S-Format. Der Baustein verfügt über vier verschiedene Betriebsarten:

Einstellung der Betriebsart (OPR)									
1-Byte-Zugriff									
Byte 1							Bit 7	Bit 0	
0	0	TEST	MUTE	PROG	OUT	IN		L	H
Name	Funktion								
CLK	Master-Clock-Frequenz							384-fache	256-fache
IN	Audio-Wortbreite Eingang							Abtastfrequenz	Abtastfrequenz
CUT	Audio-Wortbreite Ausgang							16 bit	18 bit
PROG	Betriebsart							Betriebsart 1	Betriebsart 2
MUTE	Audio-Stummschaltung							aktiviert	deaktiviert
TEST	Test-Flag							Normalbetrieb	-

Einstellungen der Audio-Stummschaltung (MUTE)									
1-Byte-Zugriff									
Byte 1							Bit 7	Bit 0	
1	0	LVL2	LVL1	D3	D2	D1	D0		
Name	Funktion							LL	LH
LVL2..1	Max. Stummschaltepegel							-30 dB	-36 dB
D3..0	Zeit bis zur Stummschaltung							-42 dB	-48 dB
Zeit bis zur Stummschaltung = D3..0 * $\frac{2048}{\text{Abtastfrequenz}}$									

Einstellung der Koeffizienten (ADRS)									
4-Byte-Zugriff									
Byte 1							Bit 7	Bit 0	
1	1	0	0	0	0	0		L	H
Byte 2	D1	D0	A5	A4	A3	A2	A1	A0	
Byte 3	D9	D8	D7	D6	D5	D4	D3	D2	
Byte 4	D17	D16	D15	D14	D13	D12	D11	D10	
Name	Funktion								
A5..0	Adresse des Filterkoeffizienten (siehe Bild 65)								
D17..0	Wert des Filterkoeffizienten im Zweierkomplement zwischen -1 und 1								

Bild 69. Funktionen des YSS231.

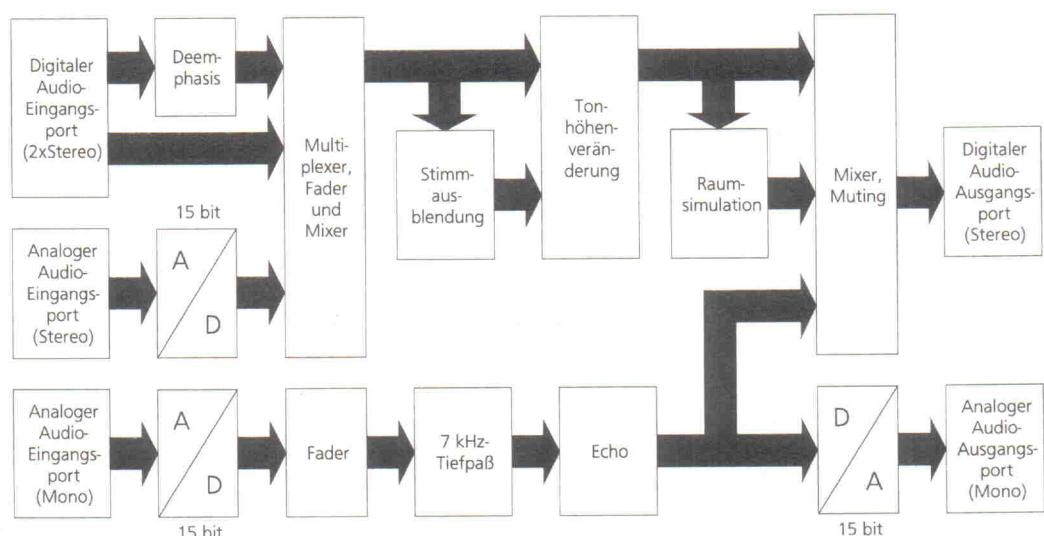


Bild 70. Das Blockschaltbild des YSS216B.

- General DAPIC Mode mit den Varianten
  - Hall
  - Reverb
- Dual Filter Mode
- Quad Filter Mode
- Stereo Expansion Mode

Genaugenommen handelt es sich bei den verschiedenen Betriebsarten um Festprogramme eines digitalen Signalprozessors, der den Kern des SAA7740H bildet. Im weiteren soll hauptsächlich der General DAPIC Mode näher beschrieben werden. Informationen über die anderen Betriebsarten können [6] und [7] entnommen werden.

## Blockschaltbild

Das Blockschaltbild des SAA7740H im General DAPIC Mode zeigt Bild 71. Über eine Eingangsschaltmatrix kann die Verteilung der beiden Stereosignale auf die Datenpfade des Chips festgelegt werden. Danach durchlaufen alle Eingangssignale einen Gleichwertfilter, der das digitale Äquivalent einer kapazitiven Kopplung darstellt. Dadurch wird die Übersteuerung nachfolgender Stufen durch einen eventuell mitübertragenen Gleichanteil vermieden, der ja keine Audio-Information enthält. Das erste der beiden Stereosignale, der Front Channel, passiert dann einen fünfbandigen grafischen Equalizer und anschließend eine Einheit zur Basisbreiteneinstellung. Hierauf liegt im General DAPIC Mode jedoch nicht das Schwergewicht, weshalb dieser Block auch vergleichsweise einfach aufgebaut ist. Wer hauptsächlich Kunststereo-Effekte realisieren will, sollte den SAA7740H im Stereo Expansion Mode betreiben.

Doch nun zurück zum General DAPIC Mode. Nach der Basisbreiteneinstellung folgt ein Block für Raumsimulations- oder Echoeffekte, abhängig davon, ob die 'Hall'- oder 'Reverb'-Variante des General

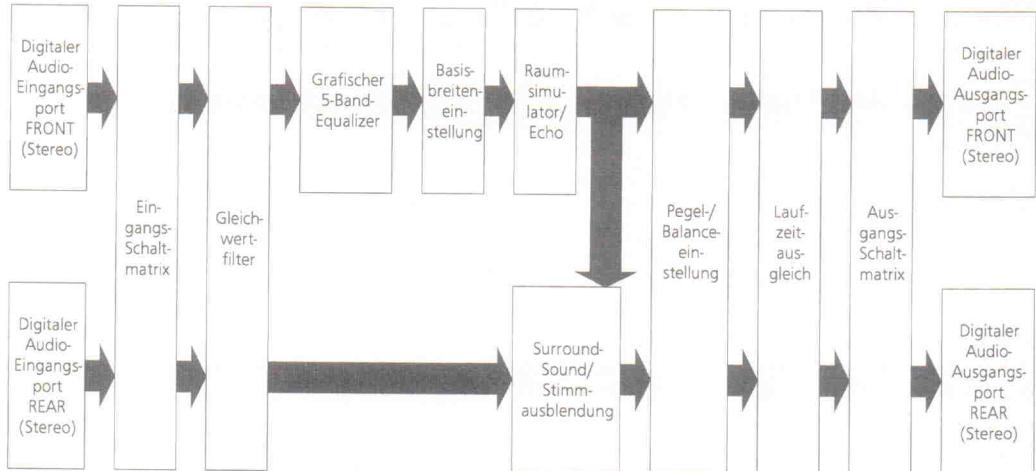


Bild 71. Blockschaltbild des SAA7740H im General DAPIC Mode.

DAPIC Mode ausgewählt ist. Das zweite der beiden Stereosignale, der Rear Channel, durchläuft statt des Equalizers, der Basisbreiteneinstellung und des Raumsimulators einen Surround-Sound-Block. Dieser bildet zunächst die Summen- und Differenzsignale der beiden Stereokanäle. Beide so erzeugten Signale durchlaufen kanalgetrennt einstellbare Filter, wobei das Differenzsignal zuvor verzögert werden kann. Das Ergebnis der Filterung kann zu einem Monosignal gemischt werden. Durch diese Verarbeitung kann sowohl gewöhnlicher Stereo-Surround-Sound erzeugt werden als auch passiver Dolby-Surround-Sound (unter Zuhilfenahme eines externen Dolby-B-Chips). Außerdem ist Stimmausblendung für Karaoke möglich. Dem Eingangssignal dieses Blocks kann auch ein Teil des Front Channels nach dessen Effektbearbeitung zugemischt werden.

## Laufzeiten

Der nachfolgende Teil des Chips weist für Front- und Rear-Channel dieselbe Struktur auf: Zunächst können Lautstärke und Balance eingestellt werden. Darauffolgend besteht die Option, einzelne Kanäle separat und erforderlichenfalls unterschiedlich stark zu verzö-

gern, um einen Laufzeitausgleich zu realisieren. Dadurch kann in Fällen, wo die räumlichen Gegebenheiten eine Platzierung des Hörers in der Mitte zwischen den Hauptlautsprechern nicht zulassen (etwa im Auto), dennoch ein optimales Stereo-Klangbild erzielt werden. Abgeschlossen wird die Verarbeitung durch eine Ausgangsschaltmatrix, die eine Verteilung der erzeugten Signale auf die vier Stereokanäle des Ausgangs-Audio-Ports gestattet.

Für sämtliche mit Verzögerungen verknüpfte Effekte wird ein gemeinsames externes DRAM benötigt, dessen Größe  $64K \times 4$  Bit oder  $256K \times 4$  Bit betragen kann und dessen Aufteilung auf die einzelnen Effektblöcke variabel ist. Zur Betriebsartauswahl und Konfiguration der verschiedenen Blöcke besitzt der SAA7740H ein I<sup>2</sup>C-Interface. Wie zwischenzeitlich klar geworden sein dürfte, sind die Möglichkeiten der Einstellung sehr umfangreich, so daß Philips zur Entwicklung von Schaltungen mit dem SAA7740H ein Engineering Toolkit anbietet, das aus einem Evaluation Board mit PC-Anschluß, einer Engineering Toolbox Software sowie [7] und [8] besteht.

ren wie etwa die TC933x-Serie von Toshiba – aufgrund ihrer Komplexität nicht besprochen werden, zum anderen mischen sich analoge und digitale Signalverarbeitung in vielen Bausteinen zunehmend. Hierzu zählen beispielsweise DSPs mit integriertem D/A-Wandler wie der CS4920 von Crystal, DACs mit digitalen Klang- und Pegelstellern wie der TDA1546T von Philips sowie eine Vielzahl von im Kern digital arbeitenden, aber nur mit analogen Schnittstellen ausgestatteten Effektbausteinen wie der Dolby-Pro-Logic-Decoder YM7306C und die Pitch Shifter YSS222 und YSS235, allesamt von Yamaha.

## Literatur

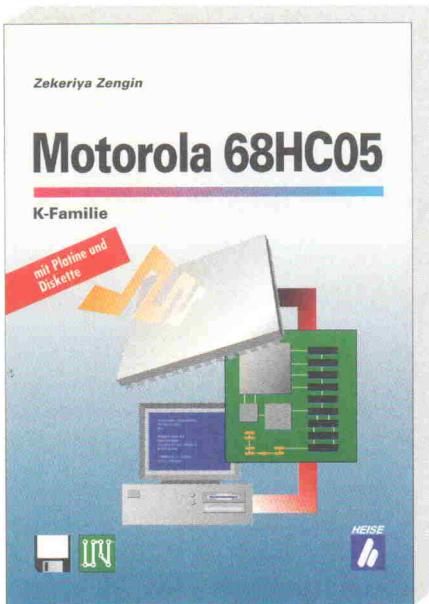
- [1] M. Carstens: *Effekthascherei, Teil I*, ELRAD 7/94, S. 76 ff.
- [2] Application Manual YM3608, Catalog No. LSI-2436082, Yamaha Corp.
- [3] Datenblatt YSS231, Catalog No. LSI-4SS231A2, Yamaha Corp.
- [4] DMB-GE/1 Operation Manual, Yamaha Corp.
- [5] Datenblatt YSS216B, Yamaha Corp.
- [6] Data Sheet SAA7740H, Preliminary specification September 1994, Philips Semiconductors
- [7] J. Janssen: SAA7740H, Design Engineering Software User Guide Report No. NBA/AN9403, Philips Semiconductors
- [8] J. Janssen: SAA7740H Gain Management User Guide Report No. NBA/AN9407, Philips Semiconductors

## Bezugsquellen

Yamaha:  
Data Modul AG,  
München  
☎ 089 / 5 60 17-0  
📠 089 / 5 60 17-11

Philips:  
Distributorenliste über Philips GmbH,  
Hamburg  
☎ 040 / 32 96-0  
📠 040 / 32 96-2 13

# Mikroprozessoren programmieren



Zekeriya Zengin

## **Motorola 68HC05 K-Familie**

**D**er ideale Einstieg in die Programmierung der MC68HC(7)05K1-Familie. Es werden alle Hilfsmittel und Informationen geliefert, die eine optimale Entwicklung von Anwendungen zulassen. Der Autor setzt die folgenden Schwerpunkte:

- Erläuterung von CPU und Befehlssatz;
- Beschreibung der Funktionsblöcke;
- Erklärung der Entwicklungstools;
- Aufbau des Simulators;
- ausgewählte Softwarebeispiele.

Die nötige Software (Assembler, Simulator) befindet sich auf der Diskette. Ein Emulator lässt sich mittels der beigelegten Platine leicht realisieren.

C.056-0 1/1

Im Buch- und Fachhandel erhältlich

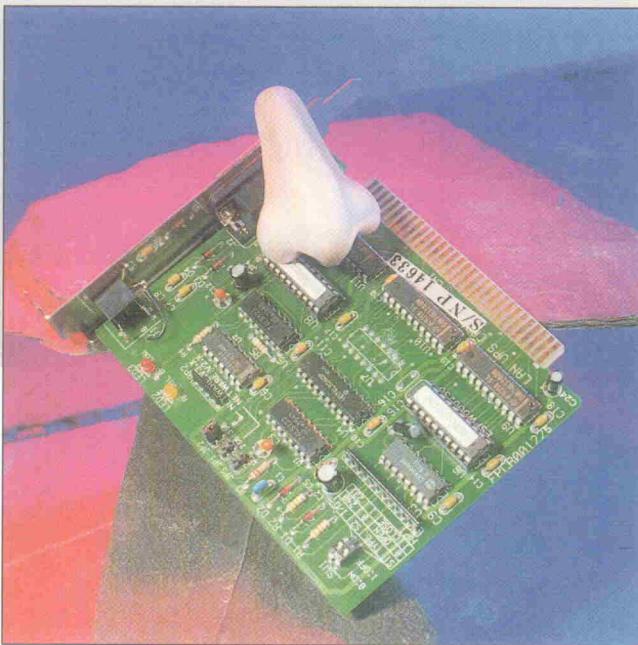
**1. Auflage 1995**  
**Gebunden, 281 Seiten**  
**mit Platine und Diskette**  
**DM 119,- / öS 928,- / sfr 119,-**  
**ISBN 3-88229-056-0**



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

# Schnüffelei

## Eine einfache EMV-Schnüffelsonde



**Dipl.-Ing.  
Ussama Margieh**

**Normgerechte Abstrahlungsmessungen kosten viel Zeit und Geld. Oft kommt deshalb erst das fertige Produkt ins Prüflabor. Schön, wenn man bereits frühzeitig im eigenen Labor das Abstrahlverhalten seiner elektronischen Schaltung – oder des kompletten Systems – untersuchen und optimieren könnte. Eine preiswerte Spürnase wäre die Lösung, um rechtzeitig potentiellen Störquellen auf die Spur zu kommen.**

Dipl.-Ing. Ussama Margieh studierte Hochfrequenztechnik an der Universität Hannover. Nach einigen Jahren Mitarbeit an einem EMV-Forschungsprojekt der FH Furtwangen trat er einer Freiburger Firma bei, wo er sich mit analoger Schaltungstechnik und der EMV-Problematik beschäftigte. Seit April 1995 ist er bei der Firma AVX/Kyocera im Produktmarketing tätig.

Immer höhere Taktfrequenzen und die wachsende Integrationsdichte auf Leiterplatten steigern die Auswirkungen elektromagnetischer Störfelder. Der Schaltungsentwickler muß diesen Störungen entgegenwirken. Für 'Pre-Compliance-Messungen' gibt es heute moderne, aber teure Hilfsmittel, so zum Beispiel EMV-Nahfeldsonden (Sniffer Probes). Die hier vorgestellte Feldsonde ist dagegen preisgünstig und einfach im Aufbau. Mit einer solchen Sonde lassen sich allerdings keine normgerechten Messungen durchführen und auch keine quantitativ auswertbaren Ergebnisse erzielen. Aber man kann damit feststellen, welche Auswirkungen eine eingeleitete EMV-Maßnahme, wie beispielsweise eine Layoutänderung oder angebrachte Abschirmung, auf die Störstrahlung mit sich bringt. Diese Sonde ist daher für Übersichtsmessungen zur Lokalisierung und Einkreisung EMV-relevanter Störer sowie zur Beurteilung durchgeföhrter Maßnahmen bestens geeignet.

Der Einsatzbereich der Sonde ist vielseitig und überall dort interessant, wo erwartete Störungen

qualitativ beurteilt werden sollen oder Schaltungen ein 'seltsames' Fehlverhalten zeigen:

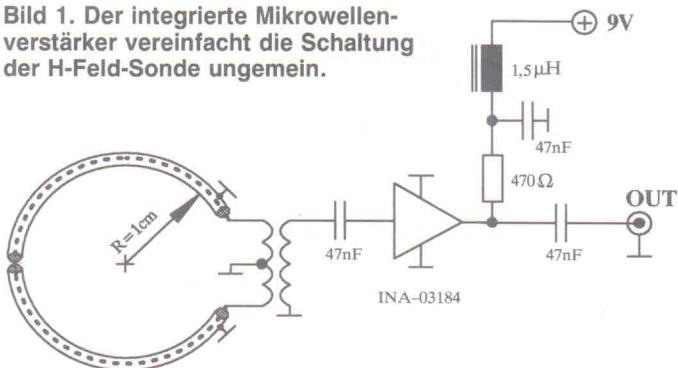
- Spannungsversorgungssysteme mit schwacher HF-Entkopplung,
- Schlecht ausgeführte Abschirmung bei Kabeln/Gehäusen (Stoßstellen, Fugen, Öffnungen etc.),
- schnell arbeitende Digitalelektronik, bei der während des Schaltvorgangs hohe Störpegel entstehen,
- ungünstig geführte oder nicht korrekt abgeschlossene Leiterbahnen,
- ungenügend abgeschirmte Oszillatoren,

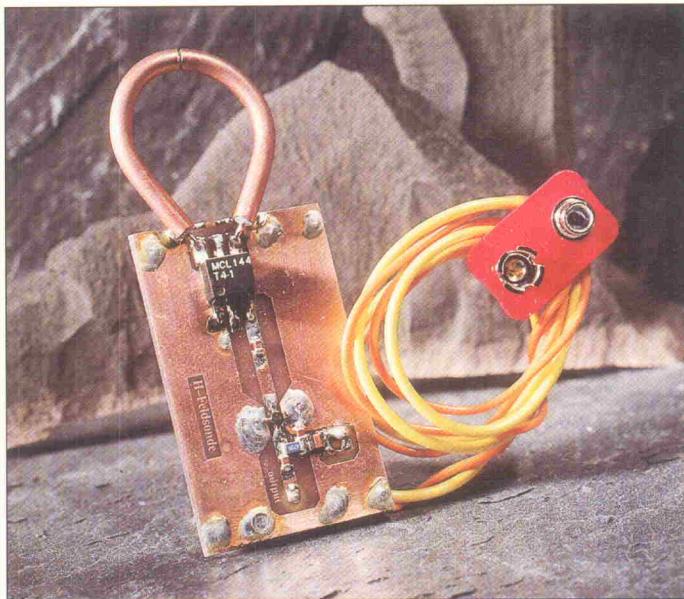
- Schaltnetzteile, die bei unzureichender Filterung ein breitbandiges Störspektrum abgeben,
- Signalübertragungskabel/Leitungen, die sich wie Sende-/Empfangsantennen verhalten.

Bild 1 zeigt die Schaltung der H-Feldsonde. Das Meßprinzip beruht auf dem Induktionsgesetz, das besagt, daß ein sich zeitlich änderndes Magnetfeld in einer elektrisch kurzen Leiterschleife eine elektrische Spannung induziert, die zwischen den Enden der aufgetrennten Schleife meßbar ist. Der Sensorkopf besteht aus einem Stück 50- $\Omega$ -Semi-Rigid-Kabel. Dieses Koaxialkabel mit massiver Abschirmung wird auf einem Wickelkörper mit einem Durchmesser von zirka 20 mm zu einer kreisrunden Schleife gebogen. Der Außenmantel ist in der Kabelmitte geschlitzt und mit Masse verbunden, um so eine Abschirmung gegen die elektrische Feldkomponente zu gewährleisten. Die so entstehende Meßantenne ist symmetrisch (erdfrei) und wird mit Hilfe des Balun-Übertragers in eine unsymmetrische Anordnung überführt.

Damit die Sonde auch möglichst schwache Störsignale erfaßt, wird das von der Spule abgebene Signal mit dem integrierten Mikrowellen-Verstärker INA-03184 des Herstellers Avantek/HP verstärkt und anschließend zur Anzeige gebracht. Der Vorteil beim Einsatz von 'Gain-Blocks' gegenüber diskret aufgebauten Verstärkerstufen besteht im minimalen Bedarf an externen Bauteilen. Ein weiterer Vorteil: sie besitzen eine ein- und ausgangsseitige Impedanz von nominal 50  $\Omega$ , wodurch diskrete Anpassungsnetzwerke für den Ein- und Ausgang überflüssig werden. Außerdem sind sie aufgrund ihrer Herstellung in großen Stückzahlen recht preisgünstig.

**Bild 1. Der integrierte Mikrowellenverstärker vereinfacht die Schaltung der H-Feld-Sonde ungemein.**





Da solche Bauteile aber in der Regel eine hohe Bandbreite aufweisen – beim INA 03184 beträgt sie 2,5 GHz –, ist beim Layoutentwurf auf HF-gerechte Gestaltung zu achten, denn bei unsachgemäßer Auslegung wird die Schaltung leicht zum Oszillator. Bild 2 zeigt einen Layoutvorschlag, der in der ELRAD-Mailbox erhältlich ist. Die Leiterbahnverbindungen der Masseanschlüsse des ICs mit der niederimpedanten PCB-Massefläche sind äußerst induktivitätsarm ausgeführt. Schon eine Induktivität von nur 2 nH oder weniger kann entscheiden, ob sich die Schaltung stabil verhält oder nicht.

Um den Aufbau auf mögliche Schwingneigungen hin zu untersuchen, wird vor dem Einbau des Übertragers vor dem Koppelkondensator ein 47- $\Omega$ -Widerstand nach Masse geschaltet und der Ausgang an einen Spektrumanalysator angeschlossen, der selbstverständlich genügend empfindlich eingestellt werden muß. Sind am Empfängerschirm breitbandig keine Spektrallinien festzustellen, so ist dies ein Zeichen dafür, daß der Aufbau sauber arbeitet. Es empfiehlt sich, die Sonde mit einer 9-V-Block-Batterie zu

versorgen, um mögliche Störungen aus dem Netz zu vermeiden. Außerdem entfallen so die lästigen Kabel zum Netzteil, und die Sonde kann problemlos auch an schwer zugänglichen Stellen eingesetzt werden.

Unerwünscht strahlende Bauteile oder Schaltungskomponenten spürt man auf, indem man den Ausgang über ein Koax-Kabel mit einem Spektrumanalysator oder Störmeßempfänger verbunden und die Aufnehmerspule in die Nähe der Störquelle bringt. Dabei wird die Orientierung der Sonde relativ zum Prüfling so lange verändert, bis sich ein Maximum des Amplitudenspektrums am Meßempfänger einstellt. Ausgehend von diesem Störspektrum kann dann nach durchgeführter Abschirm- oder Korrekturmaßnahme und erneuter Messung beurteilt werden, inwieweit die Änderungsmaßnahme erfolgreich war. Bei der Folgemessung ist darauf zu achten, daß die Lage der Sonde im Vergleich zur ersten Messung annähernd gleich bleibt. Nur so lassen sich aussagekräftige und sinnvolle interpretierbare Ergebnisse erzielen.

#### Literatur

- [1] Schwab, Adolf J.: *Elektromagnetische Verträglichkeit*, Springer-Verlag, Berlin 1991, S. 278 ff.
- [2] Weston, David A.: *Electromagnetic Compatibility*, Marcel Dekker Inc., 1991, S. 75 ff.
- [3] Schmeer, H. R. [Hrsg.]: *Elektromagnetische Verträglichkeit*, Tagungsbände Feb. 1992 und Feb. 1994 der Karlsruher EMV-Fachmesse, VDE-Verlag Berlin

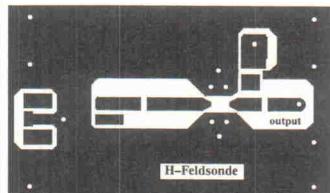


Bild 2. Induktivitätsarmes Layout.



## MessComp '95

### Branchentreff Messtechnik

#### Die Ausstellung

Eine vollständige Marktübersicht meßtechnischer Produkte für den professionellen Meßtechniker aus Forschung, Entwicklung, Versuch und Überwachung.

#### Der Kongreß

Hier erfahren Sie, wie Ihre Kollegen meßtechnische Probleme meistern und wie sich Hersteller eine zeitgemäße Lösung Ihrer Meßprobleme vorstellen.

#### Die Produktseminare

Unabhängig vom Kongreß führen die Aussteller Produktseminare durch. Dem Besucher bietet das die Möglichkeit, die gehörte Theorie anschließend am Ausstellungsstand in der Praxis zu erleben. Der Eintritt zu den Produktseminaren ist frei.

#### Die Workshops

Auch anlässlich der MessComp '95 finden Workshops zu aktuellen Themen statt. Nähere Informationen wird das Kongreßprogramm enthalten.

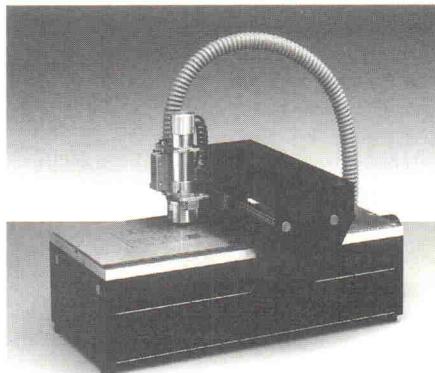
#### Kostenlose Unterlagen über:

**NETWORK GmbH,**  
Wilhelm-Suhr-Straße 14, D-31558 Hagenburg,  
Telefon (05033) 7057, Telefax (05033) 7944.

NETWORK

## LPKF ProtoMat 91S

NEU: mit Durchkontaktierung (Option)



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

#### Sie wollen mehr wissen?

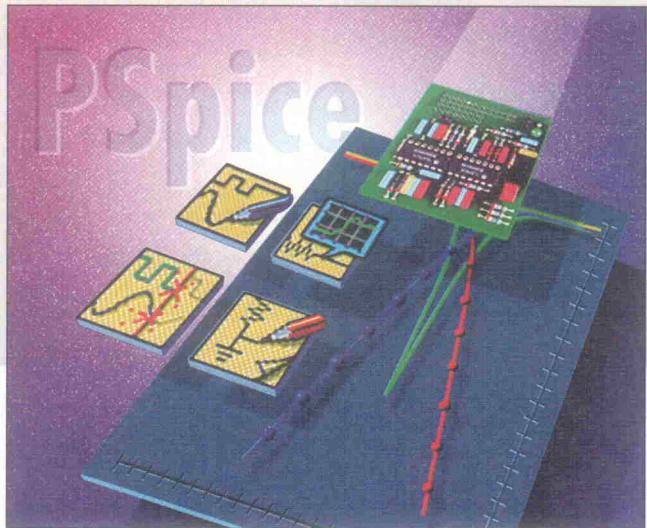
Kopieren Sie diese Anzeige und faxen sie an:  
**05131/7095-90** (Tel.: 05131/7095-0)

# Schaltungssimulation mit PSpice

## Teil 9: Inside Spice

**Dr. Stephan Weber**

**Wer etwas tiefer in die Funktionsweise von SPICE eindringen möchte, kann verschiedene Interessen verfolgen: Eingreifen bei Konvergenzproblemen, Parameterextraktion für Simulationsmodelle oder die Entwicklung eines eigenen Schaltungssimulators. Dies alles sind gute Gründe sich mit dieser – nur vermeintlich – trockenen Materie zu beschäftigen.**



Bereits in der ersten Folge dieser Serie (ELRAD 8/94) wurde das Simulationsprogramm PSpice ein wenig entmystifiziert, schließlich kann man kleine Schaltungen auch relativ leicht per Hand ausrechnen. Doch der Schritt zum eigenen Simulationsprogramm ist damit noch keineswegs getan. Dies soll nun in Form eines überschaubaren Pascal-Programms exemplarisch für eine der wichtigsten Grundanalyseformen nachgeholt werden.

SPICE beziehungsweise das Design Center bieten eine Vielzahl von Simulationsformen, wie .AC (Wechselspannungsanalyse), .OP (Arbeitspunktanalyse), .DC (lineare Gleichspannungsanalyse), .TRAN (Transientenanalyse) oder .FOUR (Fourier-Analyse). Doch das Grundprinzip ist immer gleich: Anhand der Topologie spezifiziert durch die Netzliste wird ein Gleichungssystem aufgestellt, dieses im zweiten Schritt gelöst und die Ergebnisse in eine Datei geschrieben. Es gibt einige Gründe, sich überhaupt mit einem eigenen 'Mini-Spice' beschäftigen zu wollen. So kann es sein, daß man damit schneller arbeiten kann als mit den großen Versionen. Auch lassen sich Optimierungsprobleme lösen, für die kommerzielle Simulatoren viel zu langsam und unflexibel sind.

Die Hauptgeschwindigkeitsvorteile können dadurch bedingt sein, daß man die Ergebnisse nicht in eine Datei schreibt, sondern im RAM hält oder aber statt eines externen Postprozessors wie Probe die Grafikausgabe direkt in den Simulator integriert. Auch kann man im eigenen Quelltext leichter neue, eigene Modelle austesten. Nicht zuletzt ist der rein edukative ein ganz wesentlicher Grund. Versteht man doch eher, was in einer komplexen Software überhaupt abläuft und daß dort auch nur mit Wasser gekocht wird.

### Einfache Analysen

Eine der einfachsten Analyseformen in SPICE ist die Wechselspannungsanalyse .AC. Hierbei muß ein lineares Gleichungssystem mit komplexen Strömen und Spannungen gelöst werden. Das Schlagwort 'lineares Gleichungssystem' weckt natürlich sofort die Erinnerungen an Begriffe wie Gaußsches Eliminationsverfahren oder Dreiecksform. SPICE arbeitet praktisch genau mit diesen Verfahren.

Noch einfacher als .AC ist die lineare Gleichspannungsanalyse. Da viele Schaltungen jedoch auch nichtlineare Bauteile wie Dioden und Transistoren enthalten, ist diese in SPICE nicht zu finden, sondern statt dessen die

allgemeingültigere nichtlineare Gleichspannungsanalyse .DC. Sie ist sehr eng verwandt mit der Arbeitspunktanalyse .OP. Bei letzterer werden auch noch einige Zusatzinformationen wie die Stromverstärkung oder Steilheit der Transistoren ausgegeben.

Für diese Aufgaben muß SPICE ein nichtlineares Gleichungssystem lösen. Das ist zwar etwas aufwendiger, aber nur wenig schwieriger als die Lösung eines linearen Systems.

### Schema F

Richtig elektrotechnisch wird der Schaltungssimulator erst durch die Umsetzung der Netzliste in ein Gleichungssystem. Hierbei geht SPICE nach einem festen Schema vor, der sogenannten modifizierten Knotenanalyse [1]. Anhand der Quellströme, die als gegeben betrachtet werden, berechnet sie die Spannungen an den Netzwerknoten. Für jeden Knoten ergibt sich die Knotengleichung  $E I = 0$ . Bei einem Netzwerk mit  $n$  Knoten führt das auf  $n$  Gleichungen mit  $n$  Unbekannten, entsprechend den  $n$  Knotenspannungen. Das auf diesem Weg erhaltene  $n$ -dimensionale Gleichungssystem gilt es aufzulösen. Als Beispiel hier die Erfassung der frequenzabhängigen Spannungsverstärkung eines Transistorverstärkers nach Bild 65. Bild 66 zeigt die gleiche Schaltung mit  $\pi$ -Ersatzschaltbild für den Transistor und in eine Stromquelle umgewandelte Eingangsspannungsquelle. Nach Durchnumerieren der Knoten stellt man die Knotengleichungen auf (Richtungen der Spannungen und Ströme beachten) und ordnet sie nach Indizes. Es ergibt sich das lineare Gleichungssystem (LGS) nach Formel 1.

Sortiert man die Terme nach den Spannungen  $U_1 \dots U_5$  und schreibt das LGS als Matrix der Form  $Y \times U = I$ , wobei  $Y$  die sogenannte Knotenadmittanzmatrix darstellt, so zeigen sich einige verblüffende Eigenschaften (Formel 2).

Hier die Regeln für die Knotenpotentialanalyse:

- Der Stromquellenvektor  $I$  enthält die Stromquelle  $I_o$  (allgemein: in  $I$  sind alle unabhängigen Stromquellen enthalten),
- bis auf die gesteuerte Quelle  $G_m$  ist die Matrix völlig symmetrisch (allgemein: bis auf

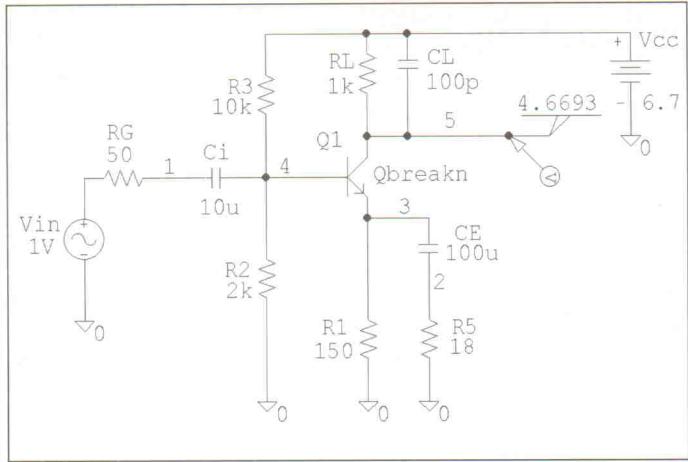


Bild 65. Verstärkung einer Transistorstufe mit Gegenkopplung in der Simulation.

gesteuerte Quellen ist Y symmetrisch),

- die Diagonalelemente der Matrix werden durch alle anliegenden Admittanzen gebildet (allg.:  $y_{ii} = S_y$ , zum Knoten),
- die Nebendiagonalelemente ergeben sich durch die Verbindungsimpedanzen (allgemein:  $y_{ij} = -S_y$ , Verbindung),
- durch Invertierung der Matrix könnte man leicht die gesuchten Knotenspannungen  $U = Y^{-1} \times I$  berechnen. Dies

entspricht genau dem Ohmschen Gesetz  $U = Z \times I$  bzw.  $I = Y \times U$  mit  $Z = 1/Y$ .

Anhand dieser Regeln kann man schematisch auch ohne Aufstellung der Knotengleichungen das LGS aufstellen und lösen.

Dieses Verfahren gilt ganz allgemein und hat als Einschränkungen nur, daß ideale Spannungsquellen und andere gesteuerte Quellen direkt nicht einsetzbar sind. Diesen Nachteil überwin-

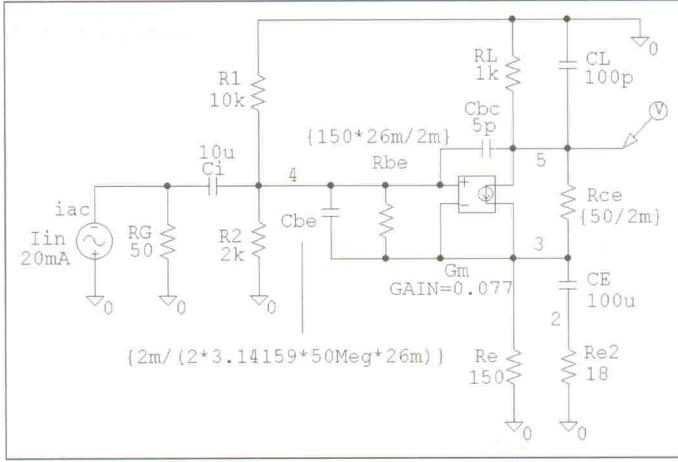


Bild 66. Die gleiche Schaltung wie Bild 65. Hier wird für den Transistor das  $\pi$ -Ersatzschaltbild verwendet und die Eingangsspannungsquelle in eine Stromquelle umgewandelt.

1. Knoten:  $EI = 0 = U_1/R_G + (U_1 - U_4) \times j\omega C_1 - I_o$
2. Knoten:  $EI = 0 = U_2/R_E + (U_2 - U_3) \times j\omega C_E$
3. Knoten:  $EI = 0 = U_3/R_{BE} + (U_3 - U_2) \times j\omega C_{BE} + (U_3 - U_4) \times (j\omega C_{BE} + 1/R_{BE}) - G_m \times (U_4 - U_3) + (U_3 - U_5)/R_{CE}$
4. Knoten:  $EI = 0 = (U_4 - U_1) \times j\omega C_1 + U_4 \times (1/R_1 + 1/R_2) + (U_4 - U_5) \times j\omega C_{BC} + (U_4 - U_3) \times (j\omega C_{BE} + 1/R_{BE})$
5. Knoten:  $EI = 0 = U_5 \times (1/R_L + j\omega C_L) + (U_5 - U_4) \times j\omega C_{BC} + (U_5 - U_3)/R_{CE} + G_m \times (U_4 - U_3)$

Formel 1. Das LGS zur Schaltung.

# Experten für Elektronik gesucht!

Clevere Experten im Bereich industrielle Anwendung und Entwicklung verzichten längst nicht mehr auf die führende Fachzeitschrift für aktuellste Daten und Fakten zu neuen Technologien und Techniken.

„Elektronik“ bringt regelmäßig alle fundierten Informationen über den internationalen Technikmarkt und hält Sie z. B. in Sachen Geräte- und Systemapplikationen, Software- und Programmierfragen oder Automatisierungslösungen an der Wissensspitze.

Überzeugen Sie sich jetzt einen Monat lang von „Elektronik“ kostenlos – mit den nächsten 2 aktuellen Ausgaben.



Testen Sie 2 Ausgaben „Elektronik“ jetzt kostenlos!

Faxanforderung:  
0 89-20 24 02 15  
oder mit Coupon!

**Ja, ich bin's!**

Schicken Sie mir bitte deshalb die nächsten 2 aktuellen Ausgaben der „Elektronik“ (1 Monat lang) kostenlos und ohne jede Verpflichtung zu.

Ich möchte „Elektronik“ an meine Privatanschrift:

Name/Vorname \_\_\_\_\_

Straße,Nr. \_\_\_\_\_

PLZ, Ort \_\_\_\_\_

Ich möchte „Elektronik“ an meine Firma:

Firma \_\_\_\_\_

Name/Vorname \_\_\_\_\_

Straße,Nr. \_\_\_\_\_

PLZ, Ort \_\_\_\_\_

CER56

## Besondere Matrix-Eigenschaften in der Schaltungssimulation

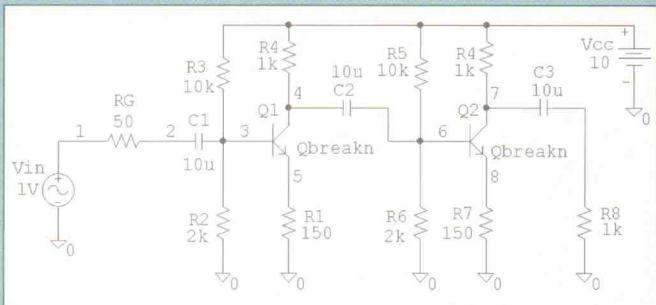


Bild 67. NF-Verstärker mit zwei Transistoren.

Gleichungssysteme treten in der Schaltungssimulation sehr häufig auf. Besonders kompakt lassen sie sich darstellen, wenn man sie zu einer Matrix-Gleichung zusammenfaßt. Eine Matrix ist schließlich nicht mehr als ein rechteckiges Schema von Zahlen. Statt mehrerer Gleichungen hat man dann nur noch eine zu betrachten, wobei für Matrizen sehr ähnliche Rechenregeln wie für

normale Zahlen gelten. Eine eindeutige Lösung hat ein LGS nur, wenn die sogenannte Koeffizientendeterminante  $\text{Det}(Y)$  ungleich Null ist. Dies ist in der Elektronik naturgemäß der Fall. Ausnahmen sind zum Beispiel Oszillatorschaltungen, kritisch sind auch Filter mit ausgeprägter Resonanz. Numerisch sicher erfassbar ist diese Charakterisierung  $\text{Det}(Y)=0$  allerdings nicht,

denn Rechenprobleme können natürlich schon früher auftreten, zum Beispiel bei  $\text{Det}(Y)=1E-12$ .

In der Elektronik bestehen Matrizen oft zum großen Teil aus Nullen, wie das Beispiel diene hier ein Verstärker mit zwei Transistoren und insgesamt neun Knoten.

Selbst bei dieser noch kleinen Schaltung besteht die Matrix zu über 50 % aus Nullen. Wenn man diese jedoch invertiert, entsteht eine Matrix, die überhaupt keine Nullen mehr enthält (Formel 3).

Deshalb verwenden leistungsfähige Simulatoren wie das Design Center andere Algorithmen zur Lösung linearer Gleichungssysteme, wie zum Beispiel die LU-Zerlegung.

Ein weiterer wichtiger Gesichtspunkt ist die Rechengenauigkeit. Invertiert man die inverse Matrix abermals, so sollte man die Ausgangsmatrix erhalten. Selbst in diesem einfachen Beispiel mit Elementwerten nahe eins kann man die Auswirkungen von Rundungsfehlern beobachten. Statt Null erhält man an den entsprechenden Stellen Werte in der Größenordnung von  $10^{-18}$ . Es gibt sogar Matrizen (die Hilbert-Matrix), die obwohl eine exakte, glatte Lösung existiert aufgrund von Rundungsfehlern mit den gängigen direkten Methoden nicht invertierbar sind. Damit dieses Problem möglichst unkritisch bleibt, arbeitet SPICE mit verbesserten Algorithmen, man spricht hier von der sogenannten Pivotisierung. Im Design Center kann man für dieses Verfahren im Menü Setup/Options die Verfahrensparameter PIVTOL und PIVREL setzen.

$$Y = \begin{pmatrix} 10 & -1,0 & 0,0 & 0,0 & 0,0 & 0,0 & 0,0 \\ -1,0 & 10 & 0,0 & -2,0 & 0,0 & 0,0 & 0,0 \\ 0,0 & 0,0 & 10 & -3,0 & 0,0 & 0,0 & 0,0 \\ 0,0 & -2,0 & -3,0 & 10 & -0,5 & 0,0 & 0,0 \\ 0,0 & 0,0 & 0,0 & -0,5 & 10 & -2,0 & -1,0 \\ 0,0 & 0,0 & 0,0 & 0,0 & -2,0 & 10 & -4,0 \\ 0,0 & 0,0 & 0,0 & 0,0 & -1,0 & -4,0 & 10 \end{pmatrix} \quad Y^{-1} = \begin{pmatrix} 1,0E-1 & 1,1E-2 & 7,0E-4 & 2,3E-3 & 1,3E-4 & 3,6E-5 & 2,7E-5 \\ 1,1E-2 & 1,1E-1 & 7,0E-3 & 2,3E-2 & 1,3E-3 & 3,6E-4 & 2,7E-4 \\ 7,0E-4 & 7,0E-3 & 1,1E-1 & 3,5E-2 & 1,9E-3 & 5,4E-4 & 4,0E-4 \\ 2,3E-3 & 2,3E-2 & 3,5E-2 & 1,2E-1 & 6,3E-3 & 1,8E-3 & 1,3E-3 \\ 1,3E-4 & 1,3E-3 & 1,9E-3 & 6,3E-3 & 1,1E-1 & 3,1E-2 & 2,3E-2 \\ 3,6E-5 & 3,6E-4 & 5,4E-4 & 1,8E-3 & 3,1E-2 & 1,3E-1 & 5,4E-2 \\ 2,7E-4 & 2,7E-4 & 4,0E-4 & 1,3E-3 & 2,3E-2 & 5,4E-2 & 1,2E-1 \end{pmatrix}$$

Formel 3. Die  $7 \times 7$ -Matrix und ihre Invertierte.

det SPICE durch das erwähnte modifizierte Knotenpotentialverfahren. Einfache Schaltungen kann man jedoch meistens umstricken, so daß das einfachere Grundverfahren ausreicht.

### Viele Wege führen nach ...

Um das entstandene LGS zu lösen, bieten sich verschiedene Verfahren an [1], zum Beispiel:

- Umformen des LGS auf Dreiecksform mit anschließendem Einsetzen (Gaußsches Eliminationsverfahren),
- Invertierung der Matrix  $Y$  zum Beispiel mit dem Gauß-Jordan-Verfahren mit anschließender Matrix-Vektor-Multiplikation,
- LU-Zerlegung der Matrix  $Y$  mit anschließendem Rückwärtseinsetzen,
- Ermitteln des Lösungsvektors mit Determinanten über die Cramersche Regel, iterative Bestimmung ausgehend von einem Schätzwert für die Lösung.

Bei kleinen Problemen sind die drei erstgenannten Methoden etwa gleichwertig. In der Programmierung unterscheiden sie sich hinsichtlich Speicher- und Rechenbedarf um weniger als einen Faktor drei. Bei diesen

Verfahren liegt die Anzahl der Rechenoperationen etwa bei  $n^3$ . Man sollte also durchaus nach der Strategie verfahren, welche einem persönlich am meisten zusagt. Die Benutzung der Cramerschen Regel ist nur bis  $n=3$  empfehlenswert, da der Recheneitaufwand mit steigender Ordnung hier stärker wächst. Iterative Methoden werden dagegen nur bei sehr großen Matrizen angewendet, da hierbei der Einfluß von Rundungsfehlern geringer ist und der Rechenaufwand pro Iteration nur bei etwa  $n^2$  liegt.

Bei mittleren und großen Schaltungen – und SPICE wurde gerade hierfür entwickelt – ergeben sich jedoch auch bei den drei häufiger eingesetzten Methoden zum Teil deutliche Unterschiede. Die Matrix-Invertierung ist etwa dreimal aufwendiger als die anderen Verfahren und lohnt sich deshalb nur,

$$\begin{array}{ccc|c|c} 1/R_G + j\omega C_1 & 0 & -j\omega C_1 & 0 & U_1 \\ 0 & 1/R_E + j\omega C_E & -j\omega C_E & 0 & U_2 \\ 0 & -j\omega C_E & 1/R_E + j\omega(C_{BE} + C_E) & -j\omega C_{BE} - 1/R_{BE} & U_3 \\ & & + 1/R_{BE} + 1/R_{CE} + G_m & -G_m & = 0 \\ -j\omega C_1 & 0 & -j\omega C_{BE} - 1/R_{BE} & j\omega(C_1 + C_{BE} + C_E) & U_4 \\ & & & + 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_{BE} & 0 \\ 0 & 0 & -1/R_{CE}G_m & -j\omega C_{BC} + G_m & U_5 \\ & & & j\omega(C_L + C_{BC}) & 0 \\ & & & + 1/R_L + 1/R_{CE} & \end{array}$$

Formel 2. Die Matrixform des LGS.

wenn man das LGS für verschiedene Stromquellenvektoren mehrmals lösen muß oder aus anderen Gründen noch die inverse Matrix von Y im Programm verwendet. Die beiden anderen Methoden sind theoretisch vom Rechenaufwand etwa gleichwertig. Die LU-Zerlegung hat jedoch durch eine Besonderheit elektronischer Schaltungen einen großen Vorteil: Bei großen Schaltungen (ab 20 Knoten) sind in der Regel die meisten Knoten nur mit ihrem unmittelbaren Nachbarknoten oder wenigen anderen verbunden. Nach Regel drei für das Knotenpotentialverfahren sind die Matrixeinträge  $y_{ij}$  für die Verbindungsknoten dann sehr häufig Null, das bedeutet, die gesamte Matrix besteht überwiegend (unter Umständen zu mehr als 90 %) aus Nullen. Man spricht dann von einer sogenannten Sparse-Matrix (siehe Kasten 'Besondere Matrix-Eigenschaften in der Schaltungssimulation'). Im Unterschied zu vielen Vorgängerprogrammen kann SPICE daraus wesentliche Vorteile erzielen:

- Nullelemente brauchen nicht abgespeichert zu werden,
- Additionen und Multiplikationen mit Nullelementen sind überflüssig.

In diesem Zusammenhang ergibt sich der wesentliche Vorteil der LU-Zerlegung: Hier bleibt die Sparse-Matrix-Struktur fast völlig erhalten und der Rechenaufwand liegt typisch bei  $n^{1.5}$  statt bei  $n^3$ . Bei der Matrix-Invertierung kann es dagegen leicht passieren, daß aus der Sparse-Matrix-Struktur eine fast völlig gefüllte Matrix entsteht. In konkreten Zahlen heißt das für eine Schaltung mit 50 Knoten ein Vorteil von  $50^3$  zu  $50^{1.5}$  sprich 350 zu 1. Wobei man allerdings nicht übersehen darf, daß auch die Besetzung der Matrix einen nicht unerheblichen Teil einnehmen kann und diese weitgehend unabhängig vom Lösungsverfahren ist.

Als Programmierbeispiel wurde die Simulation der frequenzabhängigen Spannungsverstärkung der besprochenen Transistorstufe in einen Pascal-Quelltext umgesetzt. Benutzt wurde Turbo-Pascal 6.0. Zu Beginn des (Haupt-)Programms wird die Knotenadmittanzmatrix Y mit Werten belegt und der Stromquellenvektor besetzt. Anschließend wird das entstandene LGS gelöst und die Ergebnisse – hier der Frequenzgang nach Betrag und Phase – in Tabellenform dargestellt, ganz genauso wie man es in SPICE beziehungsweise dem Design Center mit der .AC-Analyse erhalten würde. Soll eine andere Schaltung simuliert werden, muß man nur die Matrix Y anders besetzen beziehungsweise deren Größe anpassen. Damit das Programm leichter nachvollziehbar bleibt, wurde zur Lösung des LGS das Gaußsche Eliminierungsverfahren verwendet, bei dem das LGS auf Dreiecksform gebracht wird. Um mit den komplexen Admittanzen leicht rechnen zu können, wurde ein entsprechender Record definiert und dazu einige Routinen, die die Grundrechenarten für komplexe Zahlen realisieren.

Mini-SPICE soll natürlich zu Erweiterungen und zum Experimentieren einladen. Interessant ist es zum Beispiel zu beobachten, ob sich die Lösungen durch Ein-/Ausschalten der Pivotierung (siehe Kasten 'Besondere Matrix-Eigenschaften ...') oder beim Wechsel von Double auf Real oder Single ändern. Auf eine Grafikausgabe wurde verzichtet, da sie naturgemäß sehr hardwareabhängig ist. Beschleunigen läßt sich das Programm zum Beispiel durch Vorausberechnung häufig verwandter Terme bei der Matrixbesetzung (z. B. kann man  $wCbc := w^*Cbc$  setzen statt den Term mehrmals neu zu berechnen) oder durch Verwendung einer Assembler-Bibliothek [2] für die LGS-Auflösung. Denkbar wäre auch, daß man für die simulierten Frequenzen eine Wertetabelle vorsieht. Der Vorteil: Man muß nur dort Berechnungen durchführen, wo Ergebnisse auch benötigt werden. Das komplette Listing – knapp 400 Zeilen – befindet sich abrufbereit in der ELRAD-Mailbox (Tel.: 05 11/53 52-4 01) oder kann gegen Einsendung einer formatierten Diskette mit frankiertem Rückumschlag bei der Redaktion angefordert werden.

pen

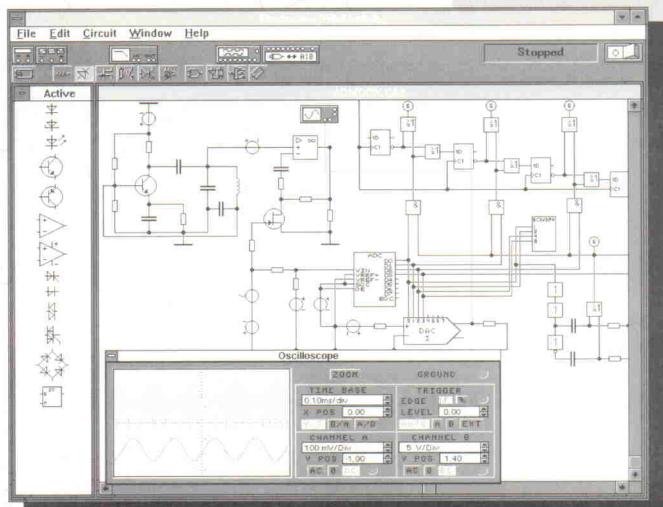
#### Literatur

- [1] J. Vlach, K. Singhal, *Computer Methods for Circuit Analysis and Design*, Van Nostrand Reinhold 1983 (äußerst empfehlenswert!)
- [2] Mathpak87, *Mathematik-Bibliothek von der Firma Precision Plus Software*

# Electronics Workbench®

## *Das Elektroniklabor im Computer*

### JETZT MIT MIXED-MODE-SIMULATION



Simultane AM-Übertragung, Digitalisierung und Impuls-Code-Modulation eines Signals.

CAE-Software zur Simulation von analogen und digitalen Schaltkreisen unter MS-DOS und MS-WINDOWS. Minimale Einarbeitungszeit durch einfache Benutzeroberfläche und interaktives Hilfesystem. Software und Handbuch in deutscher Sprache. Schaltzeichen in DIN/EN/IEC-Norm.

### VERSION 4.0 MIT ÜBER 40 NEUEN FUNKTIONEN, u.a.:

- Mixed-Mode-Simulator (Analog & Digital gemischt)
- Multi-Frequenz-Betrieb
- 75% schnellere Simulationen
- Großes Oszilloskop mit zwei Meßcursor
- A/D-Wandler, D/A-Wandler, Analoger Multiplizierer
- Thyristoren, Diac's, Triac's, Operationsverstärker (Boyle)
- Gummel-Poon-Bipolar Transistor, Vierschicht-Diode
- Potentiometer, variable Kapazitäten und Induktivitäten
- Pull-Up-Widerstand, Summer
- Timer, Multiplexer, Demultiplexer, Schieberegister
- Tri-State-Treiber, Treiber, XNOR, Voll-Addierer, Monoflop, Alle Gatter mit 2 bis 8 Eingängen
- Numerische Ausgabe der Analysedaten in Ascii-Dateien (Oszilloskop, Bode-Plotter, benutzerdefiniert)
- Automatische Knotenpunktfunction beim Verdrahten
- Über 350 analoge & digitale Modelle und IC's

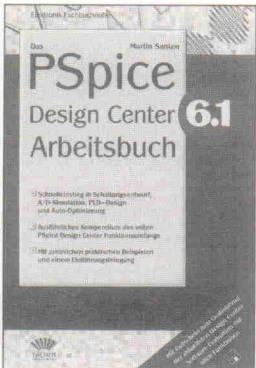
#### Gutschein

Ja, senden Sie mir so schnell wie möglich die kostenlose Demoversion von **Electronics Workbench 4.0** inkl. Kurzanleitung und Infomaterial.

Absender:

elr 7/95

Noch heute per Postkarte oder Fax an:  
**Com Pro Hard- & Software Vertriebs GmbH**  
**Reinsburgstraße 82 D-70178 Stuttgart**  
**Tel. 0711-627740 Fax. 0711-627760**



## Das PSpice Design Center Arbeitsbuch

Der Autor kann bereits auf drei Auflagen des Arbeitsbuchs zur Schaltungssimulation zurückblicken. Das nun vorliegende Werk wurde jedoch vollkommen neu konzipiert. Während sich die älteren Ausgaben mehr als deutschsprachiger Handbuchsatz zum Design Center verstanden, liegen die Schwerpunkte hier anders. Auf den ersten 100 Seiten bekommt der Leser anhand eines Lehrgangs und ausführlicher Erklärungen zu den verschiedenen Analyse-Verfahren einen guten Einstieg. Anschließend werden die einzelnen Programmteile des Design Centers verständlich und anschaulich dargestellt. Einen breiten Raum nehmen schließlich die 'Typischen Anwenderfragen' ein. Nicht nur hier merkt man, daß der Autor durch seine Tätigkeit als Support-Ingenieur mit den Problemen der Einsteiger vertraut ist. Das Buch ist so aufgebaut, daß sich alle Abschnitte direkt am Rechner nachvollziehen lassen. Leider sind manche Bildschirmdarstellungen so klein geraten, daß man die darin enthaltenen Informationen nur noch erraten kann.

PvH

**Das PSpice Design Center Arbeitsbuch**  
Martin Santen  
Karlsruhe 1994  
Fächer Verlag & Didaktik  
383 Seiten  
DM 149,80  
ISBN 3-9804099-0-2

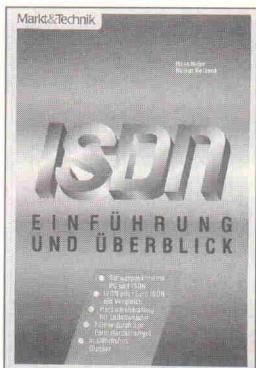


## Fuzzy-Logik

Vor 30 Jahren stieß L.A. Zadeh mit seiner Theorie der unscharfen Mengen – einer Spezialform der Mengenlehre – noch auf scharfes Unverständnis der Regelungstechniker. Inzwischen ist die Fuzzy-Logik allgemein akzeptiert. Prof. Adolf Grauel beschreibt ausführlich die Grundlagen der unscharfen Regelungstechnik. Ein Vorteil der Fuzzy-Logik liegt in seiner Schlichtheit. Der mathematisch-theoretische Teil des Buchs ist für den Praktiker zu ausführlich. Dagegen ist die Darstellung der praktischen Verfahren, zum Beispiel der Defuzzifizierung, eher mager ausgefallen. Hier wären erläuternde Diagramme wünschenswert. Gerade die Defuzzifizierung ist ein sensibler Vorgang und entscheidet über Erfolg oder Mißerfolg eines ganzen Systems. Nach dem theoretischen Teil zeigt das Buch verschiedene Konzepte und Beispiele aus der Praxis. Das letzte Drittel des Werks ist – ganz im Zeichen des Softcomputings – der Kombination von Fuzzy mit neuronalen Ansätzen, genetischen Algorithmen und Evolutionsstrategien gewidmet.

cf

**Adolf Grauel**  
**Fuzzy-Logik**  
**Einführung in die**  
**Grundlagen mit Anwen-**  
**dungen**  
**Mannheim 1995**  
**BI-Wissenschaftsverlag**  
**246 Seiten**  
**DM 38,-**  
**ISBN 3-411-16801-3**

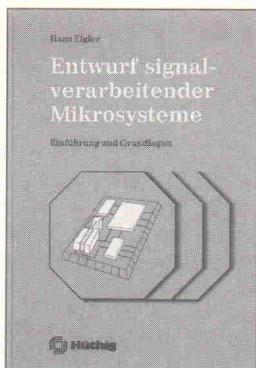


## ISDN

Passend zur Werbekampagne der Telekom für das 'neue' Telefonnetz – das ja so neu nicht mehr ist – ein Buch zum Vorab-Informieren. Beginnend beim Kenntnisstand Null führt es den Leser in die grundlegenden Fähigkeiten des ISDN-Netzes ein, erklärt ausführlich Technik und Unterschiede zum 'alten' Netz und was beim neuen besser, schneller und billiger zu machen ist. Leider tröstet die (berechtigte) Begeisterung der Autoren nicht darüber hinweg, daß ein Gespräch mit Tante Erna noch genauso lange dauert wie früher, die Vorteile von ISDN also in anderen Diensten zu suchen sind. Diese – vor einer Entscheidung pro oder contra ISDN – eigentlich ganz wichtige Erkenntnis wird nur am Rande erwähnt. Und wenn es schon *so* anwenderorientiert (oder sollte man sagen: wenig professionell?) hergeht wie am Ende des Buches, wo dem Leser gezeigt wird, wie ein Antrag für einen ISDN-Anschluß ausgefüllt wird, dann hätten die Autoren solch praxisnahe Fragen wie die nach Mehrgeräte- oder Anlagen-Anschluß doch wesentlich ausführlicher behandeln können.

roe

**Hans Hoyer**  
**ISDN Einführung und Überblick**  
**Hans Hoyer,**  
**Rainer Kolbeck**  
**Haar bei München 1994**  
**Markt und Technik**  
**Verlag GmbH**  
**263 Seiten**  
**DM 59,-**  
**ISBN 3-87791-618-x**

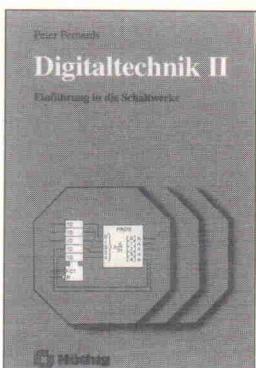


## Entwurf signalverarbeitender Mikrosysteme

Die Kombination von signalverarbeitender Mikroelektronik mit optischen, mechanischen oder chemischen Kleinsensoren beziehungsweise Aktoren findet zunehmend den Weg aus den Forschungslabors in die praktische Anwendung. Mikrosysteme finden zum Beispiel in den Bereichen Automatisierungstechnik, Sicherheitstechnik, Medizintechnik, im Maschinenbau oder im Umweltschutz ihre Anwendung. Dieser Trend konfrontiert Entwickler herkömmlicher Mikroelektronik vermehrt mit Modellierung, Simulation und Analyse von nicht-elektronischen Komponenten. Das Buch wendet sich an Studenten, Ingenieure und Naturwissenschaftler in der Elektronik sowie der Steuerungs- und Regelungstechnik. Es zeigt Mittel und Methoden zum Systementwurf, zur Topologie der Systemelemente und zur Entwicklung durchgängiger rechnergestützter Entwurfsmethoden für Mikrosysteme auf.

cf

**Hans Eigler**  
**Entwurf signalverarbei-**  
**tender Mikrosysteme**  
**Einführung und Grund-**  
**lagen**  
**Heidelberg 1994**  
**Hüthig Buch Verlag**  
**304 Seiten**  
**DM 89,-**  
**ISBN 3-7785-2171-3**



## Digitaltechnik II

Die Digitaltechnik ist in den letzten Jahrzehnten mit zur bedeutendsten Technologie herangewachsen. In vielen Bereichen hat sie die Analogtechnik verdrängt. Kaum ein Student, der nicht zumindest eine Einführung in die Digitaltechnik bekommt. Aufbauend auf die Grundlagen des ersten Bands bietet dieses Buch eine systematische und anwenderbezogene Einführung in den Entwurf von Schaltwerken. Nach der Einführung von Mealy- und Moore-Automaten folgen Abschnitte, die Eigenschaften von Schaltwerken vertiefen und das Vorgehen bei deren Entwicklung beschreiben. Dazu gehören der Entwurf von Zustandsdiagrammen sowie Verfahren zur Zustandsminimierung und Zustandskodierung. Weiter erläutert der Autor den Entwurf synchron getakteter und ungetakteter Schaltungen. Zuletzt beschreibt das Buch den Entwurf eines in Steuer- und Operationswerk gegliederten, programmgesteuerten Prozessors sowie die Strukturierung komplexer digitaler Systeme. Wie beim ersten Band enthält auch dieses Lehrbuch neben zahlreichen Beispielen Übungsaufgaben und Lösungen.

PvH

**Digitaltechnik II**  
**Einführung in die**  
**Schaltwerke**  
**Heidelberg 1995**  
**Hüthig Buch Verlag**  
**200 Seiten**  
**DM 48,-**  
**ISBN 3-7785-2278-7**

## Operationsverstärker (14)

**Der ‘gemeine’ Operationsverstärker ist vom Prinzip her an fast jede Aufgabe anpaßbar. Häufig scheint aber ein neuer, in Musterstückzahlen erhältlicher Spezial-OV besser geeignet zu sein. Doch hier ist Vorsicht geboten: Nicht immer wird aus einer Bemusterung auch eine Serie! Trotzdem sollen in dieser Folge der Laborblätter einige ‘Spezialisten’ vorgestellt werden – vorwiegend aus dem Bereich Leistungs-OV.**

Besonders interessant sind hier:

- Leistungs-OVs, die direkt Lautsprecher und/oder Motoren steuern können.
- Feste und einstellbare Spannungsregler, praktisch unipolare Leistungs-OVs.
- Sogenannte OPAs, deren Verstärkung über einen zusätzlichen Strom steuerbar ist.
- Current-Amplifier, deren Grenzfrequenz mehr als 1 GHz beträgt

### Leistungs-Operationsverstärker

Wie ‘baut’ man einen Power-OV? Alle Strukturen ein bißchen dicker, ein großes Gehäuse drumherum und fertig? Leider geht es nicht so einfach. Die Verlustwärmes des ICs muß möglichst großflächig abgeführt werden. Deshalb werden als Ausgangstransistoren im ‘POV’ meist keine Einzeltransistorstrukturen geätzt. Die würden eine punktuelle Wärmequelle darstellen, deren Kühlung problematisch ist. Also werden bis über 100 Transistoren parallel geschaltet, die als eine flächige Wärmequelle wirken, der ‘hot spot’ wird vermieden. Außer-

dem sind noch meist Schutzschaltungen gegen Übertemperatur integriert. Daher sind POVs auch nicht ganz billig, DM 10.– ... 50.– sind üblich. Aber: Man spart Platz, Peripherie und Zeit. Wo diese Faktoren eine Rolle spielen, ist der Einsatz von POVs angebracht.

Bei den vorgestellten Beispielen sind stets die verwendeten Typen angegeben. Die Unterschiede zwischen verschiedenen Typen/Herstellern liegen vor allem in der Leistung, dem Eingangswiderstand und einer eventuell vorhandenen Kompensationsbeschaltung begründet.

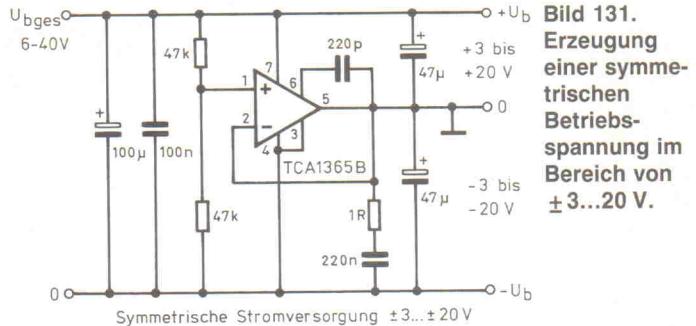
### Symmetrische Stromversorgung

Operationsverstärker brauchen meist (nicht immer!) eine symmetrische Stromversorgung. Das heißt: Ein Trafo mit im Mittelpunkt angezapfster Wicklung und je eine Stabilisierungsschaltung für den Plus- und den Minus-Zweig. Ein POV dagegen kann eine gegebene Betriebsspannung halbieren.

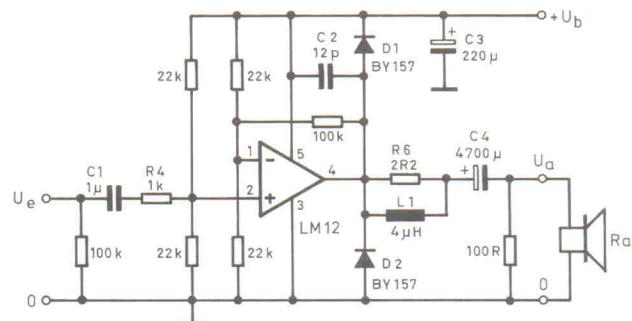
Bild 131 zeigt einen Vorschlag von Siemens mit dem TCA1358. Dieser POV kann bis zu 4 A liefern (Kühlkörper!). Da dies aber der Ausgleichstrom auf der Nulleitung ist, können beispielsweise aus der Leitung +Ub 8 A und aus -Ub 5 A entnommen werden. Nur der Differenzstrom von 3 A muß vom POV verkraftet werden!

### NF-Verstärker bis 100 W

Ein POV, der unter den Operationsverstärkern so etwas ähnliches darstellt wie der 2N3055 unter den Transistoren (das Arbeitspferd der Elektronik) ist der LM12 von NS (National Semiconductors). Er kann 10 A liefern, also als NF-Verstärker



**Bild 131.**  
Erzeugung einer symmetrischen Betriebsspannung im Bereich von  $\pm 3 \dots 20$  V.



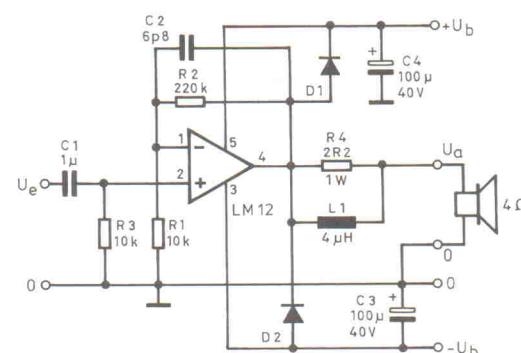
**Bild 133.** NF-Leistungsverstärker mit Versorgung aus einer Betriebsspannung.

eine  $4\Omega$ -Lautsprechergruppe mit 150 W speisen. Außerdem hat er integrierte Schutzstrukturen gegen Überlast und Unterspannung. Die Ruhestromaufnahme beträgt 50 ... 80 mA.

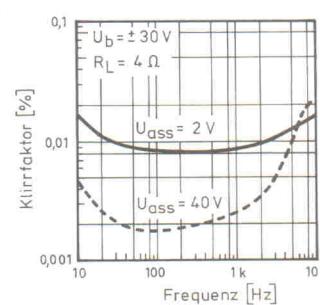
mittlerer Leistung ( $U_{ass} = 40$  V, also etwa 50 W) und niedriger Leistung ( $U_{ass} = 2$  V, also etwa 600 mW) an  $4\Omega$ . Zur Ergänzung zeigt Bild 132c die Pinbelegung des LM 12, von unten gesehen.

### NF-Verstärker mit einer Betriebsspannung

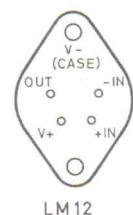
Bild 132a zeigt die Schaltung; tatsächlich könnte sie höher belastet werden, aber mit dieser Auslegung liegt man auf der sicheren Seite. Sinus-Vollaussteuerung (100 W) ist bei etwa  $U_{eff} = 0,9$  V ( $U_{ess}$  ca. 2,5 V). Die Spannungsverstärkung dieser Schaltung ist (wie üblich):  $1 + R2/R1$ , hier also  $v = 23$ . Die Betriebsspannungen sind mit  $\pm 30$  V vorgesehen. Bild 132b zeigt die Klirrfaktoren dieser Schaltung bei



**Bild 132a.** 100-W-Verstärker mit LM12.



**Bild 132b.** Klirrfaktor bei  $R_L = 4 \Omega$  und  $\pm Ub = 30$  V.



**Bild 132c.** Anschlüsse des LM12 von der Stiftseite her gesehen.

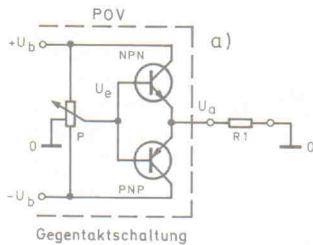


Bild 134a. Prinzip einer POV-Gegentaktschaltung.

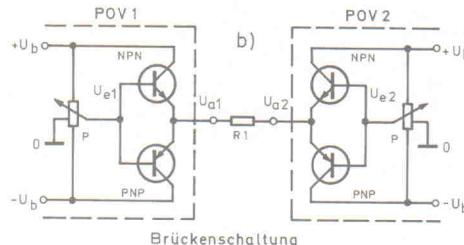


Bild 134b. Prinzip einer POV-Brückenschaltung.

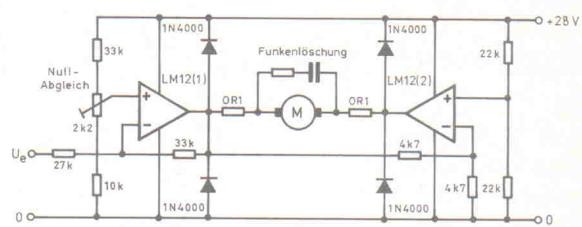


Bild 135. Eine POV-Brückenschaltung mit einer Betriebsspannung als Motortreiber.

ist hier für eine Spannungsverstärkung von etwa  $v = 10$  ausgelegt. Das NF-Signal muß dann natürlich am Ein- und Ausgang der Schaltung kapazitiv von den Gleichspannungen entkoppelt werden. Als Richtwert für einen eventuell in den Gegenkopplungszweig einzufügenden Kondensator zur Begrenzung des Frequenzgangs kann nach folgender Formel vorgegangen werden:

$$C_F = 130/v \quad (v = \text{Verstärkung}, \text{ hier } v = 1 + R_2/R_1)$$

Die Betriebsspannung  $U_b$  ist je nach gewünschter Leistung zwischen 20 V und 70 V wählbar (siehe Abschnitt: 'Leistungsberechnung').

## Brückenverstärker

Bei den bisherigen Schaltungen wurden Verstärker und Verbraucher  $R_L$  entweder an zwei Spannungen (Bild 132) oder an einer zu einem

'Bezugsnullpunkt' gesplitteten (Bild 133) Spannung betrieben. Dies entspricht der vereinfachten Grundschaltung Bild 134a. Das Potentiometer simuliert die Ansteuerung des Endstufenpärchens bestehend aus NPN- und PNP-Transistor.

Wird diese Schaltung durch ein zweites, um  $180^\circ$  gegenphasig angesteuertes IC nach Bild 134b ergänzt, ist der Lastwiderstand im Grenzbereich nicht von  $+U_b$  oder  $-U_b$  gegen Masse (Bezugsnull) geschaltet, sondern gegen die jeweils andere Spannung. Daraus folgt: Die mögliche Leistung an  $R_L$  (bei Gleichspannungssteuerung!) wird von einer doppelt so großen Betriebsspannung hervorgerufen, sie wird also bei gleichem  $R_L$  entsprechend  $P = U^2/R$  vervierfacht. Dies gilt sinngemäß auch für Betrieb mit nur einer Spannung. Als Beispiel dient hier die Steuerung eines Per-

manentmagnet-Niederspannungsmotors mit 24 V Nennspannung in Bild 135. Die Schaltung ist ausgelegt für ein Eingangssignal von  $+10\text{ V}$  für Maximum vorwärts und  $-10\text{ V}$  für Maximum rückwärts.

Aber: dies gilt nur für einen Innenwiderstand  $R_i$  der Signalquelle von  $0\ \Omega$ ! Jeder höhere Wert muß mit dem  $27\text{-k-Widerstand}$  verrechnet werden. Die Signalquelle arbeitet bis etwa  $+5\text{ V}$  als Stromquelle, darüber als Stromquelle. Stillstand des Motors soll sein bei  $U_e = 0\text{ V}$  gegen Masse ( $U_e$  mit Masse verbunden). Der Null-Abgleich erfolgt mit dem  $2\text{k2-Poti}$  auf eine Differenzspannung zwischen den beiden IC-Ausgängen von  $0\text{ V}$ ; dabei liegen etwa jeweils  $12\text{ V}$  zwischen den Ausgängen und Masse.

Die gezeigte Schaltung treibt einen 24 V/100 W-Motor mit Permanentmagnet von Null aus in beiden

Drehrichtungen bis zur vollen Leistung, entsprechende Kühlung der POVs vorausgesetzt. Ein Nachteil aller Brückenschaltungen, auch für NF-Anwendungen, soll gleich hier erwähnt werden: Der Lastwiderstand  $R_L$ , zum Beispiel Motor oder Lautsprecher, ist nicht massebezogen, sondern floatend! Beide Zuleitungen zur Last dürfen daher nie mit Masse in Berührung kommen, falls doch, sind die Folgen fast immer recht spektakulär! Aus der hier vorgestellten Basisanwendung dürfte die Ableitung von Variationen der Schaltung für andere Anwendungen keine Probleme bereiten.

## Basisschaltung Bühnenverstärker

Eine dieser Variationen ist die folgende Audioschaltung. In den Anfangsjahren der Audiotechnik galten 50 mW als Zimmerlautstärke; später füllten 50 W einen Saal. Heute gilt eine Disco mit weniger als 500 W Power als out. Über die Hörschäden spricht man nicht, man hat sie. Diese hohe Spitzenleistung muß der (oder die) Bühnenverstärker leisten, da man auch bei vernünftiger Grundlautstärke in den Spitzen mit bis zu einem zehnfachen Leistungsbedarf (z. B. bei trockenen Bässen), rechnen muß. Bei Übersteuerung eines Transistorverstärkers (auch ein POV besteht letzten Endes aus Transistorstrukturen) werden die Verzerrungen durch die harte Begrenzung der Amplitude sowohl unerträglich als auch recht schädlich für die Hochtöner. Es sei am Rande bemerkt, daß bei üblichen Discolautstärken das Innenohr selbst übersteuert wird und Verzerrungen von über 5 % entstehen – es bleibt also die Frage, wozu einen Verstärker, der bei  $P_A = 500\text{ W}$  einen Klirrfaktor von unter 0,1 % aufweist!

Einer oder mehrere schlaue und geschäftstüchtige Menschen stellten

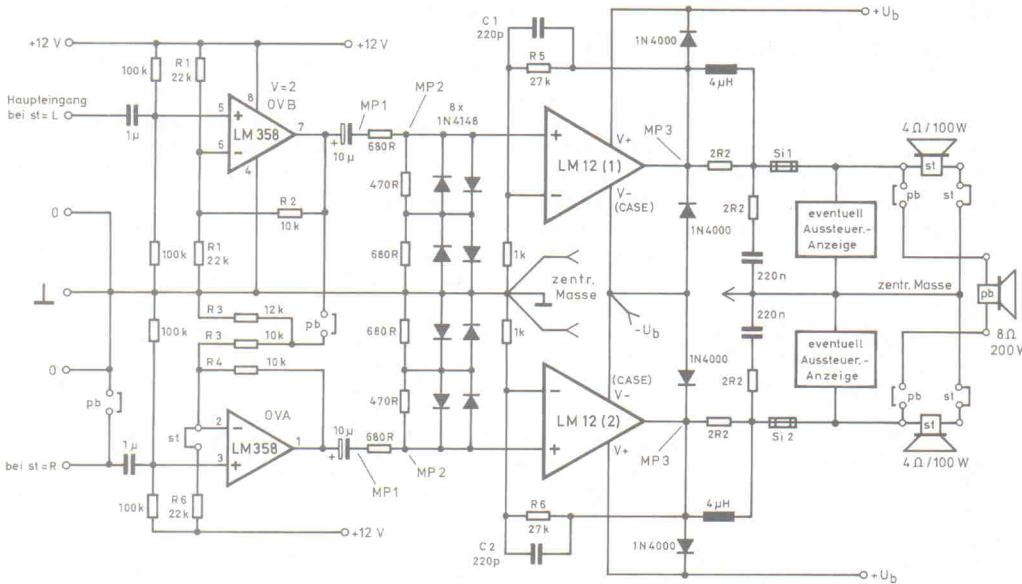


Bild 136. Kommerzieller Endverstärker mit 'Röhrencharakteristik'.

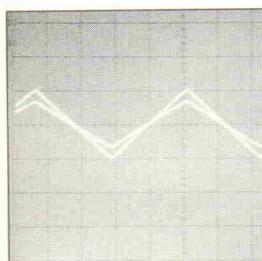


Bild 137a. Verformung des Ausgangssignals bei  $U_{ess} = 2 \text{ V}$ .

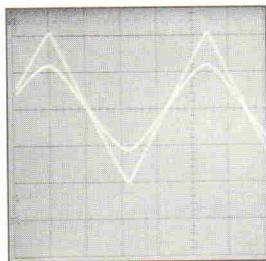


Bild 137b.  $U_{ess} = 4 \text{ V}$ .

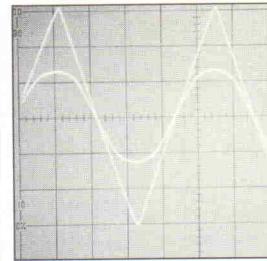


Bild 137c.  $U_{ess} = 6 \text{ V}$ .

fest, daß Röhrenverstärker 'weich' begrenzen, so daß Übersteuerungen des Verstärkers vom Ohr als erträglicher bewertet wurden. Der Röhrenverstärker feierte also sein Comeback. Aber: deren Wirkungsgrad ist einfach miserabel. Mit einer Verlustleistung vom Dreifachen der Nutzleistung muß man immer rechnen. Also: 200 W auf die Lautsprecher und mit 600 W wird der Saal geheizt! Das mag im Winter ganz angenehm sein, aber sonst? Da kam man auf die Idee, diese 'sanfte' Begrenzung in die Vorstufe zu verlegen und mittels der 'krummen' Kennlinie von Dioden zu realisieren.

So entstand der universelle Bühnenendverstärker nach Bild 136. Er besteht im Prinzip aus zwei gleichen

Gegentaktverstärkern, mit denen durch Umsetzen von Jumpers jeweils 100 W in zwei 4-Ω-Lautsprechergruppen oder bei Brückenschaltung 200 W in eine 8-Ω-Lautsprechergruppe eingespeist werden können.

Eine Übersteuerung ist möglich, ohne daß es dem Zuhörer gleich die Ohren zerreißt. Im Stereobetrieb sind der obere und untere Schaltungsteil gleich. Die Jumper sind auf st gesteckt. Als Betriebsspannung wird  $\pm U_b = 35 \text{ V}$  angenommen. Ein OV (1/2 LM358) verstärkt das Eingangssignal etwa um den Faktor 2 und steuert ein Diodennetzwerk an. Dieses begrenzt Eingangssignale von über  $U_{ess} > 2 \text{ V}$  sehr sanft, wie die Oszillo-

gramme Bild 137a ... 137c zeigen. In Bild 136 ist das Netzwerk direkt vor den POVs angeordnet. Die Tabelle zeigt die Pegel an verschiedenen Meßpunkten und die Ausgangsleistung an 4-Ω- und 8-Ω-Lautsprechergruppen, gemessen bei 1000 Hz Sinus bei  $\pm U_b$  35 V beziehungsweise 12 V für die Vorstufen.

Bei höheren Eingangssignalen setzt zusätzlich die Begrenzung durch die Betriebsspannung ein. Durch die beschriebene 'sanfte' Begrenzung kann der Verstärker statt einer herkömmlichen Endstufe mit der dreifachen Leistung eingesetzt werden, wie auch Versuche mit Publikum bewiesen. Die Nulldurchgangsgeschwindigkeit des Signals wird ja nicht verringert, trockene Spalten

werden 'formfrei' übertragen, nur die Peaks ohrenschonend begrenzt.

Werden die Jumper als pb gesteckt, arbeitet das Gerät als Brückenverstärker mit maximal 250 W an 8 Ω. OV2 invertiert dann das durch OV1 um etwa 2 verstärkte Eingangssignal. Zu beachten ist, daß die Jumper an den Lautsprecherausgängen für einen Spitzenstrom von maximal 10 A ausgelegt sein sollten. Für die Stromversorgung der LM12 sind zwar  $\pm 35 \text{ V}$  vorgesehen; die ICs arbeiten jedoch im Bereich von  $\pm 30...38 \text{ V}$  stabil. Besondere Maßnahmen wie Spannungsregler sind daher nicht erforderlich, die Stromversorgung sollte aber durchgängig auf einen Strom von 10 A ausgelegt sein.

roe

## Das bringen

**ct** magazin für computer technik



**Vernetzung:** Auswahlkriterien und Installationstips für kleine und große Netzwerklösungen.

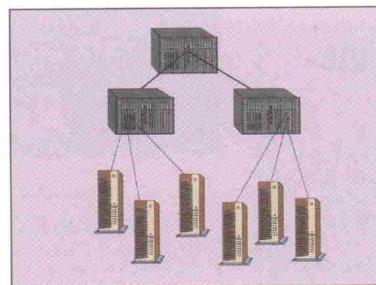
**OS/2:** Neue Serie zur PM-Programmierung mit GNU C/C++.

**Prozessortechnik:** Was hinter Begriffen wie Superpipeline, Sprungvorhersage und Register Renaming steckt.

**Massenspeicher:** Hostadapter für Enhanced IDE und SCSI.

**Heft 8/95 am 13. Juli am Kiosk**

**GATEWAY**  
MAGAZIN FÜR DATEN- UND TELEKOMMUNIKATION



**Switching-Techniken:** Mit überschaubaren Veränderungen den Durchsatz im Netzwerk erhöhen.

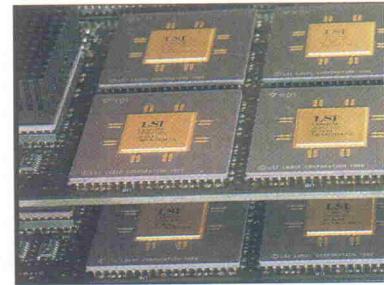
**Telearbeit:** Erste Erfahrungen im In- und Ausland mit dem virtuellen Büroalltag.

**Home-Shopping:** Pilotprojekte, Stand der Dinge und Zukunftsaussichten.

**Drahtlose Netze:** Alternative und Ergänzung zu herkömmlichen Verkabelungssystemen.

**Heft 7-8/95 am 22. Juni am Kiosk**

**X**  
MULTIUSER  
MULTITASKING  
MAGAZIN



**PowerPC-SMP:** Systeme von IBM, Bull und Motorola im Vergleich.

**ISDN im Netz:** Eine Marktübersicht über ISDN-fähige Router und Brücken.

**SCO OpenServer 5.0:** Kann sich jahrelange Produktpflege durchsetzen?

**Compuserve im WWW:** Preise und Komfort sollen den Durchbruch schaffen.

**Heft 7/95 am 22. Juni am Kiosk**



## IHR ZUVERLÄSSIGER ELEKTRONIK-PARTNER

Horst Boddin - Import-Export  
Postfach 10 02 31      Telefon 051 21/51 2017  
D-31102 Hildesheim      Telefax 051 21/51 2019  
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 —

## SPE 650 frei programmierbar



Spannung  
Strom  
Temperatur  
Drehzahl  
Frequenz  
2 Grenzwerte



und 1000 andere Einbauinstrumente lieferbar. Fordern Sie Katalog 95 an.

**SCHWILLE** Benzstraße 1a, D-85551 Kirchheim  
ELEKTRONIK Tel. 089/9031041 Fax 089/9036446

Einbauinstrumente

## Platinen-Layout

inkl. 1 Prototyp

z. B. Europakarte ab 998,- DM\*

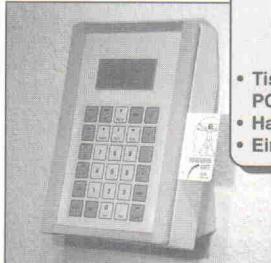
\* (zzgl. MwSt)

Bross Datentechnik

Tel. 04121/470134, Fax -5 Marie-Curie-Str. 4-6, 25337 Elmshorn

## Chipkarten Schreib-Lesegeräte

BDE-Wandterminal zur Betriebsdatenerfassung und Zugangskontrolle



- I²C, drei Leiter und zwei Leiter Bus
- Answer to Reset Protokoll (ISO 7816-3)
- Lesen von Versicherten- und Telefonkarten.
- Einbauer mit TTL-RS 232-Tastatur- und LCD-Display-Schnittstelle sowie TTL- und Relaisausgängen
- Tischgerät mit RS 232C Schnittstelle und PC-Software unter DOS
- Hand- und Wandterminal
- Einbinden eigener Anwendungen

Auf Wunsch unterstützen wir Sie bei der Umsetzung Ihrer Anwendungen oder führen sie vollständig für Sie durch.

Tischgerät für Online-Anwendungen 328,- DM

Kostenlose Info und weitere Produkte auf Anfrage!

**Metec**  
GmbH

Wiesenweg 45  
29328 Müden/Örtze  
Tel. 05053/661  
Fax 05053/659

## µ-BASIC/51-Compiler - Assembler/51 MIDI/RS232 - 80C535 -

### 51-er Mikro-Controller-Entwicklungs-Systeme

µ-BASIC/51-Compiler Assembler/51-Paket Hardware (Bausatz)

- |   |                      |  |                 |   |  |
|---|----------------------|--|-----------------|---|--|
| <b>1</b>  | Strukturiertes BASIC | <b>2</b>   | Makrosassembler | <b>3</b>  | 80C535-Controller (emuliert z. B. 8031, 8032, 8751, 1-8 A/D-Wandler bis zu 10 Bit + je 32KB RAM & EPROM) |
| • 32-Bit Fließkomma-Arithmetik • Komfortable Stringfunktionen • Für alle 51-er Mikrocontroller geeignet • Zellennummernfrei |                      | • Symbolischer Linker • Komfortabler Source-Level-Debugger • RS232/MIDI Kommunikationsbibliothek bis 115kBaud • Shell mit Projektmanager • Viele Demos 2-Schrittplotter, Funktionen • Symbolisch linbarer Code • Interrupts • Deutsches Handbuch |                 | • Serieles RS232- und MIDI-Schnittstelle • 7-25 Volt, 30mA • 40 I/O Ports • Eigenes Betriebssystem als Sourcecode • Inkl. aller e. & mech. Bauteile, EPROM fertig gebrannt                  |  |
|   |                      |  |                 | Versand: NN 8.50, Vorkasse (Scheck) 5,- Lieferungen ins Ausland und Lieferungen auf Rechnung (nur öffentl. Einrichtungen und Großfirmen) Preisaufschlag 3% und 3% Skonto (10 % auf Anfrage) |  |

### Kostenlose Info anfordern!

Telefonzeiten: Mittwochs: 9h-11h, 15h-18.30h  
Montags & Freitags: 9h-11h, 13h-15h  
0721 / 9 88 49-0 Fax / 88 68 07

WICKENHÄUSER ELEKTROTECHNIK  
Dipl.-Ing. Jürgen Wickenhäuser  
Rastatter Str. 144, D-76199 Karlsruhe

## SPEZIAL-IC's 12/94 (Auszug)

Katalog DM 5,-

61C 256AH-15	19,80	CS 8402 ACP	30,95	MAX 457 CPA	18,50	PCM 63P-K	87,80
62C 256H-12	12,50	CS 8412 CP	34,95	MAX 712 CPE	12,80	PCM 67P-K	77,55
DS 2013-65	59,90	DF 1700 P	37,50	MAX 713 CPE	12,80	SAE 0800	7,99
		ICS 1702 N	27,50	OP 27 GP	4,55	SFH 505 A	6,25
		MAT-02-FH	19,20	OP 27 GP	4,95	TDA 7330	16,80
AD 744 JN	7,75	MAT-03-FH	19,85	OP 37 GP	5,15	VM 3437C	25,50
AD 745 JN	16,55	MAX 232 CPE	4,95	OPA 37 GP	4,95	VM 3623B	25,50
AD 844 AN	13,50	MAX 404 CPA	6,95	OPA 604 AP	4,65	YM 7128	49,80
AD 845 JN	11,95	MAX 452 CPA	11,35	OPA 2604 AP	6,65	YM 9344M	4,55
AD 846 AN	23,95						

Albert Mayer Electronic, D-87751 Heimertingen, Nelkenweg 1,  
Tel. 0 83 35/12 14, Mo.-Fr. von 9-19 Uhr



### komplettes PLD-Entwicklungssystem GAL-Development System 3.5

SAA-Oberfläche, komplett in deutsch, mit Editor, Assembler, Minimizer, Macros und Simulation. Erzeugt 100% Jedeck-Code für GAL 16V8, 20V8, 18V10, 22V10, 26V12, 20RA10 und PALCE 16V8, 22V10. Integrierte Programmierinterface für ispGAL 22V10 und GDS 14,18,22. Programmiergerät, im formschönen Gehäuse, zum Anschluß an den Druckerport, 2 Textfolien, Verbindungskabel und Steckernetzteil sowie den Adaptersocken für GAL 16V8 und PALCE 16V8. GDS 3.5 für ALL Ox, GALEP, DATA I/O, ELCOTEC, SPRINT usw. 198,- DM

isp GDS Version für ispGAL22V10, ispGDS 14,18,22 ind. Interfacekabel (auch für volksPLD, ELRAD 10/94)

Info, Demo, Preisliste kostenlos. Sonderpreise für Studenten, Aus- und Fortbildungsstätten.

SH-ELEKTRONIK  
Marthastr. 8 24174 Kiel  
Tel. 0431 665116 Fax 0431 674109

DECISION COMPUTER INTERNATIONAL CO., LTD.	
AD-DA Karte 12 Bit 16 Kanal	DM 139,-
1x12Bit DA, unip. 0-9V, bip. -9V-9V, 500sec, 1x12Bit AD, 8Bit, 16Bit, 32Bit, 64Bit, 128Bit, mit Software	
AD-DA Karte 14 Bit 16 Kanal	DM 329,-
1x14Bit DA, unip. 0-9V, bip. -9V-9V, 500sec, 1x14Bit AD, 8Bit, 16Bit, 32Bit, 64Bit, 128Bit, mit Software	
Relais I/O Karte	DM 249,-
16 Relais 150V/1A gut und 16 x Photo In:	
8255 Parallel 48 x I/O Karte	DM 82,-
48 x I/O, max 2MHz, 3 x 16Bit Counter, 16 LED	
IEEE 488 Karte NEC-2190 + Software	DM 348,-
RS 422/485 Dual Karte für AT	DM 159,-
4 x RS 232 für DOS	ab DM 135,-
Mit Trainer/Testsoftware, einstellbar als COM1/2 + 3/4 oder 3-8 bit als 16Bit Kart. bis IQ-15 oder mit 16550 + 16550 PC-Disk 128/384/512/1024/2880K ab	
PC-Disk 128/384/512/1024/2880K ab	DM 119,-
	für SRAM/EPROM/EPPROM selbstbootend
	Lieferprogramm kostenlos.
FAX-Abruft Infostylos 05483-9268	
Andrésen und Zwischenverkauf vorbehalten.	
Lieferung ab UPS-Nachnahme	
Versandkostenfrei	
4 9 5 3 6 L i e n e n	
Lengericher Str. 21	
Telefon 05483 - 1219	
Fax 05483 - 1570	
Polling 05483 - 9268	

**JÜRGEN MERZ**  
COMPUTER & ELECTRONIC

## SONDERANGEBOHR

Beringe Bohrer ab DM 3,- je Stück · Spezial-Gravurstichel zum Isolationsfräsen DM 16,- je Stück · Durchkontaktieren DM 30,- je 1.000 Stück Dry-Peel Chemikalienfreier Kontaktfilm DM 5,60 je Stück A3 · preiswerte Bohrunterlagen · Original Bungard fotobeschichtetes Basismaterial

**BUNGARD**  
BEZ  
ihr Weg zur Leiterplatte...

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

## EPROMSIMULATOR PATTERNGENERATOR LOGICANALYSER

MIPEPS simulierte gleichzeitig zwei EPROMs wahlweise einzeln, kaskadiert oder im 16-Bit Modus. Zwei Baugrößen verfügbar. Stand-Alone Gerät zum Anschluß an Parallelport des PC oder Laptop, Intel-Hex und Motorola-S-Converter, Schneller Download, externer Reset, DOS-Software.

MIPEPS28 298,-/342,- DM  
2 x 512 Kbit

MIPEPS32 398,-/457,- DM  
2 x 2 Mbit



WEITERE PRODUKTE:

MIGEN I/O Generator 298,-/342,- DM  
DIANA Scopemeter 298,-/342,- DM

Preise exkl. / inkl. MwSt. Lieferung gegen Nachnahme / Vorkasse zzgl. 12,- / 13,80 DM Versand Inland. Angebot freibleibend.

FORDERN SIE UNTERLAGEN UND DEMO-SOFTWARE AN.

**TETRATEC**

Software & Engineering GmbH

Raiifeldenstraße 11, 70771 Leinfelden-Echterdingen

TEL: 0711 / 754 59 83, FAX: 0711 / 754 59 86





# Platinen und Software

**ELRAD-Platinen** sind aus Epoxid-Glasfaserplatte, sie sind gebohrt und mit Lötstopplack versehen bzw. verzinnt. Alle in dieser Liste aufgeführten Leerplatten und Programme stehen im Zusammenhang mit Projekten der Zeitschrift **ELRAD**. eMedia liefert nur die nicht handelsüblichen Bestandteile. Zum Aufbau und Betrieb erforderliche Angaben sind der veröffentlichten Projektbeschreibung zu entnehmen. Die Bestellnummer enthält die hierzu erforderlichen Angaben. Sie setzt sich zusammen aus Jahrgang, Heft- und einer laufenden Nummer. Beispiel 119-766: Monat 11, Jahr 1989. Besondere Merkmale einer Platine können der Buchstabenkombination in der Bestellnummer entnommen werden: ds – doppelseitig, durchkontaktiert; oB – ohne Bestückungsdruck; M – Multilayer, E – elektronisch geprüft. Eine Gewähr für das fehlerfreie Funktionieren kann nicht übernommen werden. Technische Auskunft erteilt die **ELRAD**-Redaktion jeweils mittwochs von 10.00 – 12.30 und 13.00 – 15.00 Uhr unter der Telefonnummer 05 11/53 52-4 00.

## PC-Projekte

ByteFormer Seriell/Parallelwandler	86 101 46/ds	39,00
IEEE488-PC inkl. GAL	019-695/ds/E	73,00
Uni Count Timer/Zählerkarte	111-904/ds	70,00
EPROM-Simulator	040-816/ds/E	68,00
— Anwendungssoftware	S040-816M	29,00
<b>Achtung, Aufnahme</b>		
— AT-A/D-Wandlerkarte incl. 3 PALs + Recorder (Assemblerroutine) und Hardware-Test-Software (Source) auf 5,25"-Diskette	100-855/ds/E	148,00
— Vollständige Aufnahme-Software D1 und D2 (mit On-Line-Filterung)	S100-855M	78,00
— Event-Board inkl. PAL	100-856/ds/E	89,00
Uni-kV Hochspannungsgeneratorkarte	082-931	70,00
<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>Hottline</b> PC-Spektrum-Analyser		
— RAM-Karte inkl. Analyse-Software	091-894/ds	64,00
— 16-Bit-ADC-Karte	101-897/ds	64,00
— 12-Bit-ADC-Karte	101-898/ds	64,00
<b>Centronics-Umschalter</b>	101-901/ds	64,00
<b>SendFax-Modem</b>		
— Platine	071-891/ds	64,00
— EPROM	S071-891	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>DCF-77 SMD</b> Mini-DCF-Empfänger	023-951	25,00
<b>IEEE-Busmonitor</b> inkl. Software	033-965	48,00
<b>Wandel-Board</b>		
— A/D-D/A-Karte inkl. GALs u. Software	033-968	98,00

## Wellenreiter

— Hauptplatine, 6 Filterplatten, PC-Karte, DSP-EPROM, Controller-EPROM		
— Anwendersoftware	023-970	398,00
<b>InterBus-S-Chauffeur</b>		
— PC-Karte, GAL, SuPI, Treibersoftware	043-971	395,00
<b>Fuzzynierend</b> Fuzzy-Entwicklungsyste		
— incl. PALs, NLX230, Handbuch, Entwickler-Software (3,5")	053-973	268,00
<b>Schnittschnelle</b> Multiprotokoll-PC-Karte		
— Platine inkl. Monitor-EPROM, GALs und Handbuch	093-995/ds	398,00
— Bitbus-Master-EPROM	S093-995	198,00
<b>8 x 12 Bit</b> A/D-Wandler im Steckergehäuse	103-999/ds	35,00
<b>PC-CAN</b>		
— Platine, Monitor-EPROM		
— 2 GALs, Treibersoftware	123-1006	228,00
<b>PC-L.A. PC-Logikanalysator</b>		
— Platine, GAL-Satz		
— LCA, Montageblech		
— Windows-Software inkl. Dokumentation	034-1010	448,00
— Vorverstärkerplatine	034-1011	29,00
<b>Sparschwein</b>		
— Low-Cost-IEEE-488-Board		
— Platine + Diskette	074-1022	45,00
<b>Harddisk-Recording</b>		
— Platine	084-1025/ds	64,00
— GAL-Satz (3 Stück)	S084-1025	29,00
<b>20-Bit-A/D-Wandler</b>		
— Platine inkl. MACH 220-15		
— Windows-Programm MessQuick	104-1027/oB	198,00
<b>Overdrive</b> 16-Bit/A/D für PCs		
— Platine + FPGA + progr. E <sup>2</sup> ROM + Disketten m. Pascal-Programmen + Visual Designer Demo	025-1036	289,00
<b>Lightline</b> DMX-512-PC-Interface-Karte		
— Platine + GAL	025-1038/ds	86,00
<b>Andy</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>D/A-Wandler 18-Bit</b>	055-1045	64,00
<b>Homeg-Interface</b> inkl. Software	065-1046/ds	78,00

## Mikrocontroller-Projekte

<b>MOPS</b> Einplatinenrechner mit 68 HC 11		
— Platine	031-874/ds/E	64,00
— Platine Vers. 2.1. (Mops plus)	082-938	78,00
— Entwicklungsumgebung		
— PC-Diskette inkl. Handbuch	S 031-874 M	100,00
<b>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>I<sup>E</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	S033-969	48,00
— Source auf 3,5"-Disk. (PC), Handbuch		
<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

## Bus-Depot

InterBus-S-Controller	113-1002/ds	179,00
-----------------------	-------------	--------

## Vport-152/k

Bitbus-Controller		
— Platine inkl. Monitor-EPROM, Handbuch und Terminalprogramm	083-986/ds	198,00
— Bitbus Master-EPROM	S083-987	198,00
— Bitbus Slave-EPROM	S083-988	98,00
— IF-Modul Platine RS-485	083-989/ds	35,00
— IF-Modul Platine RS-232/Stromschleife	S083-990	25,00
— PIF-Modul Platine, seriell	083-991/ds	35,00
— PIF-Modul Platine, parallel	083-992/ds	35,00

## Rex Regulus

— Miniproz.-Controllerplatine Win Reg.-Simulationsprogramm	123-1004	229,00
--	----------	--------

## PIC-Programmer V.2.3

— 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-Evaluationskarte	054-1014/ds/E	98,00

## Kat-Ce 68 332

— Platine, EPROM-Satz		
— PC-Terminalprogramm		
— Handbuch	034-1009	272,00
<b>CANnote</b> CAN-Bus-Knoten		
— Platine	044-1012	45,00
— Update-EPROM f. PC-CAN	S044-1013	98,00

## Background-Debugging-Mode

— Platine + GAL + Diskette	114-1028	38,00
----------------------------	----------	-------

## Rechnerbaustelle

— dCPU-4-Platine	015-1035/ds	98,00
— Taktplatine	015-1033/ds	48,00
— Speicherplatine	015-1034/ds	86,00
<b>Fuzzy-Kompakt</b> Fuzzy-Regler-Entwicklungsyste		
— Platine + progr. Controller + Software + Handbuch	025-1037	385,00

## Lightline-Empfänger

— Platine + EPROM	025-1044/ds	98,00
-------------------	-------------	-------

## 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	S071-891	25,00
<b>Atari ST-Homeg-Interface</b>		
— Interface	101-899/ds	38,00
— Steuersoftware	S101-899A	30,00
<b>19-Zoll-Atari</b>		
— Platine 1-3 und Backplane + Diskette	062-920/M	392,00
— Speicher-Platine	062-925/M	98,00
— TOS Platine	062-926/M	98,00
— Backplane Platine	062-927/M	98,00
— CPU Platine	062-928/M	98,00
— GAL-Satz (5 Stück) ohne MEM GAL	S062-920/1	52,00
— MEM-GAL	S062-920/2	15,00
— SCSI-Adapter inkl. 3 GALs, 1 EPROM und Software	033-966/ds	179,00
— SCSI-EPROM einzeln	S033-966	49,00
<b>ST-MessLab</b>		
— Platinensatz + Software + GAL	023-941	568,00
— Einzelplatinen auf Anfrage		

**So können Sie bestellen:** Um unnötige Kosten zu vermeiden, liefern wir nur gegen Vorauskasse.

(Bestellsumme zuzüglich DM 6,- für Porto und Verpackung). Folgende Zahlungsverfahren sind möglich: Einsendung eines Verrechnungsschecks, einmalige Abbuchung von Ihrem Konto sowie Überweisung auf unser Konto bei der Kreissparkasse Hannover, Konto-Nr. 4408 (BLZ 250 502 99). Schecks werden erst bei Lieferung eingelöst. Wir empfehlen deshalb diesen Zahlungsweg, da in Einzelfällen längere Lieferzeiten auftreten können. Kreditkarten von Eurocard, Visa und American Express werden ebenfalls akzeptiert.

Ihre Bestellung richten Sie bitte an:

eMedia GmbH  
Bissendorfer Straße 8  
30625 Hannover

## Software

FlowLearn Vers. 2.6.	
Regelungssimulationsprogramm	98,00
— Update 2.3 auf 2.6 gegen Einsendung	
der Originaldiskette	48,00
LabPascal Softwarepaket für die Meßtechnik	
— Offline-Version	98,00
ELRAD-Internet-Paket	S025-1039
CD-ROM PLDstart	S045-1043

## Audio-Projekte

Röhren-Endstufe mit EL84	
— Endstufe	032-912
— Netzteil	46,00
— Netzteil	032-913
43,00	
SP/DIF-Konverter TTL/LWL-Umsetzer	101-900
7,50	
Beigordnete	080-842
35,00	
µPA	011-867/ds
14,00	
MOSFET-Monoblock	070-838
25,50	
IR-Fernbedienung	
— Sender/Empfänger inkl. Netzteil	022-908
49,00	
— Motorsteuerung	022-909/ds
54,00	
Browne Ware 18 Bit Audio-D/A-Wandler	042-915/ds
64,00	
Surround Board	084-1026
75,00	
Surround Extension	
— Platine + EPROM	094-1030
45,00	
Harddisk-Recording	
— Platine	084-1025/ds
64,00	
— GAL-Satz (3 Stück)	S084-1025
29,00	
16 und 4	
— 20-Bit-A/D-Studiowandler	025-1042/ds
64,00	

## Sonstige Projekte

ModuStep Bi/Unipolare Schrittmotortreiber	
— Uni Step	062-922
45,00	
— NT Step	062-924
45,00	
Drive Servotreiber	102-936
45,00	
9-Bit-Funktionsgenerator	
— Frontplatine, Hauptplatine, 1 GAL,	
3 EPROMs	032-910
160,00	
LowOhm	011-868/ds
32,00	
V-2-Treiber optoentkoppelt	013-940
25,00	
Voll Dampf Hygrometer	093-996
69,00	
Opto-Schritte RS-232/LWL-Wandler	
— Platine 10-m-Adapter	063-977
38,00	
— Platine 50-m-Adapter	063-978
38,00	
— Platine Repeater	063-979
42,00	
VMEconomy	
— 12-BitA/D-Wandlertkarte für den VME-Bus	
Platine und GAL	064-1019/ds
129,00	
Entwicklungshilfe	
— 64 KWorte Speichererweiterung	
für DSP-Starter-Kit + GAL	064-1020/ds
79,00	
24 fixe Sterne	
— Träger-Board für NavCore V	074-1023
68,00	
Volks-PLD	
— Platine inkl. 3 ispPLDs	
— Entwicklungssoftware	
inklusive Dokumentation	104-1026
129,00	
DSO Trainer	123-1029
126,00	
Patty, 50 MHz, Patterngenerator	
Platine + GAL + EPROM + Diskette	124-1031/oB
348,00	
Spürnose, adaptives Filter inkl. Firmware	104-1032
84,00	
Lightline-Empfänger	
— Platine + EPROM	025-1044/ds
98,00	

Telefonische Auskünfte nur von 9.00 – 12.30

Tel.: 05 11/53 72 95  
Fax: 05 11/53 52-147

# b a l ü® 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



KUNITZKI  
ELEKTRONIK  
Asterlager Str. 94a  
47228 Duisburg-Rheinhausen  
Telefon 020 65/63 33  
Telefax 028 42/4 26 84

Elektronische Bauelemente, Computerzubehör, Bausätze,  
Lautsprecher, Funkgeräte, Antennen, Fernsehersatzteile



Armin elektronische  
Bauteile  
und Zubehör  
Frankfurter Str. 302 0641/25177  
35398 Giessen



MARKTSTRASSE 101 – 103  
26382 WILHELMSHAVEN

Telefon (0 44 21) 2 63 81  
Telefax (0 44 21) 2 78 88

KRAUSS elektronik  
Turmstr. 20, Tel. 07131/68191  
74072 Heilbronn



Elektronische Bauelemente · HiFi ·  
Computer · Modellbau · Werkzeug  
Meßtechnik · Funk · Fachliteratur

Radio - TAUBMANN  
Vordere Sternengasse 11 · 90402 Nürnberg  
Ruf (0911) 224187  
Elektronik-Bauteile, Modellbau,  
Transformatorenbau, Fachbücher



Elektronische Bauelemente HiFi  
Computer Modellbau Werkzeug  
Meßtechnik Funk Fachliteratur

JANTSCH-Electronic  
87600 Kaufbeuren (Industriegebiet)  
Porschestr. 26, Tel.: 08341/14267  
Electronic-Bauteile zu  
günstigen Preisen

## RADIO MENZEL

Elektronik-Bauteile u. Geräte  
30451 Hannover · Limmerstr. 3-5  
Tel. 0511/442607 · Fax 0511/443629

(0941) 40 05 68  
Jodlbauer Elektronik  
Regensburg, Innenstr. 23  
... immer ein guter Kontakt!

Neueröffnung!  
Unser bekanntes Sortiment  
nun auch im Ladenverkauf:

**SIMONS**  
electronic

Öffnungszeiten:  
Mo.-Fr. 9.30-12.30  
14.30-18.00  
Sa. 9.30-13.00  
Mi. nur vormittags  
Frobelstr. 1 · 58540 Meinerzhagen  
Tel.: 02354/5702  
Versandzentrale:  
Daimlerstr. 20, 50170 Kerpen

**ELRAD**  
Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

## 16C5x-16C71-16C84 Entwicklungssystem

Simulator mit I/O-Interface als preiswerte  
Alternative zum Emulator.

Simulator IL\_SIM16 DM 172,50

- sichere, bequeme Mausbedienung
- alle Registerinhalte auf einen Blick
- wechseln der I/O-Pegel im GO-Modus
- simuliert ADC, EEPROMs u. Interrupts
- div. Signalgeneratoren "anschließbar"

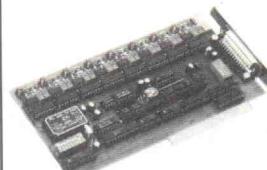
I/O-Interface IL\_HARD16 DM 448,50

- Schalter und LED an jedem Pin
- Hardwareankopplung über POD
- Anschluß an PC über RS232

Paket: IL\_SIM16 + IL\_HARD16 DM 575,-  
Prototype-Prommer IL\_PRG16 DM 230,-  
(alle Preise incl. 15% MWST)

INGENIEURBURO  
**LEHMANN**  
Fürstenbergstr. 8a, 77756 Hausach,  
Telefon und Fax (07831) 452

## Störsichere PC-Karten



- galvanische Trennung
- industrielle Ausführung
- EMV-gerecht
- direkter Anschluß an SPS
- Peripherieanschluß über SUB-D-Stecker

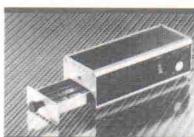
- A/D-Karten  
Spannung, Strom, Pt100-Meßfühler, Thermoelemente
- D/A-Karten
- serielle Kommunikation  
20mA-Stromschleife, RS485, RS422, IEEE488
- Digital I/O  
interrruptfähig, SPS-gerecht
- Geberauswertung  
für Inkrementalgeber u. Absolutgeber m. Synchr.-Serell-Interface
- Industriecomputer  
IBM-kompatibel

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

**XELTEK**

Universal-Programmiergeräte  
EPROM-Programmiergeräte  
EPROM-Simulatoren  
Für PC,LPT,COM,standalone  
Gehäuseform-Adapter  
UV-Löscheräte / Simatic-S5

**ELS electronic**

ELS electronic Erwin Steinke  
Kurfürstenstraße 47  
D-4717 Duisburg  
Telefon 0203-991714-0  
Telefax 0203-991714-1  
Service-BBS 0203-991714-2

**Ihre Programmier-Profis****Messen**

Mikrocontroller sind elementare Bausteine komplexer Aufgaben. Für den Kontakt zur Außenwelt sind Sensorik, Signalaufbereitung, AD/DA-Wandlung, Leistungstreiber,

**Steuern**

Ansteuer-, Ausgabe- und Anzeigeschaltungen notwendig. Und alles spielt nur mit der passenden Software zusammen. Wir lösen Ihre Probleme vom Schaltungskon-

**Regeln**

zept bis zur Serie, auf den Gebieten Hardware und Software für Mikrocontroller oder PC. Fragen Sie uns.  
Fordern Sie auch unsere kostenlosen Infos zu MULTIFACE (Meß- und Steuereinheit) und OSZIFACE (Speicheroszilloskop) an.

**Ing. Büro Pohl**  
Tel./Fax. (030) 6213433  
Okerstraße 36  
12049 Berlin

**FACES****Werkzeuge**

Zum Beispiel: Präzisionswerkzeuge für die Isolationsgravur von Leiterplatten. Diese Werkzeuge garantieren höchste Qualität bei optimaler Standzeit.  
Fordern Sie Ihr Testangebot an.

**vhf**  
VHF Computer GmbH  
Daimlerstraße 13  
71101 Schönaich  
Telefon 07031/75019-0  
Telefax 07031/65 40 31  
E-Mail info@vhf.cube.de

**messen | steuern | regeln****Modulares PC-Steckkartensystem**

bestehend aus Basiskarte und verschiedenen Funktionsmodulen:

I/O-Modul

Galvanisch getrenntes

I/O-Modul

Relais-Modul

Timer-/Zähler-Modul

Drehgeber-Modul

Schrittmotor-Modul

Single-Board-Computer

A/D-Modul

D/A-Modul

Klemmen-Modul

Meßwert-Erfassungs-Software

**Deutsche Produktion | Nachlieferung garantiert****OKTODON**

Hauptstraße 43, 68259 Mannheim Tel. 06 21 - 79 89 42 Fax 06 21 - 79 26 44

**MSR mit CAN**

<b>PCECAN</b>	399,-
Extended CAN-Karte für den PC	
<b>PCCAN</b>	829,-
Intelligente PC-Karte, inkl. Software in 8RC-Code	
<b>SCHENCKARTE (HC11/CAN)</b>	309,-
inkl. Kommunikations- und I/O-Routinen	
<b>12-Bit AD/DA mit CAN</b>	919,-
Europakarte mit HC11	
<b>SLIO-KNOTEN (Erlad 4/5 94)</b>	399,-
<b>CAN-Messbox für Industrieinsatz</b>	919,-
8x12-Bit Analog-In, 2x12-Bit Analog-Out, 2x Relais-Out, 4x dig-In	
<b>CANMON</b>	349,-
Monitor für CAN-Bus unter Windows	
<b>CAN-Starter-Kits</b>	

**Ing.-Büro SONTHEIM**  
Mittlere Eicher Str. 49 · 87435 Kempten  
Tel. 08 31/1 82 30 · Fax 08 31/2 29 21

**BASISTA**

CAD-Design • Leiterplatten • Prototyping

**Möchten Sie****TAUSCHEN ?**Ihre CAD-Daten / EAGLE BRD-Datei gegen  
**Leiterplatten-Prototypen**im Outline-Design, einseitig, doppelseitig durchkontaktiert  
**innerhalb von 1-3 Tagen**  
Erstkunden erhalten 20% Rabatt !

Verzinte Oberflächen, Multilayer, Leiterplattenflechtung, Hard-/Software-Design, Bestückung, Frontplatten auf Anfrage, Leiterplatten Pooling.

**Technik auf den Punkt gebracht**Kardinal-Hengsbach-Str. 4 · 46236 Bottrop  
Tel. 02041/263641 · Fax 263542 · Modem 263846**neu: KAT-Ce 68332 light**

68332 Einplatinencomputer mit 8 Bit Datenbus, doppelseitige Platine ohne DUART mit Lochrasterfeld, subkompatibel zur großen KAT-Ce 68332

KAT-Ce 68332 Light Leerplatine 89 DM  
KAT-Ce 68332 Light Fertigbau ab 398 DM  
oder lieber die große KAT-Ce 68332:

KAT-Ce 68332 Multilayerleerplatine 118 DM  
KAT-Ce 68332 Fertigkarte ab 498 DM  
auf Anfrage: **BDM-Interface** für KAT-Ce 68332

unsere beliebten 68HC11-Systeme:

MOPS 1.3/2.3 Leerplatine 64 DM  
MOPS Fertigkarte ab 300 DM  
MOPS Light Leerplatine 58 DM  
MOPS Light Fertigplatine 270 DM

Leerplatinen, Bausätze, Fertigkarten, KAT-Ce und MOPS Betriebssysteme ab Lager lieferbar.

**Marie-Theres Himmeröder**  
Rostocker Str. 12 · 45739 Oer-Erkenschwick  
Tel. 023 68/5 39 54 · Fax 023 68/5 67 35

**DER DIREKTE DRAHT**

ZUR ANZEIGENABTEILUNG  
0511/53 52-164 oder -121

**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. 091 54/82 73, Fax 091 54/88 03

**Ihr Elektronik-Spezialist**

NEU: jetzt umfangreiches Fernbedienungsprogramm in allen Preisklassen, sowohl programmierbar, als auch vorprogrammiert. Z.B. Top Teil 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
- Anzeigegeräte  
(analog, LED, LCD)
- Meßgeräte (analog + digital)
- Print-Halo- und Ringkerntrafos
- Knöpfe, Griffe, LED's etc.
- Telefone mit Zubehör
- Gehäuse
- und vieles mehr

Fordern Sie unseren Katalog mit Preisliste an (Nur gewerbliche Anfragen)

**POP**

PoP electronic GmbH  
Postfach 220156, 40608 Düsseldorf  
Tel. 02 11/2000233-34  
Fax 02 11/2000254

**Xaruba**

## 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.

FERNSCHEULE WEBER  
Abt. 12  
D-26192 Großenkneten - PF 21 61  
Tel. 04487/263 - Fax 04487/264

## Microcontroller-Module

im Scheckkartenformat

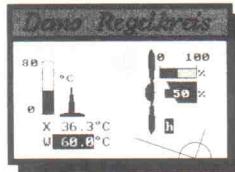
- 68HC11-F1
- 68HC16-Z1
- 68332

## Würz elektronik

Landauerstraße 7, 65934 Frankfurt  
Tel: 069/399151  
Fax: 069/393884

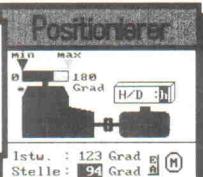
15:23:00 DM033 Überw. Haus Schaden 18-04-1995 15:23:01

Bedienen Stellglied Sollwert H/A-Feld Schalter/Taster



## M E D E S

Dipl. Ing.  
J. Ziegler  
Ringierstr. 3  
89601 Schelklingen



Istu.: 123 Grad Stelle: 94 Grad

Messen \* Steuern \* Regeln \* Bedienen u. Beobachten

Volldemo 10,00 DM inkl. 250 KByte Beschreibung

#Vollversion 319,70 DM inkl. Handbuch zuzügl. Versand

\* inkl. Messkarteneinbindung

Softschreiber \* Meldelisten \* Bildeditoren \* Protokolle

MPX-3 erzeugt



ab DOS 5.0

# Lasernews 1995

## Lieferauszug:

HeNe-Laserröhren 2-50mW bereits ab 69,- DM  
HeNe-Laserkit>5mW, 230V Anschluß 399,- DM  
HeNe-Laserröhre >40mW top Strahl, 899,- DM  
Laserdioden, Module & Laserpointer günstig!  
Ablenkeinheiten PC-gesteuert ab 199,- DM  
Optische Strahlschalter geräuschlos 129,- DM  
Argon-Laser All-Line aufgetaktet ab 4830,- DM  
Mischgaslaser Weißlicht gebraucht a. Anfrage  
Laserspiegel, Strahleiter, Effektfilter günstig!  
Nebelmaschine Big-Man, SUPER! 899,- DM  
Pyrotechnik, Zündanlagen, Showverleih

**Lasersysteme**

**STAR IV**  
Völlig neu entwickeltes Laserscanning-System  
für die Anwendung im Show- und Promotions-  
satz. Äußerst präzise Ausgabequalität, max.  
Geschwindigkeit 12000 Punkte/Sek., bis zu 20  
Buchstaben darstellbar, annähernd Closed  
Loop Voll Grafiktauglich mit SCANplus Evo 2.21.  
Komplett aufgebaut und abgleichlich, inkl.  
Spiegel. Schon ab:

**3.599,- DM**

Treiberplatine + 2x Galvo  
inkl. Spiegel & Halterung

Katalog "Laserworld 95/96" anfordern bei:  
es-Lasersysteme D. Baur Heerweg 14  
D-72116 Mössingen Tel. 07473/7142 Fax. 24661

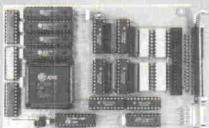
## PC - Messtechnik Entwicklung & Vertrieb

A/D, D/A und TTL-I/O Karten (kleiner Auszug)

AD12LC 16 Kanal, 12 Bit A/D, <40µs, 8 TTL-I/O 269,-  
AD12Bit Karte 257µs, 4 s&h, 16 ch, 16 TTL-I/O 598,-/749,-  
HYPER I/O 12 Bit, 33 kHz, 16 AD, 1 DA, 2 Relais, 20 TTL 1298,-  
ADGVT12 16ch,12Bit AD, galv. get. ±3.5/10V, 10µs 789,-  
AD16Bit 8ch, 25µs, DA12Bit, 2Timer, 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 2x PFI 8255, 2 LED 139,-  
Relais-/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-SS 349,-  
3\*24Bit U/D Drehgeber 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-Analysator, 50 MS/s, 32 Kanal, 8K 598,-  
LOGIC100/32-32K Logic-Analysator, 100 MS/s, 32 Kanal 1148,-

## Logikanalysator

- 100 und 50 MSamples/s
- 32 Kanäle
- 8K oder 32K / Kanal
- kurze PC-Einsteckkarte



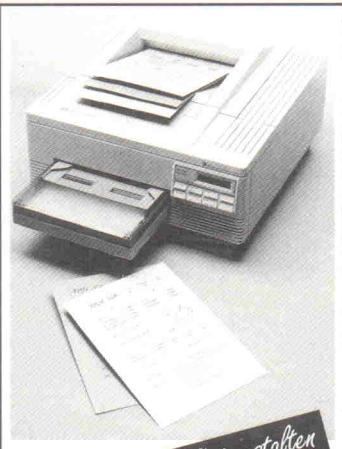
**schnell ab DM 498,-**

Meßmodule für die Parallel-Schnittstelle

PAR48IO-Modul mit 48 TTL/I/O und 16 Bit Counter 298,-  
PAR8R-Modul mit 8 DIL-Relais und Schraubklemmen 298,-  
PAR80-Modul mit 8 Optokoppler-Eingängen 5/12/24V 298,-  
PAR12AD-Modul mit 16\*A/D, 12/16Bit, 35µs 498,-/598,-  
PAR2DA-Modul mit 2\*D/A, 12 Bit, 0..10 Volt 498,-

**QUANCOM**  
ELECTRONIC

Heinrich Esser Str. 27 D-50321 Brühl  
Tel.: 02232 / 9462-0 Fax.: 9462-99  
Info-System per Modem: 9462-98



Schilder  
aus dem  
Laserdrucker  
*selbst gestalten  
und drucken.*

Schilder zur Kennzeichnung von An-  
schlüssen, Schaltschränken oder Bau-  
teilen können Sie jetzt selbst her-  
stellen. Gedruckt wird auf eine öl- und  
witterungsfeste, hitzebeständige und  
selbstklebende LASERPRINT-FOLIE.  
Lieferbar in silber, weiß, transparent,  
rot, gelb, blau und grün sowie als  
zerstörbare Folie.

Informationen und Muster von

**KOCH+SCHRÖDER GMBH**

Welserstraße 8 · 41468 Neuss  
Telefon 02131/34930  
Telefax 02131/34933

## ★ CAD-Layout-Service ★

Entflechtung / Fotoplots / Musterplatten  
Qualität zum marktgerechten Preis

Klaus Müller · Technisches Büro

Mitglied im Fachverband Elektronik-Design e.V.

Tel. 08142/9483, Fax 08142/9344,

82194 Gröbenzell, Birkenstr. 15

# KALIBRIERDIENST



Gesellschaft für Meß-  
und Kalibriersysteme mbH

18059 Rostock, Joachim-Jungius-Str. 9  
Tel. 0381/4059870, Fax 0381/4059871

# Alles aus einer Hand

**Elektronikentwicklung, Konstruktion**

**Elektronikfertigung**

**Mechanikfertigung**

**Kabelkonfektion**

**Montagearbeiten**

SMD u. Konventionell

Blech und NE-Metalle

Kleinserien - Großserien

Deutschland-Osteuropa

Industrievertretung

Friedhofstraße 15 · 71111 Waldenbuch-Glashütte

**Tel./Fax 07157-22799**

Der Ansprechpartner für  
Industrie, Handwerk, Behörden, EVU, TÜV

**NEU**

**SCHAUF**

**LED Kompaktgroßanzeige**

**Groß in der Leistung – klein im Preis**

-48763

- Zeichenhöhe 100 mm
- Schnittstellen: RS 232, RS 422, RS 485, TTY 20 mA Current Loop, BCD Multiplex 24 V DC
- Analogeingang: (0-20) mA, (4-20) mA, (0-1)V, (0-10) V
- Stromversorgung: 230 V AC od. 24 V DC
- Gehäuse pulverbeschichtet matt schwarz od. lichtgrau IP 54

**Ihr kompetenter Partner für Informations- und Anzeigesysteme**

Dieter Schauf GmbH · Leichtmetallstraße 22  
D-42781 Haan/Gruiten · Telefon 02104/61735  
Telefon 02104/9693-0

**NL Ost:** An der Brauerei 5, D-0445 Liebertwolkwitz, Tel./Fax 03 42 97/4 20 28

**PC-Speicheroszi** 20 MHz Abtastrate ab 149,- DM 8K Speicher, Pretrigger, Info gegen frankierten Rückumschlag bei: Grunwald-Elektronik, Burgsolmer Str. 15, 35606 Solms

**Sie suchen Dienstleistungen in den Bereichen:** Entwurf und Entwicklung von Hardware sowohl ANALOG als auch DIGITAL, Erstellung von Steuerungssoftware auf gängigen Controllern (8 & 16bit). Die Ausstattung Ihrer bestehenden Geräte mit Feldbus-Schnittstellen, indiv. Industrie-Displays und Tastaturen. Dann sprechen Sie mit uns: Ing. Büro GL-Soft G. Langer, Tel. 0 90 92/55 89, (Mi. bis Sa.) Fax 0 90 92/56 51

Preisgünstige Messtechnik: Spectrum Analyzer: Eaton 757 1KHz-20GHz, HP8558B/182T, TEK 7L12/7623, Networkanalyzer: Wiltron 560 incl. Detektoren 3500 DM, Speicheroszilloskop 100MHz Tektronix 7623/7A18/7B53 1500 DM. Fa. Lothar Baier, Tel. 0 92 51/65 42, Fax 0 92 51/78 46

\* **Borland-Delphi Componenten** \* Componenten für techn. Anwendungen: Displays, Zeigerinstrumente, Bargraph, linear-Logarithm. Schiebe + Drehschalter, Schieberegler, Drehpoti linear + Logarithm., div. Schalter u. LEDs, Oszilschirme, Linienschreiber linear + Logarithm. Units DM 288,- incl. Demo 5,- in Briefmarken. E-LAB Computers 072 68/1458, Fax 072 68/81 97

+...+... Qualitäts Leiterplatten ...+... 10 Stck. EURO-Karte FR4, 1,5mm, Ni-Gold doppelseitig durchkontaktiert, 2x Lötstop DM 64,90/Stck. + ges. MwSt. + Versand. Keine Einricht- oder Plotkosten. Fa. ATK, Tel. 0 21 33/9 03 91, Fax 0 21 33/9 32 46

- **Glasmeßstäbe** 170 mm, 2,5 µm + Auswerteelektronik + Anzeige – 1500,- DM – **16 Bit ADC/DAC**-Multifunktionskarte für PC (NP 4000,- DM) – VP 1000,- DM – **Netzteile** 15 V, 27 A, KSFest – 700,- DM. Tel. 0 271/230 53 33 oder 0 27 62/4 10 37

Wer hat noch Restbestände: IC's 25 LS 2521, 9519 A, 2661-3 N, 25 LS 2537, AM 27 S 19, AM 9517, AM 9511 A. Baugruppen: Siemens SMP E3 A3, E 309, E 327, E 353. Tel. 04 21/27 15 30

<< Erfolg und Reichtum >> Mental auf Erfolgskurs gehen! 4 MC's in Suggestions/Subliminal-Technik, Eillieferung bei Vorkasse DM 50. Blümker, J.-Wesley-Str. 2, 63584 Gründau

**Z80-Scheckkartenrechner mit Flash-EPROM** 10/16MHz, MAX232, SIO, CTC, 56IOs, 16B-Timer. Fa. Schmitt Elektronik, Tel. 0 30/3 22 19 61

**RS485-RS232-20mA** ISA-Steckkarten (2/4-fach) mit FIFO; Schnittstellenwandler galv. getr. Fax 0 98 42/9 78 97, Tel. 0 98 42/9 78 77

**64 x S5 an einer COM-Schnittstelle!** Aktiver 20mA-Multiplexer mit max. 64 Kanälen galv. getrennt! Fax 0 98 42/9 78 97, Tel. 0 98 42/9 78 77

**Entwickler** für Analogtechnik mit Mikrocontroller (z. B. Intelligenter Messumformer auf 8051 Basis, Risc etc.) für Mess- + Regeltechnik mit Hard- und Softwarekenntnissen gesucht. Tel. 0 81 51/7 88 66 oder 0 21 32/7 21 05

**Verk. Mikroschritt-Motorsteuerungen**, 2,5 A, Thomson GSD 250 M, Eurokarte, neu, 285,- DM, sowie versch. Schrittmotoren und Industrie-PC-Karten (Liste). Tel. 05 51/4 17 41, Fax 4 16 01

**Verk. Fräsböhrständer** mit X-Y-Kreuzsupport, 600 Watt Elektronikfräse, zusammen 480,- DM, Tel. 05 51/4 17 41, Fax 4 16 01

**Verk. neue AC-DC- und DC-DC-Wandler** für EDV und Meßtechnik, Tel. 05 51/4 17 41, Fax 4 16 01

Shareware **PC-Entwicklungssoftware für 68HC11:** 4 Crossassembler, Disassembler, 4 Simulatoren/Debugger, BASIC-Interpreter, Forth-Compiler... auf 1,44 MB-Disk für 20 DM in bar/Scheck bei: M. Rueß electronic, Kirchstr. 19, 89291 Holzheim

Shareware **PC-Entwicklungssoftware für 8051er Familie:** 7 Assembler, 5 Simulatoren/Debugger, 3 Disassembler PASCAL/BASIC-Compiler, Editor, ausf. Anleitungen 1,44MB-Disk 20 DM bar/Scheck: M. Rueß electronic, Kirchstr. 19, 89291 Holzheim

PD/Shareware **PC-Entwicklungssoftware Digitaltechnik:** Logik-Simulatoren/Analysatoren, GAL-Entwurf, IC-Datenbank, Berechnungssoftware usw. gibts auf 1,44MB-Disk für 20 DM in bar/Scheck: M. Rueß electronic, Kirchstr. 19, 89291 Holzheim

**Leiterplattenbestückung.** Wir bestücken Ihre Leiterplatten, Groß- und Kleinserien. Bei uns stimmen Leistung, Qualität, Lieferzeit und Preis. Überzeugen Sie sich selbst. -RS-Elektronik, Scheffelstr. 4, 71332 Waiblingen, Tel. 0 71 95/94 00 00 oder 0 172/7 11 02 89, Fax 0 71 51/1 83 49

Shareware **PC-Entwicklungssoft PIC-Controller:** 5 Crossassembler, 2 Simulatoren, C-Compiler, Editor, PICGRAPH: 1,44MB-Disk 20 DM bar/Scheck: M. Rueß electronic, Kirchstr. 19, 89291 Holzheim

**Geddy-CAD 5.5 und Turbo Router 4.0:** Das beste Shareware-Paket ab AT286 zum Schaltplan- und Platinenentwurf: 1,44 MB-Disk 20 DM bar/Scheck: M. Rueß electronic, Kirchstr. 19, 89291 Holzheim

PD/Shareware **PC-Datenbücher** mit Anschläßen, Daten, Gehäusen vieler Transistoren, 74er-IC's, Analog-IC's, 1,44MB-Disk für 20 DM bar/Scheck: M. Rueß electronic, Kirchstr. 19, 89291 Holzheim

**CD-ROM "RUESS electronic only" für PCs:** Über 150 der besten Elektronik-PD/Shareware/Demo-Programme (410 MB) z.B. Schaltplan-/Platinen-CAD, Crossassembler etc. für 60 versch. Mikrocontroller, Digitaltechnik, Regelungstechnik, Bauteile-Datenbücher, Meßwertverarbeitung, SPS, Schaltungssimulation, Programmierbare Logik, CAM, Audiotechnik ... mit DOS-Menüprogramm für nur 40 DM bar/Scheck: M. Rueß electr., Kirchstr. 19, D-89291 Holzheim. Händleranfragen erwünscht!!!

**PHYSIM SIMULATIONSPROGRAMME vers. Varianten:** \*\*\* S I M S O F T physical computing \*\*\* Dipl.-Ing. Univ. Franz Eberle, Helene-Mayer-Ring 7A/610, 80809 München, Tel. 089/3515324, Mailbox 089/3543367 Demos & Info-Download (19k)

Hardware Entwickler gesucht, die gegen Lizenzzahlungen Elektronik und Computer entwickeln, für Fertigung in Tschechien. A&L'Computer, Postfach 1236, 93328 Neustadt/Donau

Verkaufe: **Elkos mit Schraubanschl.** 7,5V-36000µF = 25,- 10V-10000µF = 4,- 10V-84000µF = 8,- 20/24V-3600 = 2,50 25V-21000µF = 8,- 30V-12000µF = 4,- 50V-16000µF = 8,- 75V-37000µF = 20,- 200V-5500µF = 15,- **Trans. Modulen:** ESM-2012DV = 20,- QBB-100A60 (100A, 600V) = 45,- QBB-150A60 (150A, 600V) = 65,- **Transistoren:** BUZ 73L = 1,75 IXGH 17N100U1, IGBT 1000V, 34A, 150W = 5,- 2N-6283-80V, 20A = 4,75 ESM 2012DV, 125V, 100A, 175W = 20,- **Thyristor:** SKKT41/O8D 400V/1600V 48/75A = 25,- BTW48-200 = 4,25 **SMD Widerst.**: MINI-MELF, 0,25W Reihe E-96 Stück 0,05. Klaus Freitag, Am Salzberg 4, 69483 Wald Michelbach, Tel. 0 62 07/76 24, Fax 8 26 10

Layoutprogramm unter Windows Platin 2.0 mit Ri/Rc-Autorouter für nur 349,- (Demo: 10,-) anfordern bei: T. Schmitt-Lechner, Kolbenäckerweg 5, 76297 Stutensee

**Aristo 510 Fotoplotssystem. PowerROBOTER** ab DM 5000,- Fax 0 97 21/76 65 33, Tel. 76 65 30

**Plotter 7550A**, 1a, autom. Pap. zuf. 8 Farben, DM 1000,-, 7475A, 1a, A3/A4, DM 650. Tel. 06703/1554

\*\*\*\*\* **Hard- und Softwareentwicklung** \*\*\*\*\* 8/16 Bit Controller; Assembler, C, C++; Anpassung v. Betriebssystemen; T. 0 21/83 86 13

**Hard- und Softwareentwicklung**, bevorzugt moderne Designs mit **PLDs** und Mikroprozessoren (80535, 80C166, PICs u.a.). **Steckkarten für S5.** Kompakte Schrittmotorsteuerungen. **Wir entwickeln auch veraltete Designs** um in neue, leistungsfähigere Designs. Daneben bieten wir **PLD-Entwicklung (Lattice, Xilinx, AMD)** zu günstigen Preisen. Anfragen an Ingenieur-Büro J. Bastian, Zugspitzstr. 13d, 83059 Kolbermoor, Tel. 0 80 31/9 44 68, Fax 0 80 31/9 91 88, 8-19 Uhr

**Motorola 56000 Entwicklungssystem** incl. ASS., Simulator, Debugger, Entwicklungsboard sowie Programmen DM 2450,- VB (NP: DM 6000,-) Tel. 0 89/7 59 62 88, Fax 0 89/7 59 62 66

TMS320C26-Starter-Kit mit Netzteil, Anschlußkabel gegen 68HC11 oder 8051-Entwicklungskit zu tauschen. Tel. 0 62 23/29 33

**Transputer für alle:** IMS T225-J 20S: 96 DM. The Transputer Databook 1992: 26 DM; Preisliste bei: EVERDING, Brägeler Str. 29, 49393 Lohne, Tel./Fax 0 44 42/7 29 55

**CNC-gravierte und gravierte Frontplatten** bis 500x600 mm, in Alu oder Kunststoff, als Muster oder Kleinserie, Übernahme von Vorlagen auf Diskette (DXF- oder HPGL) möglich. **RLS Elektronik, Romersgartenweg 17, 36341 Lauterbach, Tel. 0 66 41/6 18 97, Fax 0 62 41 18**

Achtung: Wir bieten Decoder für fast alle codierten Fernsehprogramme: Sky-Cards, EC, RTL 4/5, Spezialdecoder. Fordern Sie unser kostenloses Bildprospekt an! MEGA-SAT GMBH, Tel. 02 34/9 53 61 31-2-3, Fax 9 53 61 34

**MANGER – Präzision in Schall.** Jetzt Selbstbau mit dem Referenz-Schallwandler der Tonstudios: Info, Daten, Preise, sof. anfordern bei Manger-Vertrieb, Industriestr. 17, 97638 Mellrichstadt, Tel. 0 97 76/98 16, Fax 71 85

**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-CPÜ-Austauschkarte für ISEL-Steuerungen** DM 1498,-. PME-electronic, Hommerich 20, 53859 Rheidt, Tel. 0 22 08/28 18. 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. 0 43 20 47 04, Fax 20 47 26

**Vollhartmetall, LP-Bohrer, US-Multilayerqualität** m. Schafftdurchmesser 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 Ödernheim, Tel./Fax 0 67 33/5 54

**PHOTLOTS AB 5,- DM/qdm** inkl. DFÜ-8-Stunden, Filmstärke 0,18 mm. Genauigkeit 0,015 mm. Tel. 0 40/7 13 86 89, Fax 0 40/7 12 34 48

**MUSTERLEITERPLATTEN AB 170,- DM** inkl. Komplettpreise, Herstellung von Daten. Inkl. Nebenkost. Photoplots, 5-Tage-Service. Nachbest. möglich! Tel. 0 40/7 13 86 89, Fax 0 40/7 12 34 48

**LAYOUTERSTELLUNG AUF CAE-SYSTEM.** Komplettpreise inkl. Photoplots. Musterplatten, Bauteilebeschaffung, Bestückung, Serien möglich. Tel. 0 40/7 13 86 89, Fax 0 40/7 12 34 48

**FORTRAN-N-Entwicklung für Windows!** Mit Fortran prof. Windows-Programme erstellen! Einmalige Quellcode-Sammlung, Tel. 0 78 08/8 40 41.

>>> Konzeption - Entwicklung - Fertigung <<<

Industrie- und Meßelektronik \* Service Total

LCD/LED-Anzeigen, DSP, 68XXX, H8/, 805XX, PIC

KUBIK V.E. \* Tel. 0 240 8/81798, Fax 2408/80397

**PC-Befestigungswinkel** direkt vom Hersteller, termingerecht in 1A Qualität, Wolfgang Seitz, Stanztechnik, Tel. 0 94 1/6 56 92

\* 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.-/Prototypenplatte (Elrad 5/94)  
\* MSR-kundenspezifische Problemlösungen.  
\* Ingenieurbüro Yahya, Robert-Schuman-Str. 2A  
\* D-41812 Erkelenz, Tel. 0 2431/6444, Fax 4595

**TouchScreen-Systeme:** Vertrieb und Integration Komplettmonitore und LCD's sofort lieferbar. Bitte fordern Sie Informationsunterlagen an! TLC Elektronik, Forstrstr. 26, 85368 Moosburg, Telefon 0 87 61/6 63 99, Telefax 0 87 61/6 25 45

\* CHIPKARTENLESEGERÄT  
\* Bausatz oder Fertigerät (Elrad 2/95)  
\* Komplette Systemlösungen mit Chipkarten  
\* Ingenieurbüro YAHYA Robert-Schuman-Str. 2a  
\* D-41812 Erkelenz, Tel.: 0 2431-6444 Fax: 4595

**High-End Microcontrollerboard APB537** für 32KB EPROM, 32KB RAM/EEPROM, alle Ports auf Steckerleisten, Adress- und Datenbus im JEDEC-Layout, serielle Schnittstelle, Resetgenerator TL7705, Komplettbausatz APB537: 47x105 mm<sup>2</sup>, 80x537 µC Preis: 139,- DM. ESEM-electronic, Tel. 0 73 92/84 13, Fax 40 99

**Microcontrollerboards für Versuch und Serie** für 32KB EPROM, 32KB RAM/EEPROM, alle Ports auf einreihige Steckverbinder, Adress- und Datenbus im JEDEC-Layout, Komplettbausatz APB51: 53x65 mm<sup>2</sup>, 8051/31 µC Preis: 49,- DM, APB53v3: 41x84 mm<sup>2</sup>, 80c535 µC Preis: 79,- DM, APB53v4: 41x105 mm<sup>2</sup>, 80c535 µC mit MAX232 serielle Schnittstelle und TL7705 Reset-generator Preis: 89,- DM. ESEM-electronic, Tel. 0 73 92/84 13, Fax 40 99

**EMU! EPROM-Emulator** ers. 2764-27256 EPROMs, Download über serielle Schnittst., Bau- satz mit Gehäuse 129,- DM, Fertigerät 149,- DM. ESEM-electronic, Tel. 0 73 92/84 13, Fax 40 99

**EXP535 Entwicklungsbrett für 80c535 µC kpl.** Experimentierbrett (DIN A4) im Aktenordner, mit µC-Board APB53v3, EPROM-Emulator, LC-Display 1x16 (vorbereitet für Bus- oder Portbetrieb), Summer, Taster, Schalter, Steckbrett, LED-Anzeige für Ports 1, 3, 4, 5, Steckernetzteil. Bausatz komplett: 395,- DM, geprüftes Fertigerät: 495,- DM. ESEM-electronic, Tel. 0 73 92/84 13, Fax 40 99

**CNC-fräsen, -bohren, und -gravieren von** Frontplatten, Leiterplatten, Schildern, etc. Individuelle Angebote erstellt Ihnen **Fa. DYNAGRAV, Hr. Düsel, Fax 09 51/4 45 16**, Hauptstr. 57, 96117 Memmelsdorf bei Bamberg

**A/D-Wandler f. RS 232-Schnittstelle.** PE 232 (12 Bit)/PE 200 5 1/2 Digit (18 Bit) 8 A/D-Eingänge, 2 I/O Ports, 8 Bit Ein/Aus 1200-9600 Baud, mit Softw. (incl. Sourcecode) für PC. Preis 219,-/299,- **Infos kostenlos.** Tel. 04 61/7 49 67, Fax 04 61/7 54 62. System & Meßtechnik, 24955 Har- rislsee, Steinkamp 29.

Ingenieurbüro übernimmt Entwicklungen aus dem Bereich Software (PC oder EPC V25, V55, 8086 ...) und Hardware zu Festpreisen. Eigene Soft- und Hardwareproduktreihe (EPC, LCD, A/D-A) kann angeboten werden. Infos bei Ing.-Büro R. Stute, 44141 Dortmund, Tel./Fax 02 31/5 31 04 32

## Die Inserenten

Ahlers, Moosburg .....	8, 45	gsh-Systemtechnik, München .....	6	Pohl, Berlin .....	102
AppliWare, Bad Aibling .....	57	Hameg, Frankfurt .....	16	POP, Erkrath .....	102
BASISTA, Bottrop .....	102	Hewlett-Packard, Böblingen .....	19	Quancom, Brühl .....	103
Beck, Wetzlar .....	8	Himmeröder, Oer-Erkenschwick .....	102	Reichelt, Wilhelmshaven .....	76, 77
Beta Layout, Hohenstein .....	Kontaktkarte	Hoschar, Karlsruhe .....	21	Schauf, Haan/Gruiten .....	103
Bitzer, Schorndorf .....	6	IBS Sontheim, Kempten .....	102	Schroff, Straubenhartd .....	17
Boddin, Hildesheim .....	98	INES, Köln .....	69	Schwille, Kirchheim .....	98
Brendes, Schortens .....	45	isel-automation, Eiterfeld .....	13	Scope Shop, Hamburg .....	69
Bross, Hohenfelde .....	98	ITT Instruments Müller & Weigert, Nürnberg .....	65	SE Spezial-Elektronik, Bückeburg .....	Beihefter
Bungard, Windeck .....	98	Koch & Schröder, Neuss .....	103	SH-Elektronik, Kiel .....	98
CadSoft, Pleiskirchen .....	11	Lehmann, Hausach .....	101	SPEA Software, Starnberg .....	15
Ceibo Darmstadt .....	81	LPKF, Garbsen .....	89	taskit Rechnertechnik, Berlin .....	6
Com Pro, Stuttgart .....	93	LTC Falkenstein, Engelsbrand .....	23	Tektronix, Köln .....	67
CompuMess, Unterschleißheim .....	31	Mayer, Heimertingen .....	98	TETRATEC, Leinfelden-Echterdingen .....	98
CONITEC, Dieburg .....	6	MBMT Messtechnik, Bassum .....	9	TWK ELEKTRONIK, Düsseldorf .....	39
Edel, Rösrath .....	6	MCT Paul & Scherer, Berlin .....	102	Ultimate Technology, NL-Naarden .....	2, 107
Electronic Assembly, Gräfeling .....	25	Mensch u. Maschine, Wessling .....	35	Unitronic, Düsseldorf .....	57
Elektronik Laden, Detmold .....	8, 99	Merz, Lienen .....	98	VHF-Computer, Schönaich .....	49, 102
ELS electronic, Duisburg .....	102	Messcomp, Wasserburg .....	8	Wickenhäuser, Karlsruhe .....	98
ELZET 80, Aachen .....	6	Metec, Müden/Örte .....	98	Wilke, Aachen .....	108
eMedia, Hannover .....	100, 101	Mornhinweg, Waldenbuch-Glashütte .....	103	Würz elektronik, Frankfurt .....	103
Engelmann & Schrader .....	37	MOVTEC, Pforzheim .....	6	Ziegler, Schalklingen .....	103
ERMA-Electronic, Immendingen .....	101	Müller, Gröbenzell .....	103		
es Lasersysteme, Mössingen .....	103	National Instruments, München .....	Kontaktkarte		
Fast Electronic, München .....	41	Network, Hagenburg .....	89	Diese Ausgabe enthält eine Beilage der Firma Keithley Instruments GmbH, Germaring. Wir bitten unsere Leser um Beachtung.	
Fernschule Weber, Großkenntn .....	103	Oktogon, Mannheim .....	102		
Fletra, Pommelsbrunn .....	102	Phytec, Mainz .....	6		
Franzis-Verlag, Poing .....	91				
Friedrich, Eichenzell .....	39				
GMK, Rostock .....	103				

## Impressum

### ELRAD

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen  
Helstorfer Str. 7, 30625 Hannover; Postf. 61 0407, 30604 Hannover  
Telefon: 05 11/53 52-400, Fax: 05 11/53 52-404  
**ELRAD-Mailbox:** Sammelnummer 05 11/53 52-401  
Mailbox-Netz: Die **ELRAD**-Redaktion ist im GERNET-Forum ELRAD GER erreichbar.  
Internet: xx@elrad.izx.de. Setzen Sie statt 'xx' das Kürzel des Adressaten ein. Allgemeine Fragen an die Redaktion richten Sie bitte an post@elrad.izx.de.  
Anonymous ftp: ftp.izx.de:/pub/elrad, ftp.uni-paderborn.de:/elrad  
World Wide Web: http://www.izx.de/elrad/

**Technische Anfragen nur mittwochs 10.00-12.30 und 13.00-15.00 Uhr.** Bitte benutzen Sie die angegebenen Durchwahlnummern.

**Herausgeber:** Christian Heise

Chefredakteur: Hartmut Rogge (hr, -399)

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 Röbke-Doerr (roe, -397)

**Ständige Mitarbeiter** (zu erreichen unter der Redaktionsadresse): Michael Wilde (aktuell/Medien), Dipl.-Ing. Eckart Steffens, Matthias Carsten

**Redaktionsssekretariat:** Stefanie Gaffron, M. A., Carmen Steinisch (sg, cs, -400)

**Verlagsbüro München:** Jürgen Fey (Chefkorrespondent)  
Kühhbachstraße 11, 81543 München, Telefon: 0 89/62 50 04-40, Fax: 0 89/62 50 04-66

**Korrespondent USA:** Dr. Sabine Dutz, 2855 Castle Drive, San Jose, CA 95125 U.S.A., Telefon/Fax: 001/408-264 33 00, EMail: sdutz@netcom.com

**Korrespondent Satz:** Wolfgang Otto (Ltg.), Peter-Michael Böhm, Hella Kothöfer, Martina Friedrich, Birgit Graff, Angela Hilberg-Matzen, Carsten Malchow, Astrid Seifert, Christiane Stanina, Edith Tötsches, Dieter Wahner, Brigitta Zurheiden

**Grafische Gestaltung:** Dirk Wollschläger (Ltg.), Ben Dietrich Berlin, Ines Gehre, Sabine Humm, Dietmar Jokisch

**Technische Zeichnungen:** Margarita Kellner

**Labor:** Hans-Jürgen Berndt

**Mellabor:** 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 250 100 030)

Kreissparkasse Hannover, Konto-Nr. 000-019968 (BLZ 250 502 99)

**Geschäftsführer:** Christian Heise

**Stellv. Geschäftsführer/Verlagsleiter Fachbücher/Zeitschriften:**

Steven P. Steinraus

**Anzeigenleitung:** Irmgard Dittgen (-164) (verantwortlich)

**Anzeigenverkauf:** Werner Wedekind (-121)

**Anzeigenabwicklung:** Rita Asseburg (-219)

**Anzeigen-Inlandsvertretungen:**

Nielsen I a + IV, Verlagsbüro Ilse Weisenstein, Hottenbacher Mühle 5, 55758 Stipshausen, Tel.: 0 67 59/08-0, Fax: 0 67 59/08-1

Nielsen III b, Verlagsbüro Bernhard Scharnow, Kruppstr. 9, 71069 Sindelfingen 7, Tel.: 0 70 31/67 17 01, Fax: 0 70 31/67 49 07

**Anzeigen-Auslandsvertretungen:**

Taiwan: Heise Publishing Taiwan Rep. Office, 1F/7-1, Lane 149, Lung-Chiang Road, Taipei, Taiwan, Tel.: 0 08 86-2-7 18 72 46 und 0 08 86-2-7 18 72 47, Fax: 0 08 86-2-7 18 72 48

England: International Media Management, Barbara Levey, 34 South Molton Street, Mayfair, GB-London W1Y 2BP, Tel.: +44/71-3 44 97 08, Fax: +44/71-4 93 44 65

U.S.A.: Verlagsbüro Ohm-Schmidt, Svens Jegerovs, Obere Straße 39, D-66957 Hilst, Tel.: +449(0)63 71/1 60 83, Fax: +449(0)63 71/1 60 73

**Anzeigenpreise:**

Es gilt die Anzeigenpreisliste Nr. 17 vom 1. Januar 1995

**Vertriebsleitung:** Hans-J. Spitzer (-157)

**Herstellungleitung:** Wolfgang Ulber

**Sonderdruck-Service:** Sabine Bergmann (-359)

**Druck:** C.W. Niemeyer GmbH & Co. KG, Hameln

**ELRAD** erscheint monatlich.

Einzelpreis DM 7,50 (8S 60,-/sf 7,50/hfl 10,-/FF 25,-)

Das Jahresabonnement kostet: Inland DM 79,20 (Bezugspreis DM 61,80 + Versandkosten DM 17,40), Ausland DM 86,40 (Bezugspreis DM 58,20 + Versandkosten DM 28,20); Studentenabonnement/Inland DM 69,- (Bezugspreis DM 51,60 + Versandkosten DM 17,40), Studentenabonnement/Ausland DM 76,80 (Bezugspreis DM 48,60 + Versandkosten DM 28,20).

Studentenabonnements nur gegen Vorlage der Studienbescheinigung. Luftpost auf Anfrage. Konto für Abo-Zahlungen: Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG, Postgiro Hannover, Kto.-Nr. 401 655-304 (BLZ 250 100 30). Kündigung jederzeit mit Wirkung zur jeweils 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 11 12, 30821 Garbsen,

Telefon: 0 51 37/8 78-754, Fax: SAZ 0 51 37/8 87 12

**Lieferung an Handel (auch für Österreich und die Schweiz):**

VPM – Verlagsunion Pabel Moewig KG

D-65040 Wiesbaden, Telefon: 0 6 11/ 66-00

Eine Haftung für die Richtigkeit der Veröffentlichungen kann trotz sorgfältiger Prüfung durch die Redaktion vom Herausgeber nicht übernommen werden. Die geltenden gesetzlichen und praktischen Bestimmungen bei Erwerb, Errichtung und Inbetriebnahme von Send- und Empfangseinrichtungen sind zu beachten.

Die gewerbliche Nutzung insbesondere der Schaltpläne und gedruckten Schaltungen, ist nur mit schriftlicher Genehmigung des Herausgebers zulässig. Die Zustimmung kann an Bedingungen geknüpft sein.

Honorar Arbeiten gehen in das Verfügungssrecht des Verlages über. Nachdruck nur mit Genehmigung des Verlages. Mit Übergabe der Manuskripte und Bildern an die Redaktion erteilt der Verfasser dem Verlag das Exklusivrecht zur Veröffentlichung.

Sämtliche Veröffentlichungen in ELRAD erfolgen ohne Berücksichtigung eines eventuellen Patentschutzes. Warennamen werden ohne Gewährleistung einer freien Verwendung benutzt.

Printed in Germany

© Copyright 1995 by Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG

ISSN 0170-1827

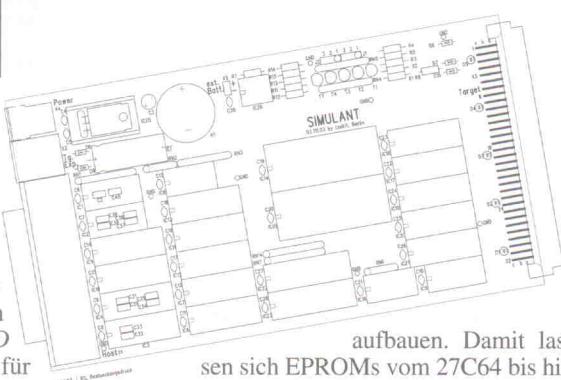


## Alles über Flash-Speicher

Nach PROMs, EPROMs und EEPROMs machen derzeit Flash-EPROMs das Rennen im Feld der Speicherbausteine. Sie glänzen nicht nur mit schnellen Programmierzeiten, sondern zeichnen sich zudem durch ein gutes Preis-Leistungsverhältnis aus und machen jegliche UV-Bestrahlung überflüssig. Die Marktübersicht und der Grundlagenbeitrag in der nächsten Ausgabe bringen Licht in den dunklen FLASH-Markt – und für die Praxis gibt es Controller-Applikationen.

## Projekt: Simulieren statt brennen

Programmieren, EPROM brennen, testen und nochmal von vorne – der (fast) ewige Kreislauf der µC-Entwicklung. Mit etwas Hardware kann man bei Punkt 2 viel Zeit und Nerven sparen. Das Projekt in der nächsten *ELRAD* zeigt den Aufbau eines EPROM-Simulators für 8 und 16 Bit breite Festwertspeicher. Aus Kostengründen kann man den Simulator in zwei Varianten mit 256 KByte oder mit 1 MByte Speicher



aufbauen. Damit lassen sich EPROMs vom 27C64 bis hin zum 27C080 oder seinen 16bittigen Brüdern nachahmen. Anschluß findet das Multitalent an der Centronics-Schnittstelle eines PCs.

## Schaltungstechnik: Neue Topologien für aktive Filter

Aktive Konzepte für Lautsprechersysteme decken nur ein verschwindend kleines Segment im Lautsprecherboxenmarkt ab. Dies liegt nicht zuletzt an der größeren Komplexität und den damit verbundenen höheren Kosten. Der Artikel beschreibt eine

bisher weitgehend unbeachtet gebliebene Struktur für aktive Frequenzweichen mit Linkwitz-Riley-Charakteristik, die nicht nur mit einer minimalen Anzahl an Reaktanzen auskommt, sondern gleichzeitig eine Erhöhung der Signalqualität verspricht.

## Lust auf digitale Signalverarbeitung?

Dann greifen Sie zum ADSP-2115 'Real Time Kit'. *ELRAD* liefert in seiner nächsten Ausgabe alles Wissenswerte über dieses 230-Mark-Entwicklungstool mit dem gleichnamigen Analog Devices DSP.



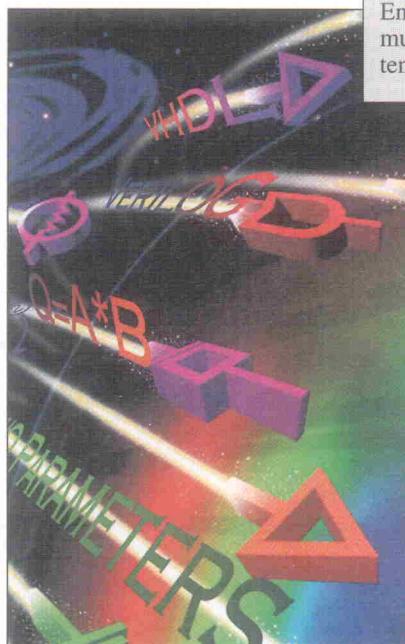
Änderungen vorbehalten

## Dies & Das

### Ran an die Knete

Nachdem der seinerzeit noch als Bundesforschungsmini-

ster firmierende Paul Krüger auf einer Pressekonferenz über das Thema Datenaufnahme keine Internet-Adresse für sich oder sein Ministerium nennen konnte, hat sich bis dato einiges getan. Das Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie betreibt zwischenzeitlich einen recht ansehnlichen Web-Server, der gerade für kleinere Betriebe von Interesse sein könnte. Unter der WWW-URL <http://rigel.dfn.de/bmbff-forderprogramme/> informiert das Ministerium nicht nur über seine aktuellen Förderprogramme, sondern auch über Kriterien der Vergabe. Entsprechende Antragsformulare stehen für Interessenten zum Download bereit.



## Marktreport: Synthese-Tools für FPGAs und ASICs

Synthese-Tools sind Dreh- und Angelpunkt moderner Design-Methode bei der Integration komplexer Logik. Die *ELRAD*-Redaktion stellt in ihrem Markt-report in der nächsten Ausgabe Grundlagen, Konzepte sowie Anbieter und ihre Produkte dieses High-Tech-Bereiches vor.

Mehr als  
15.000  
Benutzer

Als  
**TEST-  
SIEGER**  
ELRAD  
5/94

# WIE INTERAKTIV IST IHRE ENTFLECHTUNGSSTRATEGIE?

ULTIboard, eines der führenden PCB-Designsystems, wird über ein weltweites Netz von Distributoren vertrieben. Der Erfolg von ULTIboard resultiert vor allem aus dessen Leistungsfähigkeit beim interaktiven Arbeiten. Intelligente ECHTZEIT-Platzierungshilfen, ECHTZEIT - Test von Designregeln sowie die intelligenten Verschiebungs- und Bewegungsoptionen ermöglichen dem ULTIboard-Anwender eine hohe Zeitsparnis. Durch die gemeinsame Verwendung von ULTIboard und dem Schaltplanprogramm ULTICap kann der Anwender die perfekte Kopplung zwischen Schaltbild und Layout sicherstellen.

Ein bemerkenswerter ULTIboard-Vorteil sind die flexiblen Upgrade-Möglichkeiten. Der Anwender kann mit einer preiswerten Einstiegsversion beginnen und Schritt für Schritt zu den Systemen mit höherer Kapazität/hoch-professionellem Ripup & Retry Autorouter aufsteigen. Hierbei zahlt er immer lediglich die Preisdifferenz + 5%.

ULTimate Technology bietet eine kundenfreundliche Upgradepolitik: Anwender mit gültigem Updateabonnement bekommen nicht nur Updates und Support, sondern auch Upgrades zu den neuesten Systemen auf Basis ihrer Ursprungsinvestition! Beispielsweise bekommt ein ULTIboard-DOS Anwender, der sein System im Jahre 1987 erworben hat und über ein gültiges Updateabonnement verfügt, jetzt ein hochwertiges up-to-date System mit 32-bit Gateway zu Windows und 2 Autoroutern ohne Aufpreis.

Für viele Anwender ist ein entscheidender Faktor, daß ULTimate Technology und seine Distributoren kundennah und mit Schwerpunkt auf hochwertigem technischen Support arbeiten. Seit 1973 ist unser vorrangigstes Ziel die Betreuung zufriedener Anwender!

## GRATIS UPGRADE ZUR ULTIBOARD WINDOWS-95 VERSION 5

Im Herbst 1995 erscheint ULTIboard Version 5, ein umfangreiches Update, das neben vielen neuen Funktionen die Wahl zwischen 32-bit DOS (einschließlich ULTimate's Gateway to Windows) oder Windows 95 (der 32-bit Windows Version mit verbesserter Grafikpower und echtem Multitasking) gestattet.

**Alle Kunden, die ULTIboard jetzt erwerben, erhalten Version 5 kostenlos!**

Das gilt auch für alle Anwender mit gültigem Wartungsvertrag.



### EURO-DAC

European  
Design Automation  
Conference  
with **EURO-VHDL**



Brighton Metropole Hotel  
Brighton, Great Britain  
Sept. 18-22, 1995

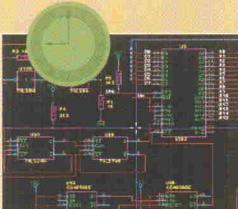
**STAND 0619**

### Ihre Forderung

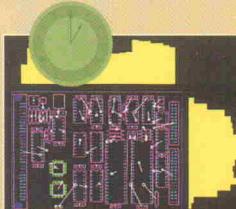
- Sie wünschen eine optimale Platzierung
- Sie verwenden SMD-Technologie
- Sie wünschen eine 100%ige Designintegrität
- Sie wünschen 100%iges automatisches Routen
- Sie möchten nicht mit einem Autorouter arbeiten

### ULTIboards Konzept

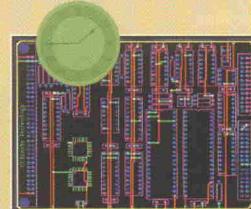
- Zusätzlich zu flexiblen Rats-Nests, Kraftvektoren und Dichtehistogrammen zeigt ULTIboards Option der direkten Neuverbindung sofort die kürzestmöglichen Verbindungen. Automatischer Gatter- und Pintausch mit kompletter Backannotation garantiert das bestmögliche Ergebnis.
- ULTIboard berücksichtigt bei SMD-Anwendung unterschiedliche Löttechniken. Verlagern Sie Ihre SMD-Bauteile auf die andere Seite der Leiterplatte, verwendet ULTIboard **automatisch** die Paddefinitionen für entweder Schwall- oder Reflowlötzung.
- Mit dem **Echtzeit-DRC** können Sie keine Pins versehentlich verbinden, noch die Sicherheitsabstände von Leiterbahnen unterschreiten. Ihre Designregeln werden stets eingehalten.
- Der ULTRoute GXR Ripup & Retry Autorouter kann blockierende Verbindungen automatisch entfernen und neuverlegen. Der Anwender kann hierbei die Autorouter-Parameter selbst definieren.
- Die interaktiven Funktionen in ULTIboard, z. B. Neuverlegen während des Verschiebens und automatisches Verschieben von Leiterbahnen mit **Echtzeit-DRC** garantieren einen flüssigen Designverlauf in kürzester Zeit. Für unkritische Leiterbahnen können Sie den zweiten Autorouter verwenden, der sich den manuell entflochtenen Leiterbahnen mühelos anpaßt, so daß Sie per Netz, Bauteil oder Fenster ruten können.



Der Schaltplan wird einfach und schnell mit ULTICap, dem Schaltplanungsprogramm gezeichnet. Während des Arbeitens kontrolliert ULTICap in "Echtzeit", daß keine logischen Fehler gemacht werden. Die Verbindungen werden durch das Anklicken der Anfangs- und Endpunkte automatisch verlegt. Bei T-Verbindungen setzt ULTICap automatisch die Verbindungsknoten, so daß Fehler und Zeiterlust vermieden werden.

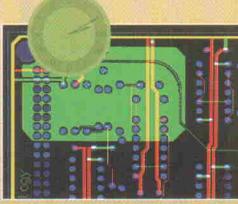


Aus der Benutzeroberfläche ULTishell werden alle relevanten Daten vollautomatisch von ULTICap zum Layout-Programm ULTIboard übertragen. Nun folgt die Platzierung und Optimierung. Bei dieser (für das Endergebnis enorm wichtigen) Phase wird der Designer mit ECHTZEIT KRAFTVEKTOREN, RATSNESTS UND DICHTEHISTOGRAMMEN unterstützt. Durch Gatter- & Pintausch ermittelt ULTIboard automatisch die kürzesten Verbindungen zwischen den Symbolen.

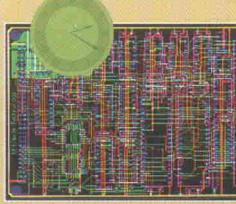


In den meisten Fällen werden zuerst die Versorgungs- wie Masserverbindungen interaktiv verlegt. Dank ULTIboard's einzigartigem ECHTZEIT-DESIGN-RULE-CHECK und dem intelligenten Schieben von Leiterbahnen geht dies schnell und fehlerfrei.

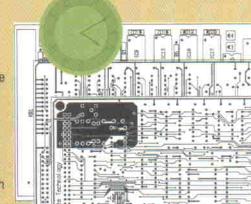
**GRATIS TELEFONR.:  
0031-800-5900**



Der flexible interne Autorouter wird jetzt gesteuert, um die Busstrukturen intelligenter und ohne Durchkontaktierungen zu verlegen. Alle ULTIboard-Systeme sind in der Lage vollautomatisch Kupferflächen zu erzeugen. Der Benutzer muß dazu nur den Umriss eingeben und den Netznamen auswählen. Alle Pins, Kupferflächen und Leiterbahnen werden gemäß den vom Designer festgelegten Abstandsregeln in Polygonen ausgespart. Änderungen in existierenden Polygonen sind ohne Probleme möglich! Die Polygon-Update-Funktion sorgt automatisch für die Anpassungen.



Mit dem Autorouter werden nun die unkritischen Verbindungen verlegt. Dieser Prozeß kann jederzeit unterbrochen werden. Um eine maximale Kontrolle über das Autorouting zu gewährleisten, hat der Designer die Möglichkeit Fenster, einzelne Bauteile oder Netze bzw. Netzgruppen zu routen. Automatisch werden auch die Durchkontaktierungen minimiert, um die Produktionskosten so gering wie möglich zu halten.



Durch Backannotation wird der Schaltplan in ULTICap durch Pin- und Gattertausch sowie Bauteil-Nummerierung optimierten Design vollautomatisch angepasst. Zum Schluss werden die Ergebnisse auf einem Matrix- oder Laserdrucker ausgegeben oder mit Pen-, Foto- oder Laserplotter geplottet. Die Pads können für die Herstellung von Prototypen mit Bohrlöchern versehen werden.

### DISTRIBUTOREN GESELLT!

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

## von der IDEE ZUM PLOT AN EINEM TAG

**ULTIMATE**  
TECHNOLOGY

Europazentrale:  
ULTIMATE Technology BV, Energieweitstraat 36  
1411 AT Naarden, The Netherlands  
tel. 0031-2159-44444, fax 0031-2159-43345

Distributoren:  
Taube Electronic, tel. 030 - 6959250, fax 030 - 6942338  
PDE CAD Systems, tel. 08024 - 91226, fax 08024 - 91236  
InfoComp, tel. 09721 - 18474, fax 09721 - 185588

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

Mit ULTIboard kaufen Sie keine 'CADze im Sack' dank des voll funktionsfähigen Test-systems (200 Pin Designkapazität einschließlich deutschsprachiger Einführungs- und Lernbücher) für nur DM 94 (incl. MwSt. und Versand)

## Analysen / DataScopes

"Aha"-Erlebnisse statt Frustration. DataBlue® Tester bringen den Durchblick bei Datenübertragungen, Geräte-Anschluß und Schnittstellen-Fragen. Einmalig in Preis-/Leistung, Menü-Bedienung, RS-232+Centronics, Professional+RS-422/423, RS-485, 20..60 mA, 1000-fach im Einsatz in Entwicklung, Service, EDV, Netz-/Akku-Betrieb.



**DataBlue 2000®** ..... 995,-/1144,-  
**advanced** ..... 1260,-/1449,-  
**professional** ..... 1990,-/2288,-

## Kabel-Tester

modernstes Design, spart Zeit und Kosten in allen Bereichen: EDV, Produktion, Service. 48 gängige EDV-Stecker im Gerät, Menü-Bedienung, Netz-/Akku-Betrieb, 12 Monate Garantie, Made in Germany:



- Unbekanntes Kabel sofort identifizieren (Kartext-Name)
  - Fehler auf Knopfdruck lokalisieren
  - Brilliante Kabel-Schaltpläne automatisch drucken
- CableCheck professional** ..... 3990,-/4588,-

## Industrie-Converter

hochisolierende galvanische Trennung (UL, VDE, IEC, BS), 2x3 Kanäle bidirektional, 100% Code- und Protokoll-transparent, bis 115 kBd:  
**IX1:** RS-232+RS-232  
**IX2:** RS-232+20...60 mA  
**IX3:** RS-232+RS-422/485  
**IX4:** RS-232+TTL  
**IX5:** RS-232+TTL invert.  
**IX6:** RS-485+20...60 mA  
**IX7:** RS-485+RS-422/85  
**IX8:** RS-485+TTL (T/Inv)



Metallgehäuse, 230V Netzanschluß, je ..... 295,-/339,-  
 Metallgehäuse, 20-60 VDC, je ..... 395,-/454,-  
 19"-System Steckkarte, 230 VAC, je ..... 295,-/339,-  
 19"-System Steckkarte, 20-60 VDC, je ..... 395,-/454,-

## RS-232 Converter

Kompakte Bauform im Steckergehäuse, z.T. mit 220V Steckernetzteil:  
**X40:** RS-232/RS-232, galvanischer Entkoppler ..... 140,-/161,-  
**X11:** RS-422/485, halb/voll duplex, 100 kBd/1000 m ..... 158,-/181,-  
**X13:** RS-422/485, voll dupl., bis 100 kBd/1000m ..... 173,-/198,-  
**X15:** RS-422/485, voll dupl., DTE/DCE, 100 kBd ..... 110,-/126,-  
**X12:** 20 mA, voll duplex, bis 19,2 kBd, DTE/DCE ..... 138,-/158,-  
**X19:** 20+60 mA, voll/halb dupl., akt/pass, 19,2 kBd ..... 173,-/198,-  
**CL2:** 20+60 mA, voll/halb dupl., akt/pass, 100 kBd ..... 192,-/220,-  
**X21:** X.21, bidirektional bis 100 kBd/1000 m, DTE/DCE ..... 580,-/667,-  
**X35:** V.35, bidirektional bis 100 kBd/1000 m, DTE/DCE ..... 580,-/667,-  
**SP-U:** RS-232->Centronics Umsetzer ..... 118,-/135,-  
**PS-U:** Centronics->RS-232 Umsetzer ..... 118,-/135,-  
**SP-PS:** RS-232->< Centronics bidirektional, 32 kByte ..... 195,-/224,-  
**CBO:** Centronics-Booster für größere Reichweite ..... 98,-/112,-

Universal-Converter: frei programmierbarer Code-Converter, Testhilfe, Kanal-Umschaltung, 2xSer., 2xParallel:  
**BB2:** 256 kB ..... 480,-/552,-  
**BB2+:** 2 MB ..... 790,-/908,-  
**BB2+:** 4 MB ..... 990,-/1138,-



**SCSI** Patenterter Converter für den Anschluß von SCSI-Geräten an PC-Parallel-Port ..... 340,-/391,-

## Software-Schutz

Zuverlässiger Schutz, komfortable Handhabung, 1a Presse-Beurteilungen. Da Everlock nur 1-mal angeschafft wird ergeben sich enorme Preisvorteile:



für 100 Disks: 740,-/851,-

unbegrenzt: 1590,-/1828,-

## Robust, modern, leistungsstark

- +/- 4000 Counts, Bar-Graph Anzeige
- Auto Power Off, Auto-Range, Data-Hold
- Relativ-Messungen, Warn-Beep
- Überlastschutz, Softline Design
- großes Display, Diodeatest / Durchgang

Auflösung, Meßbereiche:

- 100 µV ... 1000 V DC, 1 mV .... 750 V AC
- 0,1Ω ... 40 MOhm, 1 µA ... 10 A DC / AC
- 0,01 Hz ... 500 kHz, 1 pF ... 40 µF



99,-/133,-

## Speicher-Scope

Wegen großer Nachfrage hat es Lieferzeiten gegeben - jetzt sind sie wieder verfügbar: DataBlue® 4000 und 6000. Moderne Oszilloskop-Technik so günstig und leistungsfähig! Einfache Handhabung und Übersichtlichkeit, prozessorsteuerte Messungen, Datenaufbereitung, Fernsteuerung, Graphik-Drucke:



- 20 MHz Sampling Frequenz, 0,2 µs ... 2s / Teil, 5mV ... 20 V / Teil
- RS-232 Schnittstelle, voll fernsteuerbar, Graphik-Ausdrucke
- 2048 Worte Meßstufe, 8-Bit, 15 Speicher für Kurvenformen
- Ch-1, Ch-2, add, sub, 2-Kan, Normal, Compressed, Roll-Mode
- batteriegepufferte Echtzeit-Uhr, Cursor-Messungen
- Großer Bildschirm: 100 x 80 mm, Netz- und Batterie-Betrieb

**DataBlue 4000®** ..... 995,-/1144,-

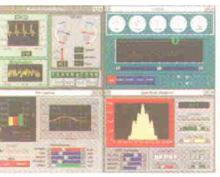
DataBlue 6000®: noch mehr Bandbreite, 50 MHz Sampling + Zusatzfunktionen: Multimeter und Logic-Analyser, erstklassiges Preis/Leistungs-Verhältnis!

**DataBlue 6000®** ..... 1550,-/1782,-

Graphik-Drucker, RS-232, Batteriebetrieb ..... 580,-/667,-  
 Logic-Analyser Probe (nur DataBlue 6000®) ..... 360,-/414,-

## Unverschämt gut...

Unverschämt gut sehen Ihre Anwendungen aus, die Sie mit den neuen Real-Time Graphic Tools für DOS + Windows™ realisieren. Lassen Sie sich begeistern von den Möglichkeiten dieses einmaligen Paketes für mehr Brillanz und verkürzte Entwicklungszeiten:



Real-Time Graphic Tools für DOS

incl. Source-Codes für Compiler:

- C/C++ (Bor/Turb) ..... 620,-/713,-
- C/C++ (MS/Vis) ..... 620,-/713,-
- C/C++ (Watcom) ..... 620,-/713,-
- Pascal (Bor/Turb) ..... 620,-/713,-

Real-Time Graphic Tools

Rev.2 für Windows™ für:

- für C/C++ ..... 995,-/1144,-
- Visu. Basic 3 ..... 995,-/1144,-
- Versionen mit Source-Codes: jeweils ..... 1995,-/2294,-

## Cross-Assembler

Professionelle MACRO-Cross-Assembler für PC-DOS:

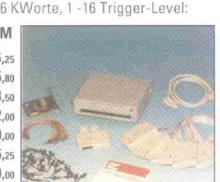
- S8, Z8, Z80, Z180/64180, 1802, 8048, 8051/52/44, 8040/10/710, 80451, 80515, 83c351, 8085, NSC-800, 8086/88, 8096/8196, 80186/286, 8400, 6501/2, C18/19/29, 6301, 6800/2, 6801/3, 6804, 6805, 68c08, 6809, 68c11, 740, H8, TMS-7000, SAM-8 ..... je 590,-/678,-
- Z28, Z380, Z8000, 80386, 65sc816, 68c16, 68000/8/10, 68020, MC-24, PDP-11, TMS320 ..... je 876,-/1007,-



## Logic-Analyser

für PC: bis 400 MHz, 128 Kanäle, 16 KWorte, 1-16 Trigger-Level:

Mhz	Kanäle	kWorte	Pegel	DM
50	6,24	4,1	TTL	875,-/1006,-
100	6,24	4,1	var.	1092,-/1255,-
200	6,24	4,1	var.	1890,-/2173,-
200	8-32	4-16	var.	2480,-/2852,-
200	16-64	4-16	*	3660,-/4209,-
200	32-128	4-16	*	6675,-/7676,-
400	8-32	4-16	*	3660,-/4209,-
400	16-64	4-16	*	4990,-/5738,-
400	32-128	4-16	*	9480,-/10902,-



## Industrie-Programmer

Hochleistungs-Programmer für Entwicklung, Service und Produktion:

- Herausragende Programmierleistungen und Bedienungskomfort
- Programmier Chips bis 32 MBit, kostenlose Chip-Updates per Disk
- deutsches Handbuch
- 3 Jahre Garantie



SA-20: (Gang-8) ..... 1990,-/2288,-

SA-20/1: (1x2IF) ..... 1590,-/1828,-

SA-30: ..... 1280,-/1472,-

## BASIC-Computer ab 28,-/32,-

Die BASIC-Briefmarke® ist ein kompletter 1-Platinen Steuer-Computer im Mini-Format. Es ist alles enthalten was Sie für intelligente Funktionen, Steuer-, Überwachungs-, Kontroll- und Regel-Aufgaben benötigen. Programmiert wird die BASIC-Briefmarke® in dem sofort beherrschbaren PBASIC® Dialekt auf dem PC. Sleep/Wake-Up Funktionen für niedrigsten Stromverbrauch (10µA), 1a Presse (Elektor, ELRAD, CHIP, BYTE,...), Nominierung zum Produkt des Jahres '93 (EDN).

**Technik:** 16 RAM-Variablen, 256 Byte EEPROM, ca. 2.000 BASIC-Befehle/s, PC-Schnittstelle, 8 universelle I/O: Seriell, Analog, Digital.

## Das BASIC-Briefmarken® Grund-Paket:

enthält: BASIC-Compiler, PC-Anschluß-Kabel, 1 Computer BASIC-Briefmarke® und das Handbuch (englisch) ..... 490,-/563,-



## Die Voll-Version für schnellste Resultate:

Umfangreiches System mit allen Tools für sofortigen Erfolg. Zahlreiche Applikationen können sofort nachvollzogen werden:

- Entwicklungs-Oberfläche für PC (s.o.)
- 5 Computer "BASIC-Briefmarke"
- "BASIC-Knopf®" Programmier-Adapter
- Anschlußkabel / deutsches Handbuch
- Design-Beispiele (Soft- und Hardware)
- umfangr. Hardware-Toolkit (steckbar)
- Buch: "Schnelle Designs mit BASIC-Briefmarke", Hüthig



**komplett** ..... 1590,-/1828,-

1-Platinen-Computer: 1,99 ..... 100+ ..... 1000+  
 BASIC-Knopf®: 49,-/56,- ..... 38,-/43,- ..... 28,-/32,-  
 BASIC-Briefmarke® "A": 49,-/56,- ..... 38,-/43,- ..... 28,-/32,-  
 BASIC-Briefmarke® "B": 69,-/79,- ..... 58,-/66,- ..... 48,-/55,-  
 BASIC-Briefmarke® "C": 240,-/276,- ..... 188,-/216,- ..... 149,-/171,-

BASIC-Briefmarke® "Super-B": 169,-/194,- ..... ab 5 St.: 139,-/159,-  
 BS1-2002 Industrie-Controller: 498,-/572,- ..... ab 3 St.: 398,-/457,-

**BASIC-Briefmarken® Bausätze:**  
 • intelligentes Treppenhauslicht: 34,-/39,- ..... Codeschloß: 39,-/44,-  
 • LCD-Anzeige 4x 20 alpha, RS-232: 86,-/98,- ..... DC-Leistungssteller: 34,-/39,- ..... 4-fach Digital-Pot, RS-232: 34,-/39,- ..... Drehzahlmesser, RS-232: 49,-/56,- ..... IR-Fernbedienung, 4-Kanal, Sender + Empfänger: 86,-/98,- ..... Prüftext-Generator, RS-232 Ausgang: 34,-/39,-

65sc816, 68c16, 68000/8/10, 68020\*, MC-24 ..... je 157,-/181,-  
 Z280\*, SAM8\* ..... je 115,-/132,-

65sc816, 68c16, 68000/8/10, 68020\*, MC-24 ..... je 1365,-/1569,-

65sc816, 68c16, 68000/8/10, 68020\*, MC-24 ..... je 1365,-/1569,-

Z280\*, SAM8\* ..... je 115,-/132,-

## C-Compiler

Professionelle C Cross-Compiler für PC-DOS, für zahlreiche Zielsysteme, enthalten::

- Cross Assembler
- Linker
- Library-Manager
- C-Library
- Simulator / Debugger

Super-8, Z8, Z80, Z180/64180, 1802, 8048, 8051, 6501/2, 80451, 80515, NSC-800, 740 ..... je 1365,-/1569,-

65sc816, 68c16, 68000/8/10, 68020\*, MC-24 ..... je 157,-/181,-

Z280\*, SAM8\* ..... je 115,-/132,-

65sc816, 68c16, 68000/8/10, 68020\*, MC-24 ..... je 1365,-/1569,-

Z280\*, SAM8\* ..... je 115,-/132,-

65sc816, 68c16, 68000/8/10, 68020\*, MC-24 ..... je 1365,-/1569,-

Z280\*, SAM8\* ..... je 115,-/132,-

65sc816, 68c16, 68000/8/10, 68020\*, MC-24 ..... je 1365,-/1569,-

Z280\*, SAM8\* ..... je 115,-/132,-

65sc816, 68c16, 68000/8/10, 68020\*, MC-24 ..... je 1365,-/1569,-

Z280\*, SAM8\* ..... je 115,-/132,-

65sc816, 68c16, 68000/8/10, 68020\*, MC-24 ..... je 1365,-/1569,-

Z280\*, SAM8\* ..... je 115,-/132,-

65sc816, 68c16, 68000/8/10, 68020\*, MC-24 ..... je 1365,-/1569,-

Z280\*, SAM8\* ..... je 115,-/132,-

65sc816, 68c16, 68000/8/10, 68020\*, MC-24 ..... je 1365,-/1569,-

Z280\*, SAM8\* ..... je 115,-/132,-

65sc816, 68c16, 68000/8/10, 68020\*, MC-24 ..... je 1365,-/1569,-

Z280\*, SAM8\* ..... je 115,-/132,-

65sc816, 68c16, 68000/8/10, 68020\*, MC-24 ..... je 1365,-/1569,-

Z280\*, SAM8\* ..... je 115,-/132,-

65sc816, 68c16, 68000/8/10, 68020\*, MC-24 ..... je 1365,-/1569,-

Z280\*, SAM8\* ..... je 115,-/132,-

65sc816, 68c16, 68000/8/10, 68020\*, MC-24 ..... je 1365,-/1569,-

Z280\*, SAM8\* ..... je 115,-/132,-

65sc816, 68c16, 68000/8/10, 68020\*, MC-24 ..... je 1365,-/1569,-

Z280\*, SAM8\* ..... je 115,-/132,-

65sc816, 68c16, 68000/8/10, 68020\*, MC-24 ..... je 1365,-/1569,-

Z280\*, SAM8\* ..... je 115,-/132,-

65sc816, 68c16, 68000/8/10, 68020\*, MC-24 ..... je 1365,-/1569,-

Z280\*, SAM8\* ..... je 115,-/132,-

65sc816, 68c16, 68000/8/10, 68020\*, MC-24 ..... je 1365,-/1569,-

Z280\*, SAM8\* ..... je 115,-/132,-

65sc816, 68c16, 68000/8/10, 68020\*, MC-24 ..... je 1365,-/1569,-

Z280\*, SAM8\* ..... je 115,-/132,-

65sc816, 68c16, 68000/8/10, 68020\*, MC-24 ..... je 1365,-/1569,-

Z280\*, SAM8\* ..... je 115,-/132,-

65sc816, 68c16, 68000/8/10, 68020\*, MC-24 ..... je 1365,-/1569,-

Z280\*, SAM8\* ..... je 115,-/132,-

65sc816, 68c16, 68000/8/10, 68020\*, MC-24 ..... je 1365,-/1569,-

Z280\*, SAM8\* ..... je 115,-/132,-

65sc816, 68c16, 68000/8/10, 68020\*, MC-24 ..... je 1365,-/1569,-

Z280\*, SAM8\* ..... je 115,-/132,-

65sc816, 68c16, 68000/8/10, 68020\*, MC-24 ..... je 1365,-/1569,-

Z280\*, SAM8\* ..... je 115,-/132,-

65sc816, 68c16, 68000/8/10, 68020\*, MC-24 ..... je 1365,-/1569,-