

Besuchen Sie uns auf der  
Hannover Messe Industrie, Halle 12/2, Stand B33

# ELRAD

H 5345 E

DM 7,50

öS 60,- · sfr 7,50

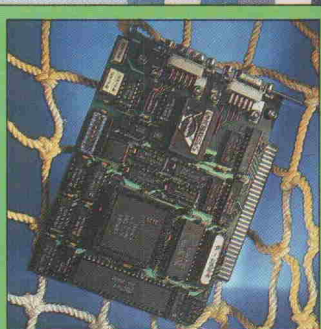
bfr 182,- · hfl 8,50

FF 25,-

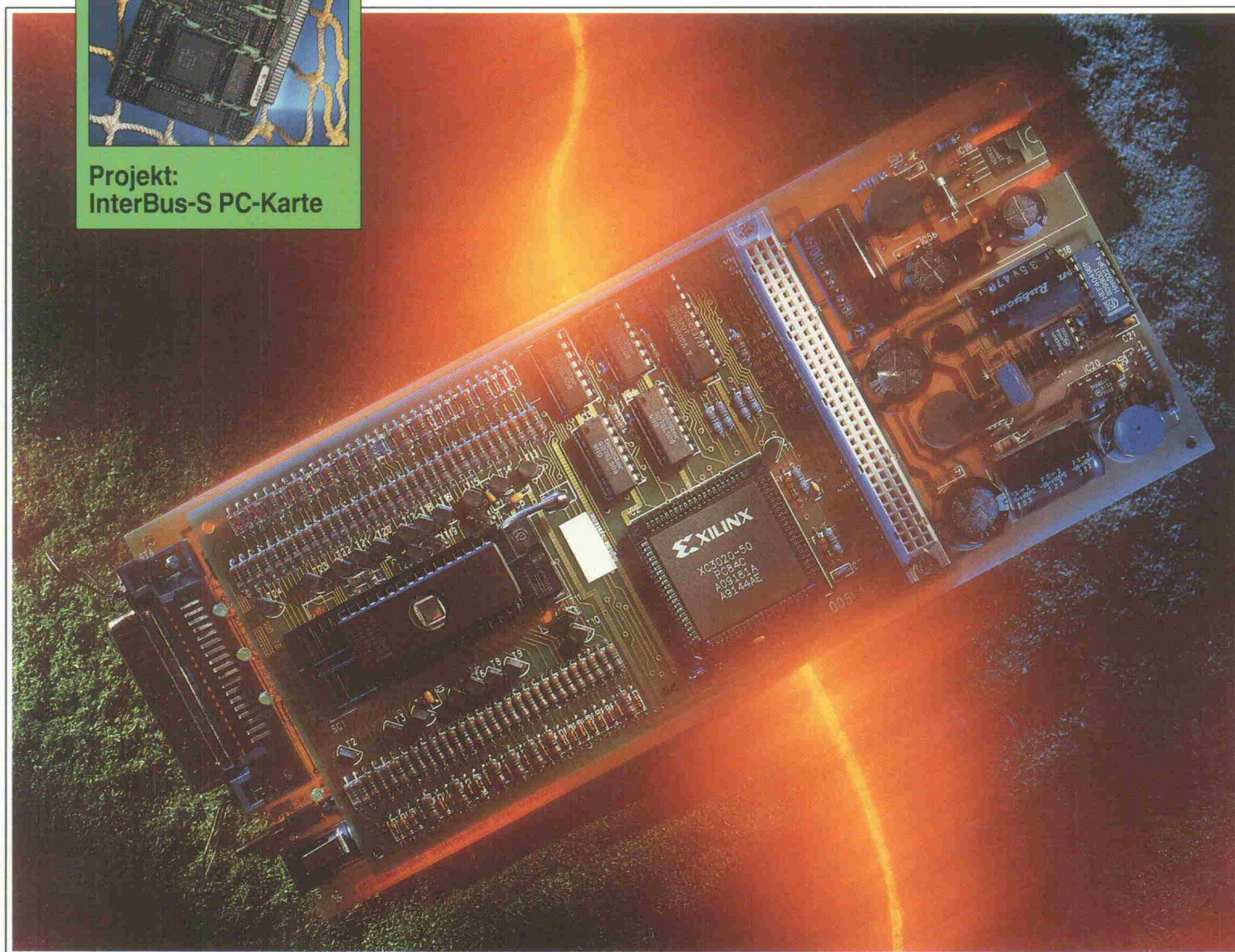
Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

+ der elektroniker

4/93



Projekt:  
InterBus-S PC-Karte



Test:  
Meßtechnik: 12 PC-A/D-Wandlerkarten mit 16 Bit  
Auflösung  
PreView: Grafisch programmieren mit LabView

Projekt:  
Automatisierung: InterBus-S PC-Karte

Entwicklung:  
Design Corner: CAD für den Schaltentwurf

Grundlagen:  
Feldbusse: Offene Kommunikation in Industriernetzen  
Sensorik: Kohlenmonoxyd Konzentrationsmessung  
Energietechnik: Trafos richtig einschalten

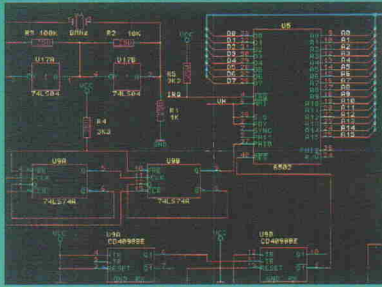
Projekt:

Universelles

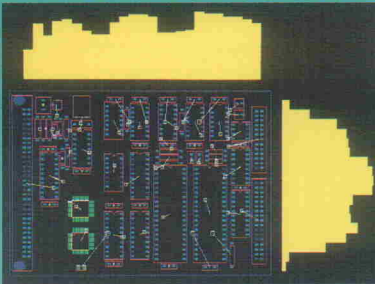
Programmiergerät



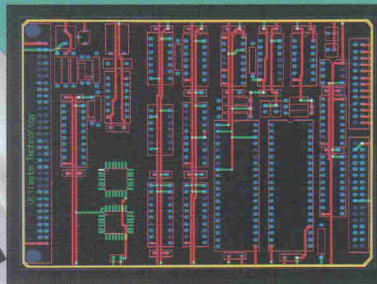
# VON DER IDEE BIS ZUM PLOT IN EINEM TAG



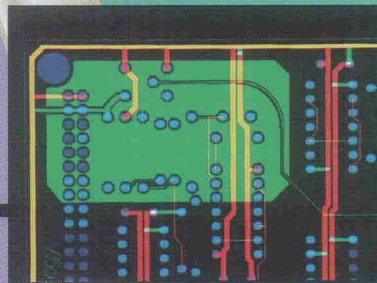
Der Schaltplan wird einfach und schnell mit ULTicap, dem Schaltungs-eingabe-programm gezeichnet. Während des Arbeitens kontrolliert Ulticap in "Echtzeit", das keine "logischen" Fehler gemacht werden. Die Verbindungen werden durch das "Anklicken" der Anfangs- und Endpunkte automatisch verlegt. Bei T-Verbindungen setzt ULTicap automatisch die Verbindungspunkte, so das Fehler und Zeitverlust verhindert werden.



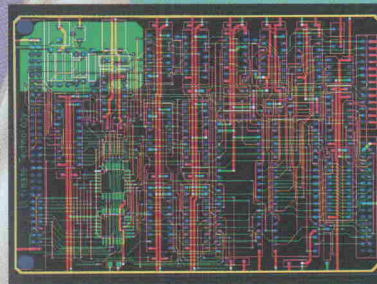
Aus der Benutzeroberfläche ULTishell werden alle relevanten Daten vollautomatisch von ULTicap zum Layout-Programm ULTiboard übertragen. Nun folgt die Platzierung und Optimierung. Bei dieser (für das Endergebnis enorm wichtigen) Phase wird der Designer mit ECHTZEIT KRAFTVEKTOREN, RATSNESTS und DICHTHEISTOGRAMMEN unterstützt. Durch Gate- & Pinswap ermittelt ULTiboard automatisch die kürzesten Verbindungen zwischen den Bauteilen.



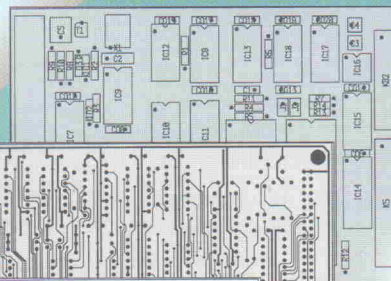
In den meisten Fällen werden zuerst die Versorgungs- bzw. Masseverbindungen interaktiv verlegt. Dank ULTiboard's einzigartigem "ECHTZEIT-DESIGN-RULE-CHECK" und dem intelligenten "TRACE SHOVING" geht dies schnell und fehlerfrei.



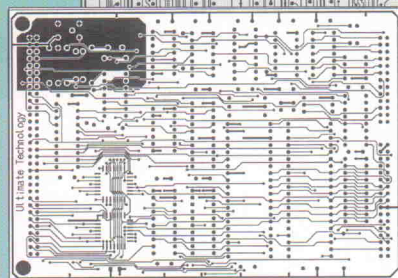
Der flexible interne Autorouter wird jetzt gestartet, um die Busstrukturen intelligent und ohne Durchkontaktierungen zu verlegen. Alle ULTiboard-Systeme mit DOS-Extender (protected-Mode-Betriebssystemerweiterung) sind in der Lage vollautomatisch Kupferflächen zu erzeugen. Der Benutzer muß dazu nur den Umriss eingeben und den Netznamen auswählen. Alle Pins, Kupferflächen und Leiterbahnen werden gemäß den vom Designer festgelegten Abstandsregeln im Polygon ausgespart. Änderungen in existierenden Polygonen sind ohne Probleme möglich! Das Polygon-Update-Feature 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 dem durch Pin- und Gattertausch sowie Bauteil-"Renumbering" optimierten Design vollautomatisch angepaßt. Zum Schluß werden die Ergebnisse auf einem Matrix- oder Laserdrucker ausgegeben oder mit Pen-, Foto- oder Laserplotter geplottet. Bei HPGL- und Postscript-Ausgabe können die Pads für die Herstellung von Prototypen mit Bohrlöchern versehen werden.



ULTiboard & ULTicap sind auch verfügbar in einer "low-cost" DOS-Version (Kapazität 700 Pins). Preis DM 1.395 zzgl. MwSt.

Der Aufstieg zu größeren Systemen (32 bit DOS-Extended oder SUN) ist jederzeit möglich. Demo Disk (mit deutschem Handbuch) und Evaluation Systems sind auf Anfrage verfügbar!

## SONDERANGEBOT ULTIBOARD ENTRY ENGINEER

32-bit ULTiboard Leiterplattendesign & ULTicap  
Schaltungs-eingabe Designkapazität 1400 Pins  
Dieser Bestseller im Professionellen  
EDA-Bereich kostet nur 3.990 DM (zzgl. MwSt.)

Jetzt bis  
30 April '93 DM **2990** zzgl. MwSt.

HALLE 21 E44 G43  
**CeBIT'93**  
HANNOVER  
24. — 31. 03. 1993

*The European quality alternative*

## PRODUKTIVITÄT DURCH ULTIBOARD

International Headquarters: ULTimate Technology BV • Energiestraat 36 • 1411 AT Naarden • the Netherlands • tel. 0031 - 2159 - 44444 • fax 0031 - 2159 - 43345

Distributoren: Patberg Design & Electronics tel. 06421 - 22038, fax 06421 - 21409 • Taube Electronic Design; tel. 030 - 691 - 4646, fax 030 - 694 - 2338 • Arndt Electronic Design; tel. 07026 - 2015, fax 07026 - 4781  
Inotron; tel. 089 - 4309042, fax 089 - 4304242 • BB Elektronik tel/fax 07123 - 35143 • Österreich: WM-Electronic; tel/fax 0512 - 292396 • Schweiz: Deltronica; tel. 01 - 7231264 fax 01 - 7202854



# Schonungslos

Mein altes Mütterchen war immer der Meinung, daß die Dinger nicht nur praktisch und werterhaltend sind, sondern obendrein noch gut aussehen: Schoner in Form groß- oder kleingemusterter Plaidware zum Schutze der Couchgarnitur bei Benutzung.

Nach dem Motto 'Alles schon mal dagewesen' gibt es sie nun wieder. Schoner. Diesmal für den Computermonitor: Wertehaltend, praktisch, weil vollautomatisch, und obendrein noch gutaussehend – zum Schutze des Monitors bei Benutzung.

Zum Beispiel 'Vertigo', die Antwort auf die Frage: Wie hat 1968 ein Avantgarde-Filmemacher einen LSD-Rausch auf die Leinwand gebracht? Zuckende Lichtblitze, rotierende Scheiben, alles in den damals angesagten 'Pop-Farben'. Da muß man stark und das Aspirin in Reichweite sein. Es ist übrigens ein Gerücht, daß die Berufsgenossenschaften ermitteln – im Büro weder Schreibtischstühle mit vier Rollen noch 'Vertigo'.

Sehenswert sind die Flying Braincells aus der After-Dark-Startrek-Edition. Daß es sich um fliegende Gehirnzellen handelt, sieht man vermutlich erst bei einer 1280 × 1024-Auflösung, im schnöden Standard-VGA sehen die Dinger aus wie fliegende A...löcher.

Zum Thema Startrek aus Puschekinosicht, wie wir es alle kennen, existieren unterschiedliche Realisierungen zwischen 8 KByte und etwas über 1 MByte Plattenkapazität. Lehrreich sind 'Scotty's Files': technische Zeichnungen der Enterprise – endlich wissen wir, wo sich das Klo auf der Kommandobrücke befindet. Eher enttäuschend aus dieser Serie ist beim ersten Kennenlernen 'The Mission': Käpten Kirk im Kommandosessel schnappt mit ruckartigen Kopfbewegungen unmotiviert nach Luft. Die Story macht so recht keinen Sinn. Und diese Einschätzung stimmt nicht, denn – man hat nicht an die notwendigen Hardwarevoraussetzungen gedacht. Bei einem 50-MHz-486 werden die Bewegungen fließender, und zu einem der modernsten Schoner gehört natürlich Ton. Zu diesem Behufe ist ein Soundblaster vonnöten. Und plötzlich wandelt sich der Eindruck radikal: Der Käpten spricht zu Dir, und 'The Mission' wird für mich zum einzigen ernstzunehmenden Benchmark.

Insider haben längst bemerkt, daß meine Betrachtungen nur den wirklich spektakulären Produkten des Marktes gelten. Alltägliches wie fliegende Toaster und Schweine

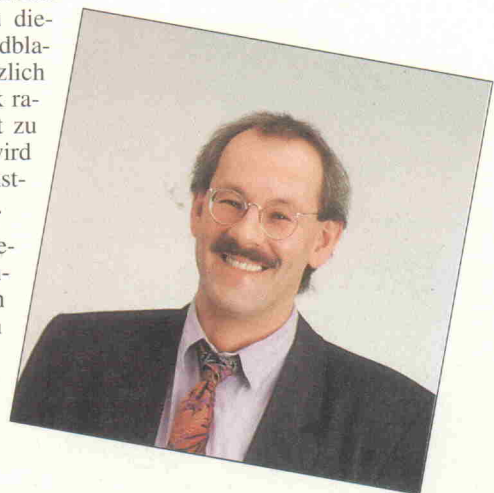
bleiben natürlich außen vor. Apropos Schweine. Auch die mit viel Fleiß erstellten sogenannten unanständigen Schoner (zeig mir Deinen Screen-Saver, und ich sag' Dir, wer Du bist) sollen unerwähnt bleiben, weil sie das Thema verfehlen. Mit ihnen kann im Prinzip nur unter der Bettdecke der Monitor geschont werden – zu welchem Zweck?

Zum Schluß eine gute und eine schlechte Nachricht. Zuerst die schlechte: Gerade dieser Tage kommt ein Monitor der neuesten Generation in die Redaktion. Dieses Gerät hat ein Power-Saving-System und schaltet bei Aufruf des Ur-Bildschirmchoners (sattes Schwarz) ab – schonungslos sinnvoll.

Die gute Nachricht: Es gibt wieder Platz auf der Platte.

*Hartmut 7 Rogge*

Hartmut Rogge







## Grundlagen

### Sanft geschaltet

Wenn Transformatoren eine gewisse Größe überschreiten, wird das Anlegen der Netzspannung zum Vanque-Spiel: Hält die Sicherung oder nicht? Eingehend mit den Spielregeln beschäftigt hat sich die Freiburger Fraunhofer-Gesellschaft. Leider ist das Einschalten im Nulldurchgang ein kapitaler Holzweg; mit welchen Tricks man dem Einschalt-Übel zu Leibe rücken kann, erfahren Sie ab

**Seite 30**

## Design Corner

### Schaltregler-Designer

Der Entwurf von Schaltreglern ist eine fachgebietübergreifende Disziplin: gefordert sind Kenntnisse über lineare und digitale Steuerungen, das Verhalten von geschalteten Leistungsstufen und – für viele Elektroniker ein Greul – ein intimes Verhältnis zum magnetischen Feld. Da schafft eine Software wie Linear Technologys SwitcherCAD doch Erleichterung: über 300 integrierte Formeln sind bei der Entwicklung behilflich.

**Seite 20**



## Grundlagen

### CO-Detektor

Kohlenmonoxid weist eine relativ hohe Toxizität auf. Bereits bei einer Konzentration von nur wenigen ppm Kohlenmonoxid in der Atemluft stellen sich Kopfschmerzen ein, höhere Konzentrationen können zu Bewußtlosigkeit und Tod führen. Auf Basis des Sensors TGS 203 sowie eines speziellen Steuer-ICs kann man ein Meßgerät realisieren, das auch relativ kleine Konzentrationen dieses Gases quantitativ präzise erfaßt.

**Seite 26**

## Grundlagen

### Feldbussysteme

Eine Betrachtung der Situation auf dem Feldbusmarkt lädt – so lehrt die gegenwärtige 'Feldbusdiskussion' – zu einem Vergleich von nichtssagenden Größen ein. Sehr beliebt ist beispielsweise die Gegenüberstellung des Antwortzeitverhaltens in Milli- oder Mikrosekunden. Für den Anwender von viel größerer Bedeutung als irgendein Zahlenwert ist aber die Eignung eines bestimmten Feldbussystems für seine individuelle Automatisierungsaufgabe. Im ersten Teil des Beitrags über 'Fabrikbusse' werden deshalb die Grundlagen der offenen Kommunikation für diesen Bereich behandelt.

**Seite 56**

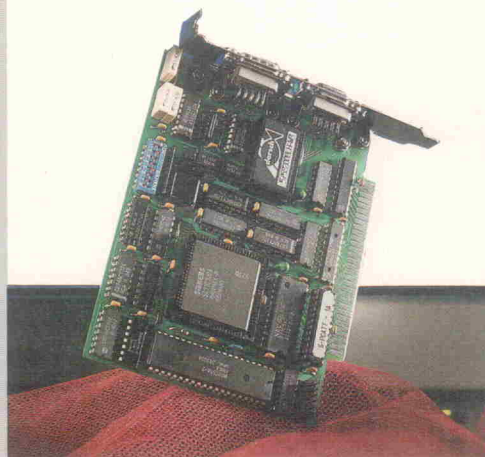


## Projekt

### InterBus-S-Chauffeur

Ein Feldbus-Anschluß macht den PC zum steuernden Kopf industrieller Anlagen. Anschaltungen für gängige Bussysteme sind jedoch noch rar gesät oder teuer. Diese kompakte Karte läßt maximal 4000 binäre Geber und Stellglieder an einem Strang ziehen. Dank ihrer InterBus-S-Kompatibilität eignet sie sich für Softwareentwicklung, Inbetriebnahme, Service oder laufenden Betrieb. Der erste Teil der Artikel-Folge beschreibt die PC-Trumpf-Karte ...

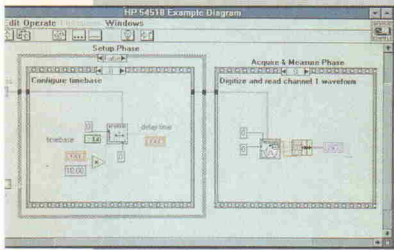
**Seite 61**





## PreView

### Instrument im Bild



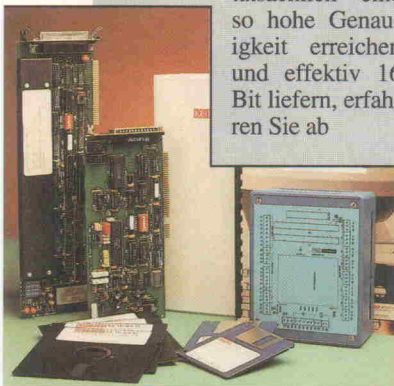
Mit LabVIEW für Windows lassen sich Programme für das Geräte-Management und die Datenauswertung meßtechnischer Instrumente an IEC-, VXI oder MXI-Bus erstellen. Clou dieses Entwicklerpaketes ist die grafische Programmierung virtueller Instrumente. Was das ist und was es bringt, wurde anhand der derzeit aktuellsten Programmversion 2.5.2 erprobt.

**Seite 22**

## Test

### Alchemie in 16 Bit

A/D-Wandler, die 16 Bit liefern, erfassen das Eingangssignal in einem in 65 536 Stufen aufgelösten Meßbereich. Bei einem idealen Umsetzer wäre dabei der systembedingte absolute Quantisierungsfehler knapp ein tausendstel Prozent. Ob A/D-Karten im PC – einer Systemumgebung, die bekanntermaßen etliche potentielle Quellen von Störsignalen mit sich bringt – auch tatsächlich eine so hohe Genauigkeit erreichen und effektiv 16 Bit liefern, erfahren Sie ab



**Seite 45**

## Titel



### Dauerbrenner

EPROMs, GALs und PALs – alle Speicherbausteine werden größer, die Brennzeiten kürzer, die Programmier-Algorithmen komplexer. Zeit also, sich nach einem zukunftssicheren Programmiergerät umzusehen, mit dem sich die heute bekannten Speichersteine 'füllen' lassen; auch bei Änderung der Algorithmen – ja, selbst dann, wenn Bausteine auf den Markt kommen, von denen heute noch nicht einmal die Pinbelegung bekannt ist.

Dreh- und Angelpunkt des Projekts ist dabei ein Logical Cell Array (LCA), mit dem – durch ein Software-Update – sogar die Hardware für künftige Aufgaben konfigurierbar ist, sozusagen ein Redesign der Platine per Diskette.

**Seite 35**

# Inhaltsverzeichnis

Seite

## aktuell

Bauelemente	9
Feldbusse	10
Firmenschriften	12
Steckverbinder	14
Kommunikationstechnik	15
CAD	16
Hannover - Messe Industrie '93	18

## Test

PreView: LabView für Windows: Instrument im Bild	22
A/D - Karten für PCs: Alchemie in 16 Bit	45

## Entwicklung

Design Corner: Software für Schaltregler - Designer	20
---	----

## Projekt

Programmierbare Bausteine: Dauerbrenner	35
PC - Meßkarte: Wandel - Board (2)	40
Automatisierung: PC steuert InterBus - S (1)	61
In - Circuit - Emulator: Inside HC 11 (2)	71
56001 - Entwicklungssystem: Wellenreiter (3)	85

## Grundlagen

CO - Detektor	26
Trafos: Sanft geschaltet	30
Feldbussysteme	56
Netzwerkanalyse: Chaos mit System (1)	76
Regelungstechnik (13)	81

## Rubriken

Editorial	3
Briefe	7
Bücher	84
Die Inserenten	101
Impressum	101
Dies & Das	102
Vorschau	102



## Messwertfassung für PC/XT/AT/386

RELAIS-16 std.  
16 Ausgänge über  
Relais  
DM 333,-

WITIO-48 std.  
48 Ein/Ausgänge TTL  
3\*16Bit Zähler  
DM 149,-

RELAIS-16 ext.  
16 Ausgänge über  
Relais  
24 Ein/Ausgänge TTL  
3\*16Bit Zähler  
DM 437,-

WITIO-48 ext.  
48 Ein/Ausgänge TTL  
8 Interrupteingänge  
3\*16Bit Zähler  
Quarzbasis  
DM 264,-

OPTOIN-16 ext.  
16 Ausgänge über  
Optokoppler  
8 Eingänge IRQ-fähig  
Quarzbasis  
DM 437,-

OPTOOUT-16 std.  
16 Ausgänge über  
Optokoppler  
DM 333,-

OPTOIN-16 std.  
16 Eingänge über  
Optokoppler  
DM 333,-

OPTOOUT-32 ext.  
32 Ausgänge über  
Optokoppler 150 mA  
24 Ein/Ausgänge TTL  
3\*16Bit Zähler  
DM 529,-

Fordern Sie unseren kostenlosen Katalog an

**messcomp Datentechnik GmbH**

Lärchenstr. 2 8094 Edling  
Tel: 08071/40091 Fax: 08071/3498

## Der I/O - Gigant MFB2

... mit der Unterstützung direkt durch den Hersteller...

- ✓ 48 Digitaleingänge, 3,2-24V, 3,75kV optoisoliert und zweipolig herausgeführt. ("schwimmend")
- ✓ 48 Digitalausgänge, high- oder lowside, 5-24V, je 250mA EINZELN elektron. abgesichert, 3,75kV optoisoliert und zweipolig herausgeführt.
- ✓ 8 Relais, 1xUM, 24W/120Vac, 1A/30Vdc
- ✓ 12-/14-/16bit Track&Hold-ADC, 32 single-ended Eingänge, 12,5 - 10 kHz Sample rate inklusiv aller Einschwingvorgänge beim Kanalwechsel, Range +10V/-10V bei V=1, Verstärkung 1/10/100 wählb., Überspannungs- und ESD-Schutz, Eingangsimpedanz > 2 Meg., Linearität über alles +/- 1LSB
- ✓ 3fach 16bit-Timer über IRQS 2,3 oder 4
- ✓ Memory- und IO-Port-Interface, 28 aufeinanderfolgende Bytes
- ✓ PC-Longformat 335 X 107 mm, Abgleich- und Testsoftware, C-Funktionen.

Preise: 12bit 3922,- 14bit 4140,- 16bit 4462,- DM (incl.)

Durch Teilbestückung realisieren wir auf Wunsch auch günstigere kundenspezifische Varianten.

Gesellschaft für industrielle Elektronik

D-W6917 Schinai, Postfach 1280  
Tel.: 06228/8781, Fax: 06228/8337

**EBRU**

## EPROP

PC-MegaBit-EPROPmer

## Zukunftssicher:

Unterstützt 8- und 16-Bit-EPROPmer, EEPROMs, Flash-EPROPmer (24, 2K, 12 und 40 Pins).  
Mit GAL-Extender werden jetzt auch GAL-Bausteine unterstützt.

## Vielseitig:

2716, 2732, 2732A, 2764, 2764A, 2712K, 2712KA, 27256, 27256A, 27512, 27512A, 27010, 27C1001, 27020, 27C2001, 27040, 27C4001, 27100, 27C1002, 27220, 27C2202, 27C2040, 27240, 27C2040E, 27011, 28C16, 28C34, 28C56, 16N5064, 28F256, 28F512, 28F1010, 28F2020 sowie CMOS-Typen.

## Komfortabel:

Einfach zu bedienende Software mit menügesteuerter Window-Oberfläche.

## Erweiterbar:

Mit dem GAL-Extender-Ansatz werden die GAL-Typen 16V8, 16V8A, 20V8, 20V8A, 22V10 und 6001 der Firmen Lattice, SGS-Thomson und National programmierbar. Damit können alle gängigen PAL-Typen ersetzt werden.

**Preiswert:**  
EPROP-Fertiger DM 535,-  
inkl. Hardware und GAL-Extender  
EPROP GAL-Extender DM 298,-  
inkl. Hardware und GAL-Extender  
GAL-ASM-Starterkit DM 98,-  
inkl. ASM-Assembler (16-Bit-Assembler) und in-mem-IO (2K) und 20V8  
PLCC-Option DM 198,-  
2716 und 2732 (20V8) (16-Bit-Assembler) und in-mem-IO (2K) und 20V8

Preise für EPROPmer, EEPROMs, Flash-Memories und GALs auf Anfrage.



SBCs

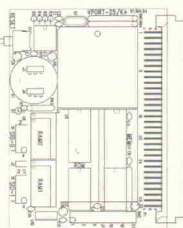
**taskit Rechnertechnik GmbH**

Industriesteuerungen - Auftragsentwicklungen  
Kaiser-Friedrich-Straße 51, 1000 Berlin 12  
Telefon 030 / 324 58 36, Fax 030 / 323 26 49

## Single Board Computer

mit V25, V50 oder 80C152

Für den Einsatz in Steuerungen und Kleinserien bieten wir bewährte preiswerte CPU-Module. Die Software-Entwicklung erfolgt komfortabel mit den auf Ihrem PC verfügbaren C-Compilern Microsoft-C oder Turbo-C. Die ROM-Loader-Tools SMALL-EXIT und PROF-EXIT machen Ihre Programme EPROM-fähig. Für die Erstellung größerer Projekte stehen das Echtzeitbetriebssystem SYSCOM und der Hardware-C-Source-Debugger ID1600 zur Verfügung. Oder Sie starten einfach mit dem speziell für Mess- und Steuerungsaufgaben entwickelten BASIC-Interpreter MSR-BASIC.



EPROMmer

**Microsoft-C + Turbo-C im (EP)ROM**

Universelle Entwicklungstools für NEC V-Serie + Intel 80x86 CPUs

SMALL-EXIT DM 148,-

PROF-EXIT DM 795,-

**VPORT-50** DM 665,00  
Steuerungsschreiber mit NEC V50 (8 MHz) im Europakartenformat. Mit ECU-Interface. Bis zu 64 Port-Ein-/Ausgängen. Optional mit Echtzeituhr und Batteriepufferung.

**VPORT-25/k** DM 498,00  
Mini-Single-Board-Computer (72 x 100mm) mit NEC V25 (8 MHz), inkl. 64k RAM, Monitor-EPPROM, Watchdog und optionaler Echtzeituhr.

**VPORT-25/k+** DM 598,00  
wie VPORT-25/k, jedoch mit NEC V25+ (10 MHz) und 256k RAM.

**VPORT-152/k** DM 498,00  
Mini-Single-Board-Computer (72 x 100mm) mit Intel 80C152-CPU (kompatibel zu 80318051), inkl. 32k RAM, Monitor-EPPROM, Handbuch und Diskette.

Wir erstellen auch kundenspezifische Lösungen in Ihrem Auftrag. Bitte sprechen Sie uns an.

## IEEE-488

- Schnittstellen + Software
- Analysatoren + Konverter
- Extender + Kabel etc.
- DOS, Windows, OS/2, UNIX, SunOS

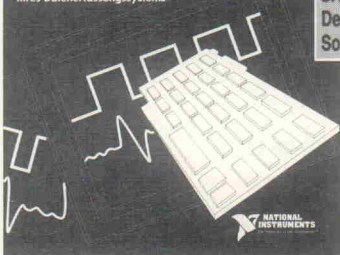
**ines**  
Messtechnik  
Datenverarbeitung

ines GmbH  
Neuenhöfer Allee 45  
D-5000 Köln 41 - Germany  
Telefon 02 21/49 16 21 - 49 22 99  
Telefax 02 21/4 99 56 05

## DAQ Designer™

computergestütztes, interaktives Programm zur Auslegung  
Ihres Datenerfassungssystems

Kostenlose  
DAQ  
Designer™  
Software



Stellen Sie Ihr Datenerfassungssystem  
richtig zusammen - von Anfang an!  
Tel.: 089/714 50 93

**NATIONAL INSTRUMENTS**  
The Software is the Instrument™  
National Instruments Germany GmbH  
Konrad-Celtis-Straße 79  
W-8000 München 70  
Fax: 089 / 714 60 35

© Copyright 1992  
National Instruments Corporation  
Alle Rechte vorbehalten.

Information  
+ Wissen

**HEISE**

Verlag Heinz Heise  
GmbH & Co KG  
Helstorfer Straße 7  
3000 Hannover 61

**ct** magazin für  
computer  
technik

**Multiuser  
Multitasking  
Magazin**

**ELRAD**  
Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen



## DSP-Projekt schlägt Wellen

Wellenreiter, 56001-DSP-System für Entwicklung und Ausbildung, ELRAD 2/93... 4/93.

Endlich startet eine Elektronik-Zeitschrift den Versuch, die nicht einfache Materie 'DSP' einer breiten Leserschicht zugänglich zu machen. Doch hiermit haben Sie ein Faß ohne Boden aufgemacht: Ich freue mich daher schon jetzt auf einen DSP-Einführungskurs in den nächsten 15 bis 20 Ausgaben der ELRAD ...

Mein Aufgabengebiet als Entwicklungsingenieur erstreckt sich von der analogen Hochfrequenz-Hardware-Entwicklung über A/D- und D/A-Wandler, DSP- und Peripherie-Hardware bis zur Programmierung des DSP 56001. Der Programmgeschwindigkeit wegen programmiere ich nur in Assembler, da der Motorola C-Compiler die meisten DSP-Features nicht ausnutzt und mir eine Verquickung von C und DSP-Assembler nicht sinnvoll erscheint.

Daher einige Anmerkungen und – ich hoffe positive – kritische Bemerkungen, zunächst zu dem Befehl REPEAT n:

Es ist durchaus richtig, daß der DSP den danach in der Pipeline stehenden Befehl n-mal ohne Programmspeicherzugriff wiederholt, jedoch sind während der Zeit dieser n Instruktionszyklen sämtliche Interrupts gesperrt.

Zum Thema Interrupts:

'... Demnach reagiert der Prozessor erst fünf Instruktionszyklen nach Anlegen eines Signals auf einen Interrupt ...' Das sind bei 33 MHz weniger als 500 ns.

Eine wichtige Eigenschaft des DSP 56001 bezüglich Interrupts ist in Ihrem Artikel ganz weggefallen: die sogenannten Short-Interrupts. Bei diesem Interrupt-Typ, der zwei Ein-Wort-Befehle enthalten muß, wird die Pipeline 'eingefroren', die beiden Interrupt-Befehle werden ausgeführt; es ist also kein Overhead nötig.

Parallelprozesse sind nur nutzbar, wenn für jeden Speicherbereich ein eigener Daten- und Adreßbus zur Verfügung steht. Dies ist nur bei folgenden Konfigurationen gegeben:

- Der Programmcode sowie die Daten befinden sich in den internen Speicherbereichen, so daß der DSP mit allen 3 Bus-Paaren YDB + YAB, YDB + XAB und PDA + PAB arbeiten kann.
- Der Programmcode steht im externen Speicherbereich, die Daten im internen X- und Y-Speicherbereich. Hierbei schalten die Bus-Switches PAB und PDB auf den externen Bus, so daß auch hier drei Bus-Paare gleichzeitig auf drei Speicherbereiche zugreifen können. Dies gilt sinngemäß auch für jene Permutationen, die einen externen und zwei interne Speicherbereiche nutzen. Dies ist eine ganz entscheidende Einschränkung der parallelen Verarbeitung: Sind die oben angegebenen

Voraussetzungen nicht gegeben, führt der DSP zwei oder drei einzelne Speicherzugriffe nacheinander aus, auch wenn parallel programmiert wurde.

Die Aussage, daß bei dem Beispiel

MAC X0,Y0,A X:(R0)+,X0 Y:(R4)+,Y0

die inkrementierten Inhalte der Adreßregister R0 und R4 *generell* nicht sofort im nächsten Instruktionszyklus aktuell sind, ist so falsch!

Es ist beispielsweise folgende Schleife denkbar:

```
...  
MOVE Y:(R)+,Y0      ;initialisiere Y0 für die  
                     ;erste Multiplikation  
MOVE X:(R0)+,X0      ;initialisiere X0 für die  
                     ;erste Multiplikation  
MOVE #$200000,A      ;initialisiere Akku  
DO #5,_end_of_do     ;Wiederhole 5mal  
MAC X0,Y0,A X:(R0)+,X0 Y:(R4)+,Y0  
                     ;A = A + X0 * Y0  
                     ;Lade neuen Wert in X0 und  
                     ;inkrementiere danach R0  
                     ;lade neuen Wert in Y0 und  
                     ;inkrementiere danach R4
```

\_end\_of\_do

...

(...) Zu dem MAC-Beispiel mit den parallelen Speicherzugriffen über R0 und R4 ist noch anzumerken, daß diese beiden Speicherzugriffe nur dann gleichzeitig möglich sind, wenn die beiden Adreßregister Rn je einer der beiden Adreß-ALUs zugeordnet sind. Des weiteren sei noch angemerkt, daß der DSP 56001 keine Integermultiplikation, sondern 'nur' Fixed-Point-Arithmetik durchführen kann. Man kann natürlich die DSP-interne Zahlendarstellung als Integer interpretieren, jedoch muß man dann beim Laden der Daten-ALU-Register X0, X1, Y0, Y1, A0, A1, A2, B0, B1 und B2 sehr vorsichtig sein.

Der Befehl MOVE #\$35,X0 führt nicht etwa zu X0 = \$000035, sondern zu X0 = \$350000, da der DSP die Zahlen linksbündig als 'fractional' interpretiert. (...) Das X-ROM enthält die µ-law- und A-law-Komprimierungs-Tabellen, die eine sehr schnelle Konvertierung von linearen 13-Bit-Sprachdaten auf 8 Bit logarithmisch komprimierte PCM-Daten erlauben.

Zum guten Schluß noch ein paar Anmerkungen zu Ihrer Hardware:

Ich finde es schade, daß man sich, um mit dem DSP arbeiten zu können, noch mit einem Controller 'herumplagen' muß. Die Steuerung würde der DSP nebenher erledigen. Zum Booten des DSP wird auch kein externer Controller benötigt. An den HOST-Port des DSP kann man ein 8 Bit breites Standard EPROM anschließen, das einen externen Adreßzähler (in einem EPLD oder in diskreter Logik) enthält, der nach einem RESET die EPROM-Adressen hochzählt und die HOST-Write Signale erzeugt; die Kommunikation mit einem Terminal ist eine Standard-Applikation, die das Hauptprogramm ebenfalls nicht sehr brems.

## CadSoft hat wieder zugeschlagen



### Mit dem neuen 100%-Autorouter



## EAGLE 2.6

Schaltplan ■ Layout ■ Autorouter

EAGLE ist in Deutschland öfter im Einsatz als jedes andere Programm zur Platinen-Entflechtung. Das hat gute Gründe. Allen voran das hervorragende Preis/Leistungs-Verhältnis und die leichte Bedienbarkeit, die uns zahlreiche Zeitschriftenartikel bescheinigt haben.

Jetzt können Sie mit EAGLE noch effektiver arbeiten. Der neue Autorouter läßt keine Wünsche mehr offen:

Ripup/Retry, kleinstes Platzierungs-Raster 1/1000 Zoll (1 Mil), kleinstes Routing-Raster 4 Mil, SMD-fähig, bis zu 16 Layer, Steuerung durch Design Rules und Kostenfaktoren.

Aber auch mit dem Layout-Editor alleine können Sie Platinen auf Ihrem AT entflechten, die den höchsten industriellen Anforderungen genügen.

Skeptisch? Dann sehen Sie sich doch einmal unsere voll funktionsfähige Demo an, die mit Original-Handbuch geliefert wird. Damit können Sie das Programm mit den Modulen und den Ausgabetreibern ohne Größenbeschränkung testen.

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

Preise inkl. 15 % MwSt., ab Werk. Bei Versand zzgl. DM 9,20 (Ausland DM 25,-). Mengenrabatte auf Anfrage.



**CadSoft Computer GmbH**  
Hofmark 2  
8261 Pleiskirchen  
Tel. 08635/810, Fax 920



Auch wenn ich Ihr System für meine Anwendungen umbauen muß/müßte, werde ich diese Serie weiter mit Interesse lesen und eventuell sogar für private Anwendungen nachbauen.

Dipl.-Ing. (BA) Günther Hoen,  
7257 Ditzingen 4

*Zuviel des Lobs: Bereits 1989 veröffentlichte Elrad zwei DSP-Entwicklungssysteme mit dem TMS 32010 beziehungsweise TMS 32025 und 1990 ein weiteres mit einem AT&T DSP 32: 'Kurzer Prozeß' von Ingolf Hellman (Elrad 3/89) und 'SESAM' von Hartmut Duwald (Elrad 11/89), 'Signal-Doppeldecker' von Thomas Laux (Elrad 12/90). In Heft 4/90 brachte Elrad Entwicklungsgrundlagen mit dem Signalprozessor SAM 8905.*

Wenn Sie in die nächsten Ausgaben schauen, in der Hoffnung auf einen einführenden DSP-5600x-Artikel, werden Sie enttäuscht sein: so interessant dieses Thema auch ist, muß sich Elrad nebenbei vielen anderen Themen widmen. Daß der Artikel nicht sämtliche Fragen vollständig – und deshalb für Sonderfälle sogar 'falsch' – wiedergibt, liegt leider in der Natur eines derart komplexen Themas. Zumindest das Motorola-DSP-Handbuch gehört zur Pflichtlektüre von Freunden des Wellenreiters. Zum MC 68008 sei erwähnt, daß der Baustein zur Entlastung des DSP und zur Steigerung der Flexibilität des Wellenreiters installiert wurde – natürlich geht es auch anders. st

## Komplettbausätze zum ST-MessLab

In den Ausgaben 12/92...3/93 stellte ELRAD das Projekt 'ST-MessLab', ein universeller Meß- und Regelarbeitsplatz für Atari-Rechner, vor.

Mich hat der Leistungsumfang dieses Systems sehr beeindruckt, und ich möchte deshalb anfragen, ob (und wenn ja, wo?) die Möglichkeit besteht, das System als Bausatz zu beziehen.

Axel Hammer,  
8850 Donauwörth

*Aufgrund der großen Nachfrage haben sich die Autoren selbst bereit gefunden, Bausätze zum Projekt zu vertreiben. Die Adresse lautet: Carsten Avenhaus, Am Schreiberholz 8, 8502 Zirndorf. In der Elrad-Mailbox, erreichbar unter der Nummer 05 11/5 47 47 73, befinden sich Updates der in*



*Heft 2/93 und 3/93 abgedruckten Listings. Darüber hinaus gibt es eine kleine Routine, mit der sich der Cache des Atari TT abschalten läßt. Die Schnittstellen für Atari 1040, Mega ST*

*und den 19-Zoll-Atari befinden sich derzeit im Test und sind in Kürze verfügbar.* pen

## Zeichen setzen

Im Editorial, ELRAD 2/93, veröffentlichte die Redaktion eine Stellungnahme von Dr. Franz-Josef Wissing, Hauptgeschäftsführer des ZVEI, zum Thema Ausländerhaß in Deutschland. Mit dem gleichen Thema befaßte sich auch die Rubrik Dies & Das derselben Ausgabe. Sie stellte eine Aktion der Gesellschaft für Strukturanalyse (GfS) in Aachen vor.

Es war schön, beim Lesen der Ausgabe 2/93 festzustellen, daß in ELRAD auch Platz ist für Aufrufe gegen Haß und Gewalt. Zwar finde ich die Erklärung des ZVEI teilweise sehr schwammig und zu weich (zu spät sowieso); dafür ist der Aufruf der GfS deutlicher. Wie dem auch sei, es geht jetzt nicht so sehr um Inhalte, sondern um Zeichen. Und in diesem Sinne sind diese Aufrufe in ELRAD zu begrüßen.

Ich finde es wichtig, daß eine Fachzeitschrift auf diese Probleme aufmerksam macht. Gerade im technischen Bereich neigen doch viele Menschen dazu, in ihrer Arbeit so sehr aufzugehen, daß gesellschaftliche Probleme nicht mehr wahrgenommen, oder nicht als die eigenen angesehen werden.

Ich sehe diese Elrad-Ausgabe auch in einer Reihe mit der Ausgabe 3/91. Damals im Golfkrieg hatte sich das Magazin (ich glaube als einzige Fachzeitschrift) über das Thema Krieg/Elektronik Gedanken gemacht. Haben Sie bitte auch weiter den

Mut, sich zu wichtigen Themen außerhalb der Elektronik zu äußern.

Robert Ernst,  
1000 Berlin 21

## Nachträge

### Treiber anstelle von Schmitt-Triggern

Lichte Trennung, optoentkoppelter V.24-Treiber in Heft 1/93.

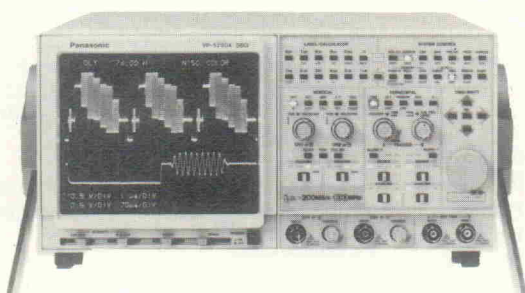
In der Stückliste auf der Seite 32 hat sich ein Druckfehler eingeschlichen. Wie man dem Schaltplan entnehmen kann, ist IC 3 kein Baustein mit sechs nicht-invertierenden Treibern, sondern ein IC mit sechs invertierenden Schmitt-Triggern. Anstelle des 74HC17 muß man bei der Zusammenstellung der Bauelemente also in die 74HC14-Kiste greifen. Außerdem ist aufgrund einer Layout-Verbesserung die Brücke BR2 entfallen. cf

### Zeitgeist auch im Atari

Zeitgeist, DCF-77-Empfänger in Heft 2/93.

Mangels passender Software war der Empfang der amtlichen Zeitzeichen mit dem DCF-Empfänger ausschließlich PC-Besitzern vorbehalten. Jetzt ist in der ELRAD-Mailbox eine DCF-Software auch für Atari ST/TT abrufbereit. Ein Download der Freeware von Ralf Zimmermann sowie der aktuellen PC-Software ist unter der Nummer 05 11/5 47 47 73 (max. 9600 Baud/MNP, 8N1) möglich. cf

# Panasonic



\*Analog/Digitaloszilloskop

## Das Super-AnDi\*-Oszilloskop

- 80 k Worte 5 ns Erfassungs-Speicher
- VP-5750 200 MS/s,
- 100 MHz Random Sampling (4 GHz),
- 20 K/170 K Worte Datenspeicher
- 1 bis 100 MHz 60 dB Spektrum-Analyse,
- 100 MHz Analog

- Intelligent durch Rechenwerk und makro-programmierbare Ablaufsteuerung, 10 + 35 Programmspeicher, 120 Hilfsppeicher
- Listings auch für Video-Analyse
- TV-Zeilen- und Halbbildwahl, Klemmung
- Peak, Mitteilung, Min/Max-Speicher
- Interpolation, digitale Filter, Cursors
- Grenzwertüberwachung, Frequenz, Effektivwert
- Triggervverzögerung, Signal-Dehnung bis 100 m
- IEC-Bus, Plotter, Rechnersoftware

Wollen sie mehr wissen? Wir führen im Detail vor.

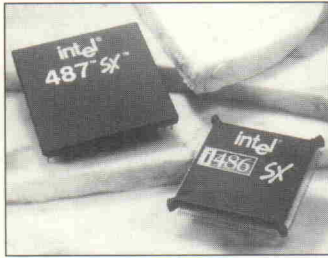
## Dynatrade Electronic GmbH

Schimmelbuschstraße 25 · 4006 Erkrath 2 - Hochdahl · Tel. 02104/31147 · Fax 02104/35790



## Bauelemente

### SX = DX?



Ebenso wie Motorola und AMD schloß der Chiphersteller Intel das Produktionsjahr 1992 mit einem Rekordergebnis ab. Trotzdem kamen aus Zulieferkreisen Gerüchte auf, die sich nicht nur auf Probleme mit Flash-Memories bezogen. Wie schon die Computerwoche in der Ausgabe vom 29. Januar berichtete, unterschätzte die Muttergesellschaft in Santa Clara offensichtlich die Nachfrage nach diesen Speicherbausteinen. Kleinlaut wurden dann große Teile der Produktion an die japanische NMB-Semiconductor abgegeben, die jedoch Schwierigkeiten mit dem Herstellungsprozeß hatte.

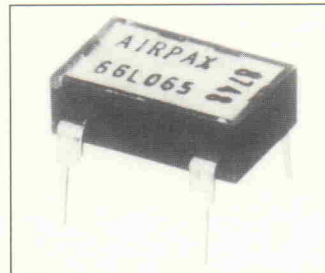
Auf einen möglichen zweiten Akt der Tragödie deuten Gerüchte, nach denen Intel schon Mitte 1992 nicht mehr in der Lage war, die überraschend große Nachfrage an 80486-SX-Prozessoren zu befriedigen. Die Situation ist wahrscheinlich deshalb entstanden, weil durch einen verringerten Produktionsausschuß immer weniger 80486-DX mit defektem Coprozessor und damit weniger potentielle 80486-SX-Chips zur Verfügung standen. Unter strengster Geheimhaltung soll dann in den Chefetagen der Beschluß gefaßt worden sein, als Ersatz für die ja mehr oder weniger als Abfallprodukt geltenden 80486-SX voll funktionsfähige 80486-DX-Prozessoren auszuliefern. Um nicht einfachen DOS-Tools die Identifikation des Coprozessors zu ermöglichen, wurde über eine Speicherstelle innerhalb des gepufferten Prozessor-RAMs der Coprozessor bei diesen Chips abgeschaltet. Falls sich diese Informationen bestätigen, schlummert in fast jedem zweiten 486-SX-Rechner ein vollwertiger DX-Prozessor, der sich durch einige Out-Befehle im Portbereich 0F8...0FF wieder aktivieren läßt.

beispielsweise PSO (einfacher Oszillator mit SAW-Resonator), VCSO (spannungsgesteuerter Typ), TCSO (temperaturkompensierter Typ) sowie OCSO (temperaturstabilisierter Typ). Nähere Informationen

sind auf Anfrage vom Anbieter erhältlich.

Tele Quarz GmbH  
Landstraße  
W-6924 Neckarbischofsheim 2  
Tel.: 0 72 68/8 01-0  
Fax: 0 72 68/14 35

## Leiterplatten-Thermostate



Willburger hat die Leiterplatten-Thermostate der Baureihen 6600 und 6700 von Airpax in sein Programm aufgenommen. Die Thermostate unterscheiden sich in erster Linie durch ihre Bauform, die elektrischen Daten der Bimetall-Schnappschalter hingegen sind weitgehend identisch. Lieferbar sind die Thermostate mit vom Hersteller eingestellten Schaltepunkten zwischen 40 °C und 120 °C mit einer Abstufung von jeweils 5 °C. Die erreichbare Schaltfrequenz ist von der Schaltleistung abhängig: An einer ohmschen Last von 5 VDC/20 mA sind 100 000 Schaltzyklen möglich, an einer ohmschen Last von 120 VAC/1 A sinkt der Wert auf 30 000 Schaltzyklen. Thermostate der Baureihe 6600 sind wahlweise mit einem Arbeits- oder Ruhekontakt ausgestattet,

das Schaltelement ist in einem DIL-ähnlichen Gehäuse untergebracht. Der Sockel und das Gehäuse sind beständig gegen abstrahlende Löthitze und die gängigen, in Reinigungsverfahren angewandten Lösungsmittel.

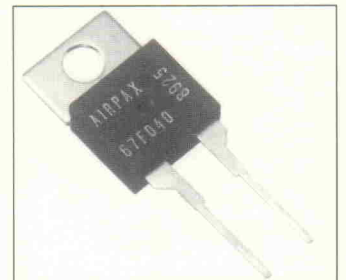
Die Thermostate der Baureihe 6700 verfügen über ein TO-220-Gehäuse, das man direkt an die zu überwachende Baugruppe montieren kann. Mit den Thermostaten aus beiden Baureihen kann man beispielsweise eine Systemabschaltung bei Über-temperatur durchführen, Warnsignale schalten oder auch Kühlsysteme aktivieren. Laut Anbieter eignen sie sich besonders als Überlastschutz in Netzgeräten, Rechnern und Peripheriegeräten.

Willburger System GmbH  
Auf der Schuchen 11  
W-8110 Seehausen  
Tel.: 0 88 41/30 28

## SAW-Oszillatoren

Tele Quarz entwickelt zur Zeit SAW-Oszillatoren, die man in vielen Applikationen als hochfrequente Taktgeber einsetzen kann. Je nach Technologie des SAW-Resonators fertigt man

diese für Frequenzen bis 500 MHz, in naher Zukunft sogar bis 1000 MHz. In Analogie zu Quarzoszillatoren bietet Tele Quarz verschiedene SAW-Oszillatortypen an,



aktuell

## Lötcomfort durch gelungenes Produktdesign.

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



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

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

**COOPER**  
CooperTools

Cooper Tools GmbH, Carl-Benz-Str. 2  
Postfach 1351, 7122 Besigheim 3, Germany  
Tel: (07143) 5800, Telex: 17714322  
Telefax: 714322, Fax: (07143) 580108



## Feldbusse

### Busfähiger Lichtsensor

Bis zu 127 Stück des neuen Lichtsensors von Wiesemann & Theis kann man an eine Combi-bus-Zweidrahtleitung anschließen, die gleichzeitig Daten und Energie überträgt. Die Daten kann man entweder mit einem Datenlogger aufzeichnen oder direkt einem PC oder Notebook zuführen. Neben den Lichtsensoren kann man auch Klima- und Temperatursensoren an den gleichen Bus ankoppeln. An beliebigen Stellen des maximal 500 m langen Buskabels kann man LCD-Anzeigen oder auch Drucker anschließen.

Wiesemann & Theis GmbH  
Wittener Str. 312  
W-5600 Wuppertal 2  
Tel.: 02 02/26 80-0  
Fax: 02 02/26 80-1 36



### CAN-Bus auf M-Modul

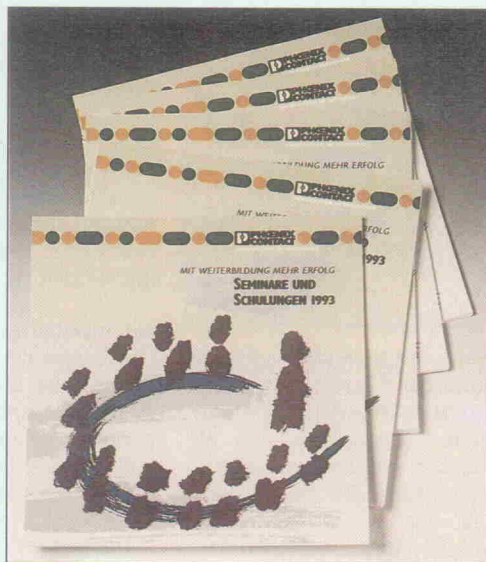
Das M-Modul M 26 von der Men GmbH ist ein intelligentes CAN-Bus-Interface für den Einsatz in Feldbus-Applikationen sowie für Tests und Diagnose. Als M-Modul ist das Interface systemunabhängig und gestattet mit einer geeigneten Modulträgerkarte den Einsatz in PC- und VMEbus-Systemen.

## Tagesseminare bei Phoenix Contact

Phoenix Contact bietet in diesem Jahr bundesweit fünf verschiedene Seminarreihen sowie ein umfangreiches Schulungsprogramm im Bereich Installationstechnik an. Zielsetzung der Seminare ist die Vermittlung von anwendungsbezogenem Fachwissen für Installation und Wartung sowie Programmierung und Konstruktion. Praxisorientierte Schulungen ergänzen die Tagesseminare zu den Themen Einsatz verschiedener Bussysteme, industrielle Interface-Lösungen und Überspannungsschutz.

Die Seminarveranstaltungen sind für Praktiker aus den Bereichen Projektierung und Anlagen-Planung, Programmierung und Instandhaltung konzipiert. Betreiber von elektrischen Anlagen sowie Mitarbeiter aus den Bereichen Installation, Service und Inbetriebnahme, aber auch Entwicklung und Konstruktion, werden in praxisgerechten Modellsituationen ausgebildet.

Eine 55seitige Seminarbroschüre informiert ausführlich über Inhalte, Termine und Veranstaltungsorte sowie Kosten und Leistungen der eintägigen Veranstaltungen. Buchungen sind mit den beigefügten Antwortkarten möglich. Die Broschüre ist kostenlos erhältlich bei:



Phoenix Contact GmbH & Co.  
Postfach 13 41  
W-4933 Blomberg  
Tel.: 0 52 35/55 18 96  
Fax: 0 52 35/55 18 25

### Licht ins Feld

Herkömmliche elektrische Feldbusse erfordern bei Planung und Installation eine penible Beachtung der EMV-Grundlagen. Abhilfe soll der Lightbus schaffen, ein für den Sensor-/Aktuator-Bereich konzipierter störsicherer Hochgeschwindigkeitsbus. Der Lightbus-Ring besteht aus bis zu 254 über Lichtwellenleiter verbundenen Teilnehmern, was die galvanische Trennung der Anlagenteile vereinfacht. Der Abstand zwischen zwei Teilnehmern kann bei Verwendung von Plastikfasern 45 m und bei Glasfasern 600 m betragen, was einer Gesamtausdehnung von 11,4 km beziehungsweise 152 km entspricht. Die Übertragung von 32 Bit Nutzdaten benötigt 25 µs. Die einzelnen Teilnehmer sind im wesentlichen aus Gate Arrays aufgebaut. Mikrocontroller wer-

den so für die üblichen digitalen und analogen Teilnehmer entbehrlich und der Hauptangriffspunkt von Störungen wird eliminiert.

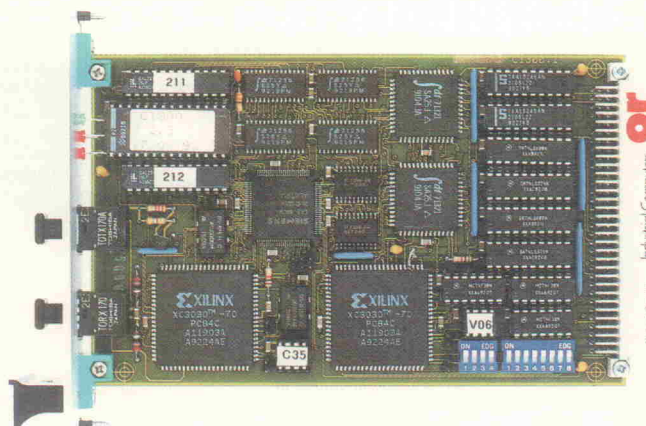
Lightbus Mastermodule sind für PC, Sun (Sbus) und VMEbus (im Bild) erhältlich. Weiterhin ist der Anschluß an Siemens SPS (S5-115/135/155), Mitsubishi SPS und Eberle SPS über entsprechende Mastermodule gewährleistet. Neben digitalen und analogen I/O-Modulen sind als Teilnehmer auch Inkremental- und Absolut-Encoder und Servomotor-Steuerungen verfügbar. Kundenspezifische Anwendungen lassen sich über ein Piggyback auf TTL-Basis adaptieren.

or Computers GmbH  
Sieglindestr. 19 1/2  
W-8900 Augsburg 1  
Tel.: 08 21/50 34-0  
Fax: 08 21/50 34-1 19

Das Modul basiert auf dem Basic-CAN-Controller 82C200, einer galvanisch getrennten ISO-High-Speed-Schnittstelle, einer galvanisch getrennten RS-485- und einer passiven Schnittstelle. Eine MC68302-CPU verschafft dem Interface die nötige lokale Intelligenz. Weiter stellt das Modul 0,5 MByte E(E)PROM, 1 MByte DRAM, acht parallele I/O-Ports, 2 KByte bidirektionales FIFO und eine serielle Schnittstelle für den Terminalanschluß zur Verfügung.

M 26 ist als Entwicklungspaket für eine OS/9-Umgebung zum Preis von 2817,50 DM erhältlich. Das Softwarepaket besteht aus Treiber-Sourcecode, Monitorprogramm sowie Schnittstellen- und Selbsttests. Auch eine MTS-Library und die Library der 68302-Host/Slave-Kommunikation sind als Objekt-Code im Lieferumfang enthalten. Eine abgemaagerte Target-Version mit Treibern für OS/9 kostet 1437,50 DM.

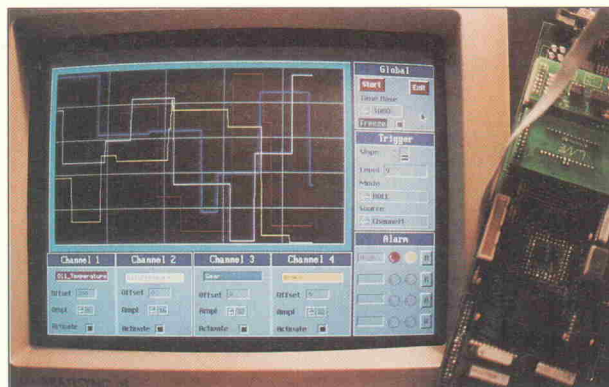
men Mikro  
Elektronik GmbH  
Wiesentalstr. 40  
W-8500 Nürnberg 90  
Tel.: 09 11/9 93 35-0  
Fax: 09 11/9 93 35-99





## eCAN-Tool

Der CAN-Emulator V3.0 von I+ME integriert neben der Modellierung von Prozeßdaten auch die ereignisgesteuerte Echtzeitsimulation von mit CAN 2.0 Part A und B vernetzten Systemen unter einer einheitlichen Benutzeroberfläche. Dabei kann der Emulator Ereignisse definieren und mit unterschiedlichen Aktionen auf diese Ereignisse in Echtzeit reagieren. Weiterhin kann man Botschaften senden, deren Datenwerte sich nach definierten Datenprofilen zeitlich ändern oder direkt von einem analogen Kanal eingelesen werden. Auch auf das Eintreffen von Ereignissen kann der Emulator reagieren, beispielsweise durch Senden von CAN-Botschaften oder durch Generieren von Applikationssignalen. Auf einem PC kann man insgesamt drei Emulatoren



gleichzeitig im Stand-alone-Modus betreiben.

Für die Prozeßvisualisierung kann das Modul NetGraph gleichzeitig bis zu vier Signalkanäle auf einem grafischen Bildschirm darstellen. Dabei wird jedem Signal ein CAN-Objekt zugeordnet. Zudem kann der Anwender Alarmlevel vorgeben, deren Unter- beziehungsweise

Überschreiten zu einer Aktivierung des Alarms führt. NetGraph kann man optional neben der bewährten Darstellungsoberfläche einsetzen, und zwar während der Online-Datenerfassung und in der Offline-Auswertung.

I+ME GmbH  
Ferdinandstr. 15 a  
W-3340 Wolfenbüttel  
Tel.: 0 53 31/7 20 66  
Fax: 0 53 31/3 24 55

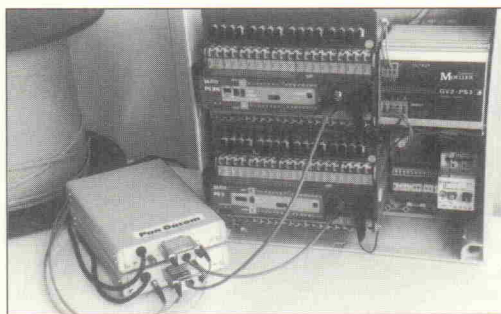
## InterBus-S auswerten

Balluff Identifikationssysteme – kurz BIS – sollen bei der Bewältigung der Informationsflut in modernen Fertigungsbetrieben helfen. Die Nur-Lese-Auswerteeinheit BIS F-490-000-A ist für den Anschluß an InterBus-S konzipiert. Auf einer Gesamtlänge von maximal 12,8 km lassen sich bis zu 63 Auswerteeinheiten betreiben. Der maximale Abstand von Einheit zu Einheit beträgt 400 m. Somit lassen sich auch weit auseinanderliegende Bearbeitungsstationen über das Bussystem verbinden. Die Codeträger-Identnummer (16/32 Bit) wird in Echtzeit mit einer maximalen Zykluszeit von 8 ms übertragen. Der Preis für die Auswerteeinheit beträgt 2112,55 DM.

Gebhard Balluff GmbH & Co.  
Postfach 11 60  
W-7303 Neuhausen/Filder  
Tel.: 0 71 58/1 73-0  
Fax: 0 71 58/50 10

## Glasfaser-Netzwerk für Profi-Bus

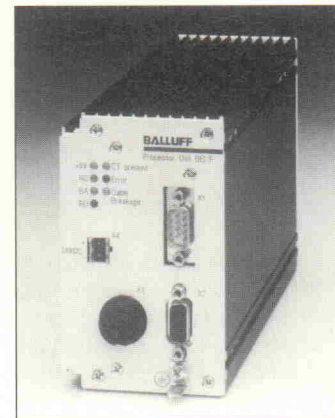
Das speziell für die industrielle Datenübertragung entwickelte Multidrop-Netzwerk FD von Pan Dacom kann beliebig viele Datenterminals sowohl in Ring- als auch in Partyline-Konfiguration miteinander verbinden. Je nach verwendetem LWL-Kabel kann man Entfernungen zwischen den Multidrop-Stationen



bis zu 3 km bei einer maximalen Übertragungsrate von 256 kBit/s überbrücken. Die modular aufgebauten Funktionseinheiten der Stationen besitzen Repeater-

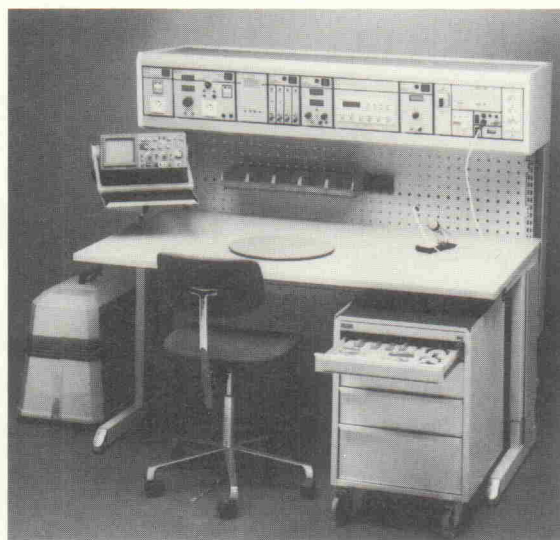
Funktionen, so daß die gesamte Übertragungsstrecke beliebig lang sein kann. Mit der Multidrop-Station FD verfügt man gleichzeitig über einen bewährten Signalverzweiger und Umsetzer von elektrischen Signalen in optische Impulse für die Übertragung auf LWL-Strecken.

Pan Dacom GmbH  
Fasanenweg 25  
W-2000 Hamburg 73  
Tel.: 0 40/6 44 09 71  
Fax: 0 40/6 44 57 92



## TEKLAB, Partner für technische Laborausrüstung

SERIE ELP 100 T



### Flexible Arbeitsplatz-Systeme für die Elektrotechnik-Elektronik

Mess- und Prüftische von der Planung bis zur Installation aus einer Hand, mit überzeugendem HIGH-TECH Geräteprogramm, ausgeführt von kompetenten Fachkräften der Elektronik/Elektrotechnik

- ERGONOMIK
- MODULTECHNIK
- EL. SICHERHEIT
- ENTSTÖRUNG
- HIGH-TECH GERÄTE PROGRAMM



Glockengießerwall 26  
2000 HAMBURG 1  
Tel. 040-30 10 42 79  
Fax 040-30 10 42 99

#### Vertrieb

**BRD:** Fa. ETM  
Tel.: 069-81 36 14  
Fax: 069-64 82 67 68

**Schweiz:** Fa. Schaid AG  
Tel.: 01-8 25 57 77  
Fax: 01-8 25 56 61

**Austria:** Fa. Strasser  
Tel.: 05 21-4 54 30  
Fax: 05 21-49 13 57

Wir stellen aus  
Han.-Industrie  
H. 12.2.OG -B36

Rufen Sie uns an und  
fordern Sie aus-  
führliche Unter-  
lagen an.



## Firmenschriften und Kataloge

### Daten und Applikationen für FIFOs

Das neue 'First-In First-Out Application and Data Manual 1993' von Texas Instrumentation liefert dem Entwicklungsingenieur alle notwendigen Informationen zur Auswahl der richtigen Bausteine für die Entwicklung neuer Systeme. Auf mehr als 300 Seiten sind die Datenblätter von uni- und bidirektionalen FIFO-Speichern mit verschiedenen Geschwindigkeiten und Organisationen zusammengefaßt. Ein Kapitel stellt unter der Überschrift 'Articles and Application Notes' die Unterschiede zwischen den 'Clocked' und 'Strobed' Versio-



den des gesuchten Bauteils. Farnell liefert alle im Katalog angegebenen Verpackungseinheiten, auch Kleinstmengen, ohne Zuschlag ab Lager.

Farnell GmbH  
Grünwalder Weg 30  
W-8024 Deisenhofen bei München  
Tel.: 0 89/12 69 92 31  
Fax: 0 89/1 23 53 10

### Von der Idee zur Wirklichkeit

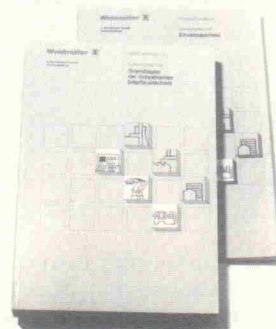
Seit Gründung von Hewlett-Packard im Jahr 1939 hat die Gesellschaft mehr als 12 000 elektronische Produkte und Systeme für den Einsatz in der Meß- und Datentechnik entwickelt, gefertigt, vertrieben und gewartet. Natürlich gehört nur ein Bruchteil davon zur aktuellen Produktpalette, auch wenn der gerade erschienene Katalog mit 648 Seiten in festem Einband einen anderen Eindruck erwecken mag. Die ersten knapp 30 Seiten stellen die Produktneuheiten vor. Es folgt ein umfangreiches Stichwort- und Modellnummernverzeichnis. Den gut 550 Seiten umfassenden Hauptteil bilden die Produktbeschreibungen. Darüber hinaus findet der Leser viele Informationen über Kundenunterstützung, Gerätefinan-

zierung, Betriebsbedingungen, Garantieleistungen und Bestellmöglichkeiten. Geräte, die über HP direkt per Telefon bestellt und sofort ab Lager geliefert werden können, sind besonders gekennzeichnet.

Hewlett-Packard GmbH  
Hewlett-Packard-Straße  
6380 Bad Homburg  
Tel.: 0 61 72/16-0  
Fax: 0 61 72/13 09

### Interface-Handbücher

Die Firma Weidmüller gibt das zweibändige Nachschlagewerk erstmalig heraus und wendet sich damit an Ingenieure in Entwicklung, Projektierung und Vertrieb. Der erste Band, 'Grundlagen der industriellen Interfacetechnik', behandelt das Basiswissen und die technischen Eigenschaften von Sensoren bis zu Aktoren mit allen dazwischenliegenden Schnittstellen. Vorschriften und Normen der Interface-Technik runden den Inhalt ab. Der zweite Band,

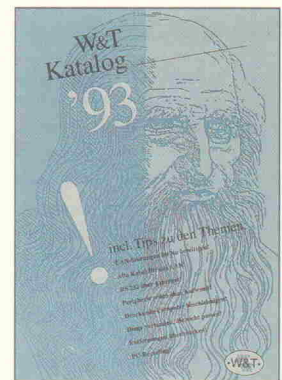


'Einzelmachine', zeigt an beispielhaften Applikationen Lösungen aus der Praxis. Diese sind nach Konstruktionsmerkmalen und Schwierigkeitsgrad gestaffelt. Blockschaltbilder und Schaltpläne erläutern die komplexen Zusammenhänge zwischen einer Steuerung, Sensoren und Aktoren.

Weidmüller Interface GmbH & Co  
Paderborner Str. 175  
W-4930 Detmold  
Tel.: 0 52 31/14-11 50  
Fax: 0 52 31/14-11 03

### Daten-kommunikation

Ab sofort ist bei der Wiesemann & Theis GmbH der neue Katalog über Netzwerktester, Repeater, Hubs und Interface-Produkte erhältlich. Alle aufgeführten Produkte sind Eigenentwicklungen von W & T und werden auch selbst gefertigt.



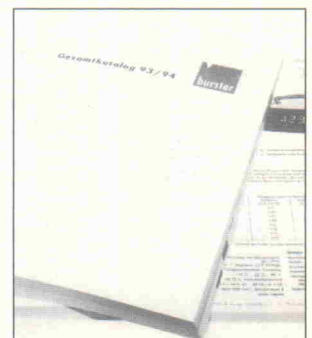
Daher fällt es dem Unternehmen nicht schwer, auch Sonderwünsche zu erfüllen und kundenspezifische Versionen zu liefern. Neben der kompletten Produktlinie befinden sich in dem Katalog eine Reihe von Tips beispielsweise darüber, wie man im Nu Lan-Störungen beseitigen oder druckende Rechner beschleunigen kann.

Wiesemann & Theis GmbH  
Wittener Straße 312  
W-5600 Wuppertal 2  
Tel.: 02 02/26 80-0  
Fax: 02 02/26 80-265

### Mit neuem Logo

Mit neuem Logo stellt die Burster Präzisionsmeßtechnik GmbH ihr umfangreiches Programm an Geräten und Sensoren zur exakten Messung elektrischer, thermischer und mechanischer Größen im gerade erschienen Gesamt-katalog '93 vor. Auf über 400 Seiten zeigt er das umfassende Lieferprogramm für Meßtechnikkomponenten und -systeme – darunter zahlreiche Neuentwicklungen. Die einzelnen Produktbeschreibungen enthalten neben den technischen Daten nützliche Applikations- und Instrumentierungsbeispiele sowie Informationen über Lieferbedingungen und Preise. Der Katalog selbst ist kostenlos.

Burster  
Präzisionsmeßtechnik GmbH & Co KG  
Talstr. 1-7  
W-7562 Gernsbach  
Tel.: 0 72 24/6 45-0  
Fax: 0 72 24/6 45-88



nen heraus, beschreibt, wie sich FIFOs kaskadieren lassen, und gibt Hinweise zum Metastabilitätsverhalten. Der Abschnitt 'Mechanical Data' im 'High Performance FIFO Memory' zeigt die Pinouts sowie die entsprechenden Abmessungen der einzelnen Gehäuseformen.

Texas Instruments Deutschland GmbH  
Haggertystr. 1  
W-8050 Freising  
Tel.: 0 81 61/80-0  
Fax: 0 81 61/80-48 28

### Jetzt halbjährlich

Um seine Kunden künftig noch aktueller über das ständig wachsende Angebot informieren zu können, gibt der europäische Elektronik-Distributor seinen Katalog, 'Bauteile der Elektronik', nun zweimal im Jahr heraus. Das vorliegende aktuelle Werk stellt auf 1000 Seiten 27 000 verschiedene Produkte von mehr als 250 Herstellern vor. Dabei wurden mehr als 4500 Produkte neu ins Programm aufgenommen. Ein detailliertes Stichwortverzeichnis erleichtert das schnelle Auffin-



## Programm- übersicht '92/93

Die neue Broschüre aus dem Hause GeBE, einem führenden Anbieter von industrieller Ein- und Ausgabetechnik, stellt alle Leistungsmerkmale des gesamten Produktspektrums vor: Tastaturen verschiedenster Technologien, Protokoll- und Meßwertdrucker sowie Mechaniken dazu, alphanumerische und grafische Displays und Controller zur Ansteuerung dieser Baugruppen. Das in dem Katalog beschriebene Handelsprogramm von Tastaturen zeigt dem Interessenten eine ganze

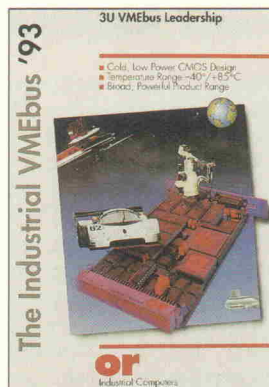


Palette von Sondertastaturen: Mehrere Versionen von POS-, Raumspars-, Miniatur- und industriellen Einbautastaturen sowie Num-Pads. Das Spektrum wird ergänzt durch kundenspezifische Auftragsentwicklungen. Der Vertrieb erfolgt hauptsächlich in direktem Kontakt an Industriekunden.

GeBE Elektronik und  
Feinwerktechnik GmbH  
Beethovenstr. 15  
W-8034 Germering  
Tel.: 0 89/89 41 41-0  
Fax: 0 89/8 40 21 68

## VME-Bus-Karten

Die Firma or Industrial Computers entwickelt und produziert seit nunmehr zwölf Jahren qualitativ hochwertige Computersysteme für den industriellen Einsatz. Der Katalog für 1993 gibt einen informativen Querschnitt durch die über 500 verschiedenen Boards umfassende Produktpalette. Die ersten Seiten beschreiben das Konzept, das hinter der Entwicklung der 3HE-VME-Bus-Karten steckt, sowie die Qualitätsansprüche, die der Hersteller an seine Produkte stellt. Tabellen geben einen Überblick über die angebotenen Boards. Das Spektrum reicht von CPU-Board über I/O-



Karten und aufsteckbaren Piggybacks bis hin zu den verschiedenen Backplanes.

or Industrial Computers GmbH  
Sieglindestr. 19 1/2  
W-8900 Augsburg 1  
Tel.: 08 21/50 34-0  
Fax: 08 21/50 34-119

## Secondhand- Produkte

Warum für hochwertige Meßgeräte mehr zahlen als nötig? Nach diesem Slogan kauft und verkauft die Firma Rosenkranz seit fast 40 Jahren Gebrauchtgeräte. Nach Aussagen des Geschäftsführers sind allein ab Lager in Darmstadt mehr als 5000 Geräte verfügbar. Dazu kommen noch welche von Niederlassungen in Europa und den USA. Es ist selbstverständlich, daß alle Meßgeräte nur werkstattgeprüft an den Käufer ausgeliefert werden. Der Katalog zeigt auf rund 70 Seiten das gesamte Produktspektrum, das in der Nachrichtentechnik und Elektronik gefragt ist: Angefangen bei A wie Abschwächer oder Analyser bis Z wie Zähler oder Zangenamperemeter. Sämtliche Preise sind mit angegeben.

Rosenkranz Elektronik  
Groß-Gerauer-Weg 55  
W-6100 Darmstadt 1  
Tel.: 0 61 51/3 33 00  
Fax: 0 61 51/31 81 92



# TAINET

## Programmierbare Gleichstromnetzteile und elektronische Last

# AMREL



### PPS Serie

- Standard GPIB Ausgang
- Rücklesbarer 12-Bit Steuerausgang
- Überspannungs- und Überstromschutz
- Programmierbare UP/DOWN - Funktion
- Kalibrierung durch Systemsoftware
- Spannungsmessung an der Last
- Programmierbarer externer Analogeingang
- Viele Möglichkeiten zur Spannungs/ Stromkombination
- Gleichspannung 0-250 V
- Strom 0 - 20 A

### Elektronische Last

- Standard GPIB und RS-232 Schnittstelle
- Konstantspannung-, Konstantwiderstandmodus
- Hochgeschwindigkeits Operationen bis zu 6A/µS
- Dauer-, Puls- und Kippmodus
- Vollschutz
- 300W Einzeleingang, max. Spannung 60V, max. Strom 60 A

### LPS Serie

- Günstige Preis/Leistungsrelation
- Dreifachausgänge  $\pm 30V/\pm 3A$  und  $5V-3.3V/3A$
- Maximale Leistung 165 W
- Rücklesbarer 12-Bit Steuerausgang
- Ausgangs EIN/AUS Funktion
- Optionale RS-232 Schnittstelle

**CeBIT'93**  
HANNOVER  
24. — 31. 03. 1993  
HALLE: H13 Stand: F29

**TAINET**

Manufacturer & Exporter

**TAINET COMMUNICATION SYSTEM CORP.**

P.O. BOX 10-08 NEI-HU,  
TAIPEI, TAIWAN, R.O.C.  
TEL: 886-2- 658-3000  
FAX: 886-2- 658-3232



## Steckverbinder

### Mit 20 bis 100 Polen

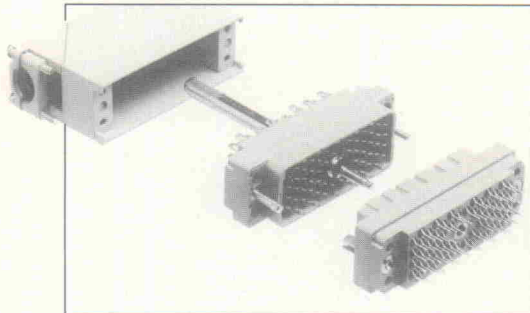
3M stellt neue miniaturisierte Verbinder mit einem Rastermaß von 1,27 mm vor, die aus Buchsensteckern mit 20 bis 100 Polen und den dazugehörigen einlötbaren Stiftleisten in gerader und abgewinkelter Ausführung bestehen. Die Buchsenstecker basieren auf dem von 3M entwickelten Hill'n-Dale-Prinzip, bei dem die jeweils nebeneinander liegenden Einzelleiter des Flachbandkabels beim Verpressen auf unterschiedliche Ebenen (Berg-und-Tal-Prinzip)



gedrückt werden. Damit lassen sich die U-Kontakte bei gleichem Platzbedarf größer und somit stabiler dimensionieren. Derartige Verbinder weisen relativ große Luft- und Kriechstrecken und eine hohe Kontaktsicherheit auf.

3M Deutschland GmbH  
Carl-Schurz-Str. 1  
W-4040 Neuss 1  
Tel.: 0 21 31/14-0  
Fax: 0 21 31/14-26 49

## I/O-Steckverbinder



Die von Data Modul vertriebenen Ein-/Ausgabesteckverbinder des nordamerikanischen Herstellers EDAC sind mit 20, 38, 56, 90 und 120 Kontakten erhältlich. Zudem hat der Anwender die Wahl zwischen Lötösen, Lötpins und Wire-Wrap-Kontakten. Gehäuse und Kontakte sind auch separat lieferbar, zusätzlich gibt es

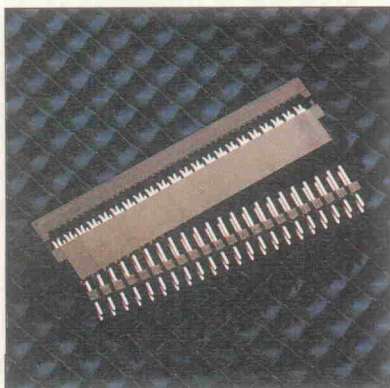
auch Abdeckhauben aus Polycarbonat mit oberem oder seitlichem Kabelausgang sowie Zink-Abdeckhauben mit universeller Kabelklemme für eine Kabelführung nach oben oder seitlich. Eine Sicherungsschraube erlaubt ein

leichtes Verbinden und Lösen von Stecker und Buchse und schützt zugleich vor einem versehentlichen Trennen der Verbindung.

Data Modul AG  
Landsberger Str. 320  
W-8000 München 21  
Tel.: 0 89/5 60 17-0  
Fax: 0 89/5 60 17-1 19

## 2-mm-Steckverbinder

Cambion stellte vor kurzem 2-mm-Schneidklemm-Steckverbinder sowie die dazu passenden geraden und abgewinkelten Fassungen vor. Die 2-mm-

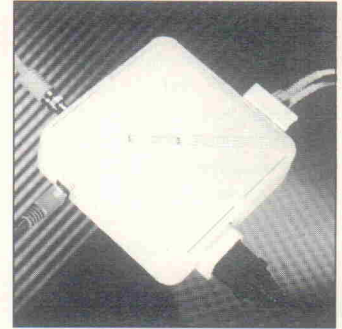


Buchsen sind als schnelle, verlässliche Endverbindung für 1-mm-Flachbandkabel (AWG 28) konzipiert, zudem können sie als komplette, automatisch montierte Kabelstränge geliefert werden. Die Kontaktzahl reicht von 12 bis 50, jeden Kontakt kann man mit einem Strom bis zu 2 A belasten. Für den Übergangswiderstand gilt ein Maximalwert von 20 mΩ.

Interconnection Products Ltd.  
Hohenzollernstr. 123  
W-4050 Mönchengladbach 1  
Tel.: 0 21 61/20 76 69  
Fax: 0 21 61/20 78 68

## Modular-Anschlußdosen

Beim Surface Mount Outlet von AMP handelt es sich um eine für verschiedene Kabeltypen (Twisted Pair, Koaxial, LWL) geeignete Anschlußdose, die man in lokalen Netzwerken einsetzt. Sie verfügt über acht Ausgänge, die man mit Adaptereinsätzen für Thinnnet Tap, BNC-Steckverbinder, Modular Jack, ACO, AMP FSD und 2,5-mm-Bajonett-Steckverbinder bestücken kann. Mit einer Grundfläche von 15,24 cm<sup>2</sup> kann man die Anschlußdose an Büromöbel, Tische, Aufputzkabelschächte oder glatte Flächen montieren. Ihre Abmessungen sind so ausgelegt, daß man zwei 60 cm bis 90 cm lange Duplex-LWL-Kabel mit einem ausreichend großen Radius ohne Kabelbeschädigung stau-



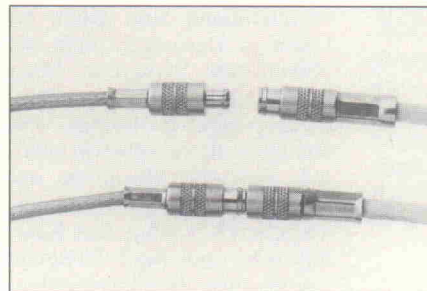
en kann und dabei Kupfer- und LWL-Kabel voneinander getrennt sind.

AMP Deutschland GmbH  
Amperestr. 7 - 11  
W-6070 Langen  
Tel.: 0 61 03/7 09-0  
Fax: 0 61 03/7 09-2 23

## 75-Ω-MCX-Koaxialverbinder

Aus dem Hause Suhner stammt ein neuer 75-Ω-Koaxialverbinder für die MCX-Serie (CECC 22220), den man für Signalfrequenzen bis 6 GHz beziehungsweise für Bitraten bis über

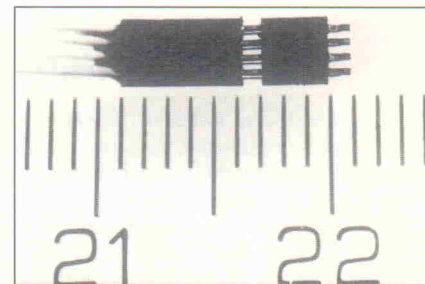
565 MBit/s einsetzen kann. Im Größenvergleich zu den Serien 1.6/5.6 und BT 43/SMB 75 Ω benötigen die MCX-Verbinder rund 40 % weniger Platz. Sowohl die Kabelmontage als auch der Einbau der Verbinder sind laut Anbieter auf sehr rationelle Weise durchführbar.



Suhner Elektronik GmbH  
Mehlbeerenstr. 6  
W-8028 Taufkirchen  
Tel.: 0 89/6 12 01-0  
Fax: 0 89/6 12 01-1 62

## Rastermaß 0,635 mm

Infratron offeriert Miniatursteckverbinder mit einem Rastermaß von 0,635 mm, die sich durch eine besonders hohe Betriebssicherheit und Zuverlässigkeit auszeichnen. Diesen hohen Qualitätsstandard erreichte man durch Einsatz röhrenförmiger Stift- und Buchsenkontakte, die fugenlos aus einem Stück hergestellt sind. Die komplett vergoldeten Kontakte sind absolut porenfrei. Ihre Strombelastbarkeit beträgt 1 A, kurzzeitig verkraften sie auch Ströme bis 4 A. Für den Kontaktwiderstand gilt ein Wert von 8 mΩ, der Nennwert des Isolationswiderstands beträgt 1000 MΩ. Der Betriebstemperaturbereich der Miniatursteckverbinder reicht von -55 °C bis +200 °C. Anschließbar sind



Leiter mit Stärken bis AWG 30. Die Steckverbinder sind mit verschiedenen Polzahlen in SMD-Ausführung und als Crimp-Version mit bereits konfektioniertem Kabel erhältlich.

Infratron GmbH  
Am Schnepfenweg 34  
W-8000 München 50  
Tel.: 0 89/1 50 10 01  
Fax: 0 89/1 50 74 63



## ComSwitch

Hier handelt es sich um ein neues Gerät für die komfortable Kommunikation per Modem und Rechner. Es wird zwischen diesen beiden Komponenten in die RS-232-Leitung eingeschleift (daher keine Post-Zulassung erforderlich!) und schaltet in dem Moment die Netzspannung für den Rechner ein, wenn ein Anruf auf der Telefonleitung liegt und der Anrufende eine Paßwort-Abfrage korrekt beantwortet hat.

Die normale serielle Verbindung vom Modem zum PC wird hier durch den ComSwitch geleitet. Dabei werden die Signale CD (Carrier Detect), RI (Ring Indicator), RxD (Empfangsleitung) und TxD (Sendeleitung) abgefangen und ausgewertet.

Die Auswertung der Signale erfolgt mit einem Prozessor der Baureihe 8048, der mit einem EPROM verbunden ist. Das Programm prüft nacheinander fol-



gende Bedingungen: das RI-Signal und CD.

Sind beide Signale in dieser Reihenfolge eingegangen, so wird ein Paßwort verlangt. Wird nach dem RI-Signal nicht innerhalb von etwa 10 Sekunden ein CD empfangen, so geht der ComSwitch wieder in den Ausgangszustand zurück (normaler Telefonanruf).

Die Überprüfung des Paßwortes erledigt ebenfalls der 8048. Hierbei wird jedes eingegebene Zeichen in einer Programmschleife mit einem im Programm festgelegten Zeichen verglichen. Sind alle Vergleiche erfolgreich, so

wird ein Relais geschaltet, welches die Netzspannung für den PC freigibt. Gleichzeitig wird die Verbindung der Datenleitungen (RxD, TxD) zum ComSwitch unterbrochen und statt dessen zum PC umgeschaltet.

Die einzige Aktion des ComSwitch bei bestehender Verbindung ist die dauernde Überprüfung der CD-Leitung. Sobald diese unterbrochen wird (z. B. durch Auflegen des Telefons, Hang-up aus DFÜ-Programm), endet die Verbindung mit dem PC. Danach ist der ComSwitch wieder für eine neue Verbindung bereit.

Sollte kein korrektes Paßwort eingegeben worden sein, erscheint eine Meldung 'Falsches Paßwort, Verbindung nicht hergestellt' und somit ist ein Arbeiten an diesem PC nicht per DFÜ möglich. Es muß dann erneut angerufen werden. Der Anrufer muß das korrekte Paßwort innerhalb von circa 6 Sekunden eingeben. Wird nur ein Zeichen falsch eingegeben, so kommt keine Verbindung zustande. Nur so kann eine gewisse Sicherheit gegen Hacker erreicht werden.

Das Paßwort besteht aus 5 Zeichen, diese können sowohl Buchstaben als auch Zahlen sein.

Das Modem ist natürlich im Autoanswer-Modus zu betreiben, da es sonst keinen Anruf beantworten kann. Gegebenenfalls muß bei der DFÜ-Software die Echo-Option auf ON gestellt werden.

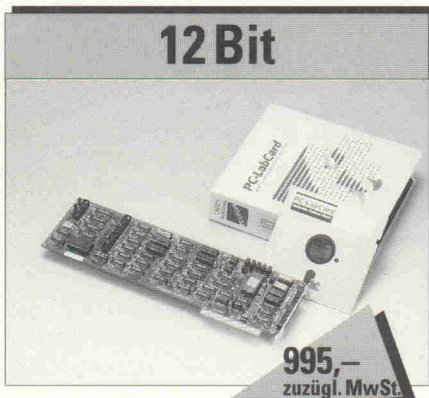
Der Preis für den ComSwitch liegt nach Angaben des Herstellers knapp unter 300 DM.

Weitere Informationen:

Jürgen Holzenthal  
Königsbergerstr. 26  
W-5910 Kreuztal  
Tel.: 0 27 32/7 43 06

## Für jeden etwas

### 12 Bit

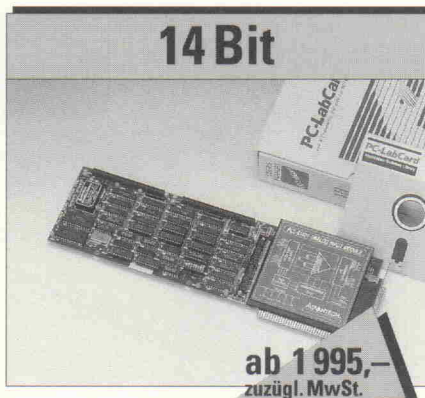


995,-  
zuzügl. MwSt.

#### PCL-812PG programmierbare Multi-Lab-Karte

- A/D, D/A, D/I, D/O und Zähler
- 16 massebezogene Eingänge
- 12 Bit Auflösung, max. 30 kHz
- programmierbarer Eingangsbereich bipolar 10V, 5V, 2,5V, 1,25V, 0,6V
- 2 analoge Ausgänge mit 12 Bit
- 16 digitale Ein- und Ausgänge
- Zähler

### 14 Bit



ab 1 995,-  
zuzügl. MwSt.

#### PCL-814 modulare Multifunktions-Karte

- Basiskarte
  - 16 differentielle Eingänge
  - 14 Bit Auflösung, max 100 kHz
  - programmierbarer Eingangsbereich bipolar 10V, 5V, 2,5V, 1,25V, 0,6V
- Aufsteckmodule
  - 2 analoge Ausgänge mit 12 Bit
  - Zähler/Timer, 5 Kanäle
  - digitale Ein- und Ausgabe, 24 Bit

### 16 Bit



2 995,-  
zuzügl. MwSt.

#### AX-5621 Multifunktionskarte

- A/D, D/A, D/I, D/O und Zähler
- 8 differentielle Eingänge
- 16 Bit Auflösung, max. 50 kHz
- programmierbarer Eingangsbereich bipolar, unipolar 10V, 5V, 2,5V, 1,25V
- 2 analoge Ausgänge mit 16 Bit,  $\pm 10V$

**Fordern Sie unseren Katalog mit weiteren PC-Meßtechnik- und Industrie-PC-Produkten an!**



Spectra GmbH Karlsruher Straße 11/1 7022 Leinf.-Echterdingen 2 Tel. 07 11/79 80 30 Fax 07 11/79 35 69



## Elektronisches CAD-Archiv

Das Systemhaus Procon aus Hannover bietet mit dem Programm CO.Archiv eine Informationsdatenbank und Ordnungshilfe an, die besonders auf die Bedürfnisse im CAD-Bereich abgestimmt ist. Die Software verwaltet sämtliche Unterlagen, die zu einem CAD-Projekt gehören. Das Besondere dabei: Co.Archiv ist nicht an ein bestimmtes CAD-Programm gebunden. Es verwaltet Dokumente aus verschiedenen Systemen.

Innerhalb der Zeichnungsverwaltung helfen firmeninterne Klartext-Benennungen oder Daten aus Schriftfeldern, den gewünschten Plan aufzufinden. Eine Stücklistenverwaltung stellt die Verbindung zwischen Zeichnung und Stückliste eindeutig sicher. Das Programm gleicht automatisch Zeichnungs- und Stücklistendaten miteinander ab. Effiziente Suchverfahren erleichtern dem Entwickler die Arbeit auch hier. CO.Archiv läuft unter AIX, SunOS, SCO Unix sowie auf diversen Datenbanken unter Unix.

Procon GmbH  
Emmichplatz 3  
W-3000 Hannover 1  
Tel.: 05 11/3 37 09-0  
Fax: 05 11/3 37 09-10

## Frontplatten per DTP

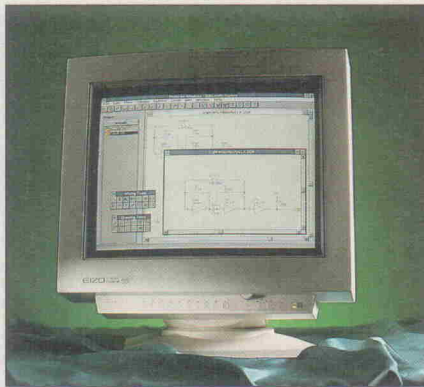
Der Software-Entwickler VHF Computer stellt auf der diesjährigen CeBIT unter dem Namen Zenon ein neues Programmpaket vor, mit dem sich beliebige PostScript- oder HPGL-Dateien auf Fräsbohrplotter oder Gravieranlagen ausgeben lassen. Der Anwender kann alle notwendigen Parameter wie Werkstücknullpunkt, Vorschubgeschwindigkeit, Werkzeugdaten auch ohne große CNC-Vorkenntnisse leicht einstellen. Vor der Ausgabe zeigt ein Preview-Fenster den Inhalt der eingelesenen Datei noch einmal an. Zenon arbeitet mit allen gängigen Fräsbohr- oder Graviersystemen zusammen. VHF bietet das Programm zunächst für Atari und PC unter Windows an.

VHF-Computer  
Daimlerstraße 13  
W-7036 Schönaich  
Tel.: 0 70 31/65 06 60  
Fax: 0 70 31/65 40 31

## Kleinserienfertigung im Labor

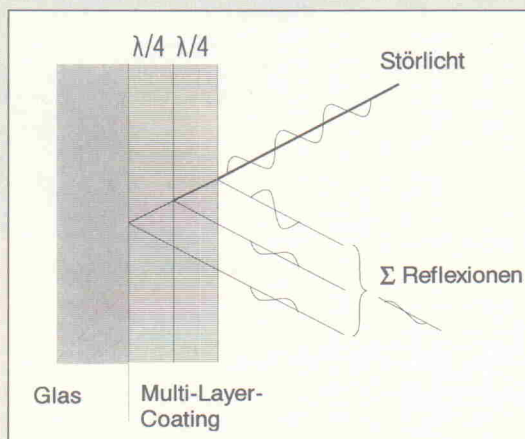
Die Firma Patberg Design & Electronics, bekannt als Distributor von Ultimate, führt auf der CeBIT ihre neue Entwicklung vor. Das sogenannte PDE Prototyping-System bewältigt alle wichtigen Arbeitsschritte zur Prototypen-Erstellung: Bohren, Fräsen und Gravieren von Leiterplatten und anderen Materialien, Plotten, Foto-Plotten und Folienschneiden. All diese Aufgaben löst

## Auf Energiesparkurs



Rechtzeitig zur CeBIT stellt die Rein Elektronik GmbH einen neuen 17"-Monitor von Eizo vor. Mit der genauen Bezeichnung F550i-W löst das Modell – zugeschnitten auf den Windows-Markt – den alten 550er ab. Gleich auf den ersten Blick fällt der außerordentlich hohe Kontrast des Bildschirms auf. Dabei hat man dem Neuling keine Trinitron, sondern eine Standardflachbildröhre mit 0,28 mm Lochraster eingesetzt. Ursache für die hohe Wiedergabequalität ist unter anderem die neuartige Behandlung der Bildschirmoberfläche nach dem sogenannten Multilayer-Coating-Verfahren.

Hierbei wird nicht die Glasoberfläche aufgeraut, um die Bildröhre zu entspiegeln, sondern zwei  $\lambda/4$ -Schichten werden statt dessen auf die Glasoberfläche aufgebracht. Einfallendes Störlicht wird an beiden Schichten unter Invertierung der Phasenlage reflektiert. In Addition mit der

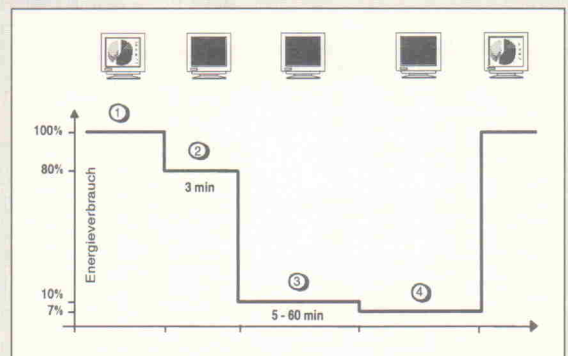


Hauptreflexion löscht sich das Störlicht für den Betrachter zu großen Teilen aus. Dieses Verfahren hat den Vorteil, daß es kaum negative Auswirkungen auf den Kontrast hat.

Die zweite wesentliche Neuerung ist die sogenannte Power-Save-Funktion. In vie-

len Büros – ob an CAD-Arbeitsplätzen oder in Redaktionen – laufen die Rechner Tag und Nacht. Aber kaum jemand dürfte seinen Computer 24 Stunden an einem Stück nutzen. Bildschirmschoner dienen, wie der Name schon sagt, einzig dem Zweck, die Lebensdauer der Bildröhre zu erhöhen. Der Stromverbrauch reduziert sich dabei lediglich um circa 20 %. Die neue Funktion des Eizo-Monitors dient der Vermeidung unnötiger Energieverschwendung, wenn das Bildausgabegerät ständig angeschaltet bleibt. Ein weiterer Schritt in Richtung Umweltbewußtsein.

Drei Minuten nach aktiviertem Bildschirmschoner schaltet der Eizo die erste Power-Save-Stufe ein. Die Leistungsaufnahme beträgt danach nur noch 10 % des



Normalbetriebs. Eine zweite Stufe tritt wahlweise nach 5...60 Minuten in Kraft und verbessert die Energiebilanz um weitere 3 %. Jetzt wacht nur noch der Prozessor darüber, ob vom Rechner ein 'Wecksignal' kommt. Die Zeitspanne bis zur erneuten Betriebsbereitschaft beträgt nach der ersten Stufe 3 Sekunden, nach der zweiten Stufe immerhin 15 Sekunden.

Darüber hinaus bietet der neue Eizo viele Einstellmöglichkeiten zur optimalen Bildeinstellung. Neben Bildlage, Helligkeit und Kontrast lassen sich Trapez- und Kissenverzerrungen sowie die horizontale und vertikale statische Konvergenz nachregeln. Ein Farbkontrollsystem läßt in weiten Bereichen Farbmanipulationen zu, die der Anwender in drei verschiedenen Speichern ablegen kann. Der eingebaute Mikrocontroller merkt sich alle getätigten Einstellungen. Wenn das System wieder eingeschaltet wird, erscheint exakt wieder die gleiche Einstellung.

Rein Elektronik GmbH  
Lötcher Weg 66  
W-4054 Nettetal 1  
Tel.: 0 21 53/7 33-0  
Fax: 0 21 53/7 33-330

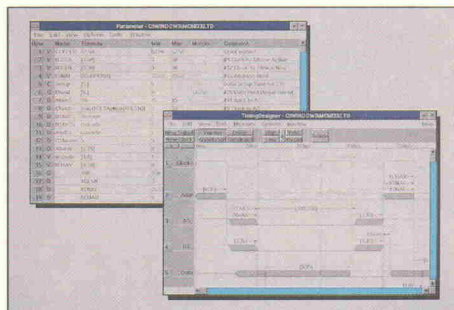


die Anlage mit einer Auflösung von 0,01 mm. Des weiteren hält Patberg Design & Electronics am 22. April ein Entwicklerseminar zum Thema EMV-HF-Designs mit UltiBoard ab. Die Kosten hierfür belaufen sich auf 555 D-Mark zuzüglich der gesetzlichen Mehrwertsteuer.

Patberg Design & Electronics  
Carl-Stehl-Straße 6  
W-3570 Marburg/Lahn  
Tel.: 0 64 21/2 20 38  
Fax: 0 64 21/2 14 09

## Gut getimt

Die Firma Infratech präsentiert auf der diesjährigen CeBIT ein neues Entwicklungs-Tool für die Entwicklung und Dokumentation von Digitalschaltungen. Der TimingDesigner übernimmt die mühselige Prozedur, die beim Zeichnen von Timing-Diagrammen bis dato weitgehend in Handarbeit erfolgte. Das Programm ist eine Kombination aus einem 'mitdenkenden', interaktiven Timing-Diagramm-Editor und einer leistungsfähigen Parametertabelle, die eine Pre-Simulation ganzer Schaltungen oder Schaltungsteilen ermöglicht.

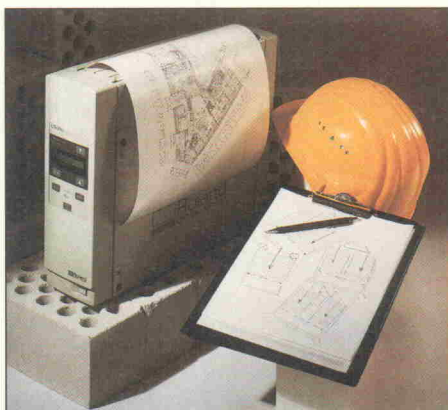


Gerechnete Timing-Signale lassen sich 'lebendig' darstellen, indem mit verschiedenen Taktfrequenzen und unterschiedlichen Bauteilen experimentiert wird. Bei Änderung einer Flanke berechnet die Software automatisch alle abhängigen Verzögerungen. Das Programm gibt es in Versionen sowohl für Workstation zum Beispiel über X Windows als auch für PCs unter Windows.

Infratech GmbH  
Wedeler Landstraße 93  
W-2000 Hamburg 56  
Tel.: 0 40/81 75 78  
Fax: 0 40/81 30 37

## Portabler Plotter

Ebenfalls auf der CeBIT werden die neuen Plotter der Firma Roland zu sehen sein. Der LTX 2141 ist ein tragbarer A3 Thermoplotter mit einer Auflösung von 400 dpi und 4 MB RAM-Speicher. Er verfügt über serielle und parallele Schnittstellen und läßt sich somit problemlos an jeden Rechnertyp anschließen. Eine 32-Bit-RISC-CPU setzt Vektorgrafiken innerhalb kürzester Zeit in Rasterdaten um. Bei Bedarf skaliert er gleichzeitig die Zeichnung von A0 auf A3 herunter. Somit läßt er sich einfach als Hardcopyunit für CAD-Pakete einsetzen. Der Preis beträgt 5738,50 D-Mark inklusive Mehrwertsteuer. Mit der Bezeichnung PLX 160 bietet Ro-



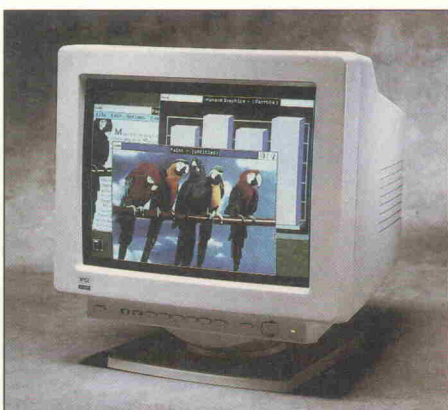
land auch einen neuen Laserplotter mit einer Auflösung von 600 dpi und 8 MB RAM-Speicher an. Dank seines eingebauten RISC-Prozessors schafft die Maschine die Umrechnung von Vektor- in Rasterdaten innerhalb einer Minute. Der PLX 160 läßt sich über serielle oder parallele Schnittstelle an beliebigen Rechnern betreiben und arbeitet dank seiner HP-7475-Emulation problemlos mit vielen CAD-Paketen zusammen.

Roland Digital Group  
Gutenbergstraße 15  
W-2359 Henstedt-Ulzburg 1  
Tel.: 0 41 93/90 09-01  
Fax: 0 41 93/90 09-82

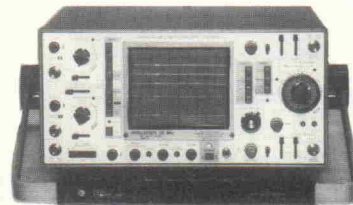
## Neuer 17-Zöller

Der größte Terminal-Hersteller der USA, Wyse Technologie, stellt einen neuen hochauflösenden 17"-Monitor für CAD- und Windows-Anwendungen vor. Der WY-870 bietet mit seiner Flachbildröhre eine maximale Auflösung von 1280 x 1024 Bildpunkten und ein Pixelraster von 0,26 mm. Damit ist eine klare, verzerrungsarme Darstellung bis in die Bildschirmecken garantiert. Der integrierte Mikroprozessor speichert bis zu zehn verschiedene, vom Anwender definierte Einstellungen ab. Die Multiscan-Technologie des WY-870 unterstützt VESA-Standards und sorgt für eine flimmerfreie Darstellung. Der Preis beträgt 2195 D-Mark zuzüglich Mehrwertsteuer.

Wyse Technology GmbH  
Bretonischer Ring 18  
W-8011 Grasbrunn  
Tel.: 0 89/46 00 99-0  
Fax: 0 89/46 00 99-99



## AUSZUG AUS UNSEREM LIEFERPROGRAMM



### KIKUSUI COS 6100 A 100 MHz-LABOROSZILLOSKOP

- \* 5 Kanal Portablescope 12 Strahl
- \* Empfindlichkeit 5 mV-5V/cm (x5)
- \* Ablenggeschwindigkeit 2ns-0,5 s/cm
- \* Hohe Strahlhelligkeit durch 20 kV Nachbeschleunigungsspannung der Bildröhre
- \* Alternierende Triggerfunktion
- \* TV-Trigger, Pegelautomatik
- \* Bandbreite auf 20 MHz reduzierbar
- \* Für Entwicklung, Labor, Service
- + WEIT UNTER DERZEITIGEM NEUPREIS!!

NUR DM 1495,-



### POLARAD/ROHDE & SCHWARZ ESV MESSEMPFÄNGER

- \* Frequenzbereich 20 MHz bis 1 GHz
- \* Frequenzsynthesizer-Abstimmung
- \* Eingangspegel +137 dBµV bis 10 dBµV
- \* Impedanz 50 Ohm
- \* Mitlaufende Eingangsfilter
- \* ZF-Bandbreiten umschaltbar 7,5 KHz, 12 und 120 KHz sowie 1 MHz
- \* Frequenzanzeige, digital m. LCD Display
- \* Mithörkontrolle
- \* Betrieb mit Netz oder mit externer 12 V Batterie (Ladeschaltung für Akku eingebaut)
- \* Lieferung mit Batterieteil (o. Akku)
- \* GERÄTE AUGENSCHENLICH UNGEBRAUCHT!
- \* NEUPREIS ÜBER DM 60.000,-

UNSER AKTIONSPREIS NUR DM 14.600,-



### EIP 548 A MIKROWELLEN- FREQUENZZÄHLER bis 26,5 GHz

- \* Frequenzbereich 10 Hz bis 26,5 GHz
- \* Empfindlichkeit -30 dBm (7mV)
- \* 12 stellige Digitalanzeige
- \* Bedienung über Tiptasten
- \* IEEE-488 Schnittstelle
- \* Aufrüstbar bis 110 GHz
- \* Pegelmessungen -30 dBm bis +7 dBm.
- \* NEUPREIS ca. DM 27.500,-

NUR DM 4.998,-

ÜBER HUNDERTE WEITERER ANGEBOTE  
NAMHAFTER FIRMEN, WIE: HEWLETT-  
PACKARD, TEKTRONIX, FLUKE, PHILIPS  
• U.V.M. INFORMIERT SIE UNSER KATALOG!

GROSSEN MESSGERÄTEKATALOG  
GEGEN DM 5,-  
IN BRIEFMARKEN  
NOCH HEUTE ANFORDERN!

**ROSENKRANZ**

ELEKTRONIK

Groß-Gerauer Weg 55 · D-6100 Darmstadt  
Telefon (0 61 51) 3 33 00  
Telefax (0 61 51) 31 81 92



## Elrad auf der HMI '93

Vom 24. April bis zum 31. April findet die diesjährige Hannover Messe Industrie statt. Die ELRAD-Redaktion freut sich darauf, Leser am Stand B53 im zweiten Stock von Halle 12 zu begrüßen.

Während der gesamten Hannover-Messe besteht die Möglichkeit, mit den jeweils anwesenden ELRAD-Redakteuren in



**HANNOVER  
MESSE '93**  
21.-28. APRIL 1993

Kontakt zu treten. Natürlich stellt ELRAD wieder einige Projekte der jüngeren Vergangenheit aus. Drei davon werden betriebsfertig vorgeführt.

## Entwicklungsumgebung für Fuzzy-Chip

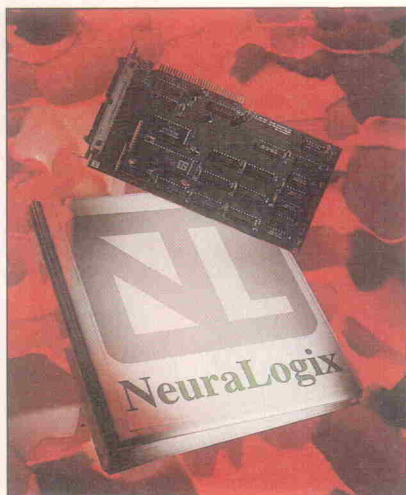
Zeitgleich zur Hannover Messe Industrie startet in ELRAD ab Ausgabe 5/93 eine Artikelreihe über Fuzzy-Logik. Die Beiträge erläutern Grundlagen und stellen eine Entwicklungsumgebung zum Fuzzy-Mikrocontroller NLX 230 vor. Dieser spezielle Fuzzy-Chip von American Neuralogix Inc. verarbeitet bis zu 30 Millionen Regeln pro Sekunde und läßt sich mit nur wenig Peripherie zum kompletten Regler erweitern. Im Laufe dieses Jahres sind Derivate des NLX 230 mit integrierten AD/DA-Wandlern und EEPROM erhältlich, die das Design von Seriengeräten noch weiter vereinfachen.

Die Entwicklungsumgebung basiert auf einer PC-Steckkarte. A/D-Wandler für die Verarbeitung analoger Eingangswerte sowie D/A-Wandler zur Ausgabe von Stellgrößen schaffen den Anschluß zur analogen Außenwelt. In der Entwicklungsphase simuliert die Software bei Bedarf Eingangswerte und stellt Ergebnisse dar. Von der Leistungsfähigkeit des Entwicklungssystems kann sich der Messebesucher am ELRAD-Stand anhand eines Demonstrationsmodells selbst überzeugen. Am 24. und 25. April steht zusätzlich der Fuzzy-Experte Oliver Breiden (Bild) Rede und Antwort.



**Oliver Breiden beantwortet am 24. und 25. April Fragen zum Thema Fuzzy-Logik**

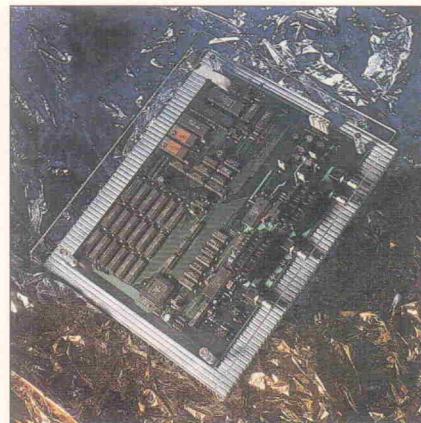
Der Fuzzy-Mikrocontroller NLX 230 steht im Mittelpunkt des ELRAD-Projekts. Das Board verarbeitet bis zu 30 Millionen Regeln pro Sekunde.



## Wellenreiter

Im Bereich der digitalen Signalverarbeitung setzen sich digitale Signalprozessoren verstärkt durch. Wenn für Entwicklungen mit dem Motorola-DSP 56 001 eine universelle Hardware-Plattform gesucht ist, stellt der Wellenreiter eine interessante Alternative dar. Dank seiner Schnittstellenvielfalt kann er leicht an fast jede Umgebung angepaßt werden. Einer dieser Surfer wird auf der HMI die Leistungsfähigkeit dieses Projektes unter Beweis stellen.

Dabei wird mit offenen Karten gespielt: außer an einen Generator und ein Scope ist das Projekt natürlich auch an einen PC angeschlossen; die in dem vorliegenden Heft beschriebene Oberflächensoftware wartet darauf, ausprobiert zu werden. Voraussichtlich am 25. und 26. April besteht ferner die Möglichkeit, mit einem



**Das DSP-Entwicklungssystem Wellenreiter.**



**Matthias Thömel gibt am 25. und 26. April Auskunft über DSPs im allgemeinen und den Wellenreiter im besonderen.**

der Wellenreiter-Entwickler und -Autoren, Matthias Thömel, in Kontakt zu treten.

## PC am InterBus-S

Feldbus-Systeme versprechen mehr Flexibilität und leichtere Erweiterbarkeit gegenüber konventioneller Verkabelung. Daneben erlauben sie eine feinere Materialfluß- und Produktivitätsüberwachung.

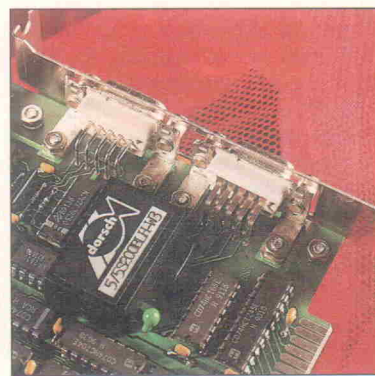
Ein starker Mitspieler in dem zur Zeit breiten Spektrum von Bussystemen ist der auf den Sensor-/Aktor-Bereich spezialisierte InterBus-S (IBS). Dank der liberalen Lizenzpolitik des Entwicklers Phoenix Contact bieten inzwischen mehr als 110 Hersteller kompatible Geber und Stellgeräte oder auch komplexere Geräte an, die eine integrierte IBS-Schnittstelle aufweisen. Insgesamt sind bis jetzt über 100 000 installierte Geräte IBS-fähig.

An der Schnittstelle zwischen Steuerung und Sub-

systemen verschiedener Hersteller vereinfacht der InterBus-S die Planung des Signaltauschs. Der Projektierer braucht nur noch das Subsystem mit einer IBS-Schnittstelle zu spezifizieren und es anschließend über fünf Adern in den Bus einzuschleifen.

Die im vorliegenden Heft als Projekt erschienene PC-Karte macht aus einem PC einen InterBus-S-Master. Am Stand des Heise-Verlags weist die Karte ihre InterBus-S-Verträglichkeit nach.

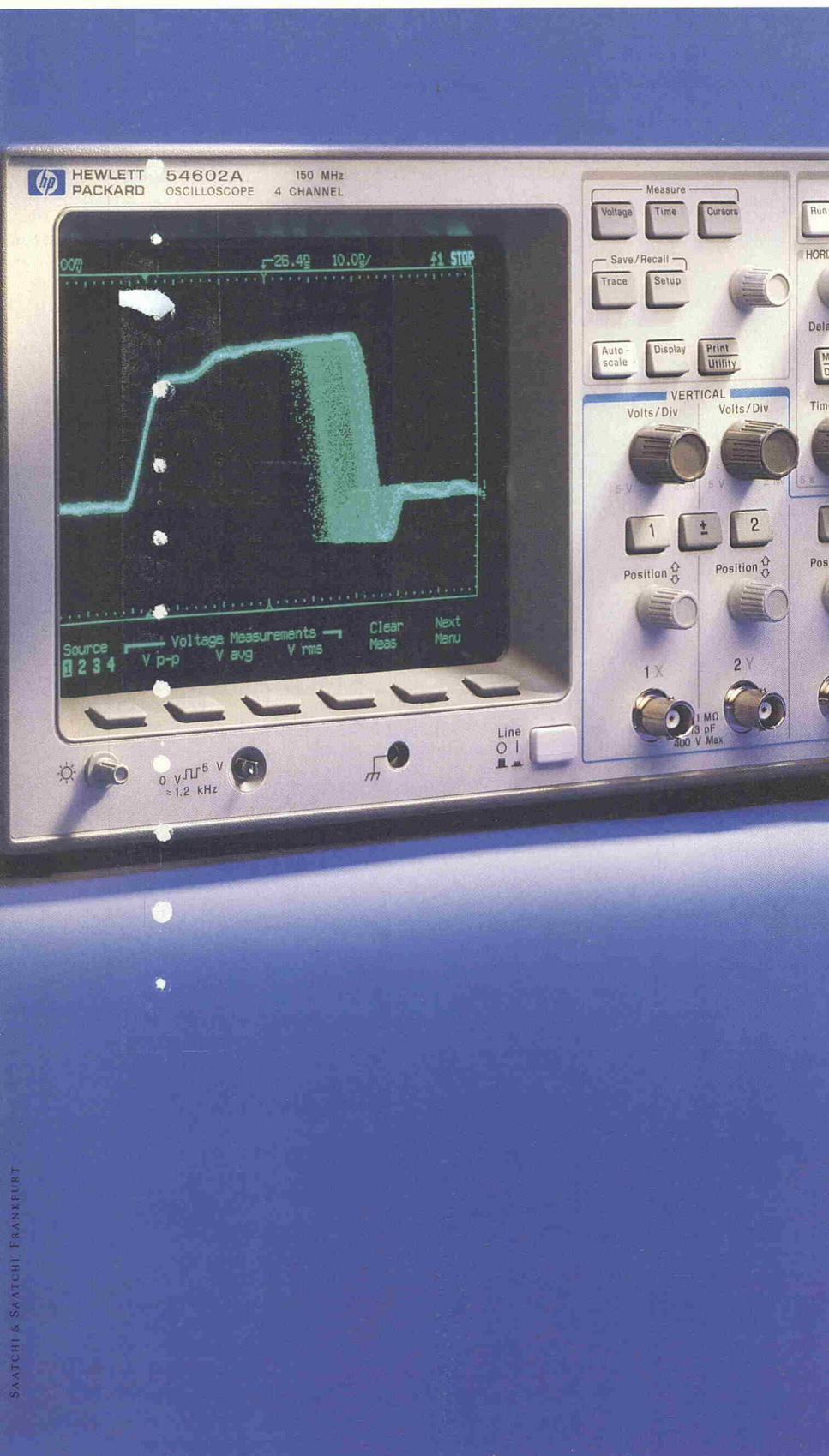
**Die kurze Karte für 8-Bit-PC-Slots nimmt dank ihrer kleinen Bauhöhe auch in einem Laptop Platz.**





Ein Oszilloskop mit FFT-Modul für unter 7.000,- DM.

# Sie müssen sich daran gewöhnen, für hohe Qualität niedrige Preise zu zahlen.



**Reife Leistung:** das Digitaloszilloskop mit der Bedienerfreundlichkeit eines Analoggerätes – zu einem Preis, der Ihnen die Entscheidung leichtmacht.



Das HP 54600 100-MHz-Digitaloszilloskop läßt sich so einfach bedienen wie ein Analoggerät, bietet dabei aber alle Vorteile der Digitaltechnik. Das heißt für Sie: hohe Genauigkeit, automatische Messungen und optional einen Druckeranschluß für schnelle Dokumenta-

tation. Brillante Darstellung jeder Signalform ist auch bei niedrigen Frequenzen und langsamen Ablenkgeschwindigkeiten selbstverständlich.

Und Sie können diese Leistungsvielfalt sogar noch ausbauen. Nämlich mit einem HP 54657A oder HP 54658A Meß- und Speichermodul, welches Ihr Oszilloskop um FFT-Funktionen erweitert.

Dabei wird es Sie wahrscheinlich überraschen, daß Sie die gewohnt hohe HP Qualität zu einem erstaunlich niedrigen Preis bekommen. Denn Sie können eines der FFT-Module für nur 779,- DM\* (895,85 DM inkl. MwSt.) Ihr eigen nennen. Zusammen mit dem Digitaloszilloskop HP 54600A für 5.207,- DM\* (5.988,05 DM inkl. MwSt.) müssen Sie also nicht einmal die 7.000-Mark-Grenze überschreiten.

Noch irgendwelche Zweifel? Dann testen Sie unser Angebot eine Woche lang. Fordern Sie genaue Informationen mit der beigelegten Postkarte oder per Telefon an: HP DIRECT, Tel.: 0 70 31/14 63 33.

**Ideen werden schneller Wirklichkeit.**

\*Preisänderungen vorbehalten.



**HEWLETT  
PACKARD**



# Schaltregler-Designer

## Linear-Technology-Software für den Schaltnetzteil-Entwurf



**Detlef Stahl**

Bei dem Entwurf eines Schaltreglers haben sich wohl die meisten Entwickler im wahrsten Sinne des Wortes schon mal die Finger verbrannt. Auf die Superlativ-Phase der renommierten Hersteller von ICs für diesen Anwendungskreis folgten – branchenüblich – die Evaluation-Boards als Hilfe zur Projektierung. Weitere Unterstützung erhalten jetzt Benutzer von Linear-Technology-ICs: Das DOS-Programm SwitcherCAD dimensioniert sämtliche Bauteile für verschiedene Topologien.

Innovative Technologie zeichnet sich selbstredend durch erhöhte Leistungsfähigkeit aus. Dazu zählt im Zeitalter erwachenden Umweltbewußtseins auch der sparsame Umgang mit Energie und Rohstoffen. Zur unter diesen Gesichtspunkten bevorzugten Versorgungs-Technologie zählen bekanntlich Schaltnetzteile. Jedoch gesellen sich zu den genannten Vorteilen auch Nachteile, die – zunächst – der Entwickler zu zahlen hat: Anders als bei Längsreglern sind hier etwas komplexere Zusammenhänge zu berücksichtigen, die neben einem umfangreichen Literaturstudium auch eine wesentlich längere Entwicklungsphase nach sich ziehen. Wer sich aus Zeit- oder Kostengründen nicht selbst um den Entwurf des ersehnten Versorgungsmoduls kümmern kann, kann entweder ein fertiges Modul erwerben oder einen Experten zu Rate ziehen.

Einen solchen Experten bietet Linear-Technology in Form des DOS-Programmpakets 'SWCAD' jetzt an. Es unterstützt in einfacher Art und Weise Entwicklungen auf der Basis folgender LT-ICs:

LT 1070, LT 1071, LT 1072, LT 1074, LT 1076, LT 1082,

LT 1170, LT 1171, LT 1172, LT 1270, LT 1270 A, LT 1271.

Zum Lieferumfang gehört neben der Diskette das Handbuch 'SwitcherCAD Users Manual'. Es beschreibt zwar im wesentlichen 'nur' die Bedienung des Programms. Da es dabei jedoch recht umfassend auf alle Programmpunkte und deren praktische Bedeutung beim Schaltregler-Design eingeht, informiert es den Leser zugleich über einzelne Technologien sowie deren theoretische Beschreibung. Weil das Paket nicht nur den Entwurf berechnet, sondern zusätzlich noch auf einfache Art die Auswirkung von Detailänderungen berücksichtigt, eignet es sich neben dem Entwurf auch gut zur praxisnahen Ausbildung.

Hinter dem Begrüßungsschirm verbergen sich einige englischsprachige, aber leicht verständlich aufgebaute Menüs, die man wahlweise mit der Tastatur oder der Maus bedient. Zunächst sind in fünf Feldern grundsätzliche Fragen zum gewünschten Aufbau zu beantworten. So trägt man im ersten Schritt die gewünschte Ausgangsspannung, die minimale, nominelle und maximale Eingangsspannung sowie die entsprechenden Werte für den Ausgangsstrom ein.

Weiter geht es mit der erlaubten Ausgangsspannungswelligkeit. Im dritten Feld erwartet SWCAD die Angaben über Spannung, minimalen und maximalen Ausgangsstrom und der Welligkeit eventuell gewünschter Zweit- und Drittausgänge. Im vierten Schritt gibt man die maximal zu erwartende Umgebungstemperatur sowie die thermische Belastbarkeit der Halbleiter an – trotz des amerikanischen Ursprungs des Programms erwartet es diese Angaben glücklicherweise in Grad Celsius. Vor dem ersten Start ist noch die Frage zu beantworten, ob die Ausgänge isoliert sein sollen.

Kurz danach meldet sich das Programm mit ersten Ergebnissen und weiteren Fragen: Zur Debatte stehen – wo dies Sinn macht – Topologien wie 'Positive Boost' (Aufwärtswandler), 'Positive Buck' (Abwärtswandler), 'High Efficiency Buck', 'Positiv to Negativ', und 'Flyback' (Sperrwandler). Abhängig hiervon und von den bisherigen Ergebnissen stehen in den nächsten Auswahlmenüs mehr oder weniger viele der oben aufgeführten LT-Wandler-ICs sowie die Bauformen TO-220-5, TO3, DIL und SMD zur Wahl. Zur Anzeige kommen diesmal neben dem Spitzen-Schalterstrom  $Peak_{I_{SW}}$  und IC-Spitzenstrom  $I_m$  die optimale Schaltfrequenz sowie – gehäusespezifisch – die Wärmeableitwiderstände Halbleiter-Gehäuse und Halbleiter-Umgebung.

### Simulation als Entwicklungshilfe

Dieses Menü erlaubt den Übergang zu den Programmteilen 'Schematics', 'Novice Mode' und 'Expert Mode'. Bei Auswahl von Schematics gibt das Programm nach kurzer Bedenkzeit den fertigen Schaltplan für den Wandler aus. Erstaunlich hierbei ist allerdings, daß Flyback-Regler prinzipiell mindestens drei Ausgangsspannungen liefern ... Leider gibt es hier keinerlei Konvertierungs- oder Speicherfunktionen – zur Archivierung muß man den Schaltplan also als Hardcopy retten.

Novice- und Expert-Mode erlauben dagegen wahlweise den Ausdruck oder ein Abspeichern ihrer Ergebnisse. Dies ist im erstgenannten Fall eine komplette Stückliste inklusive Hersteller und Bauteilbezeichnung – allerdings für den amerikani-



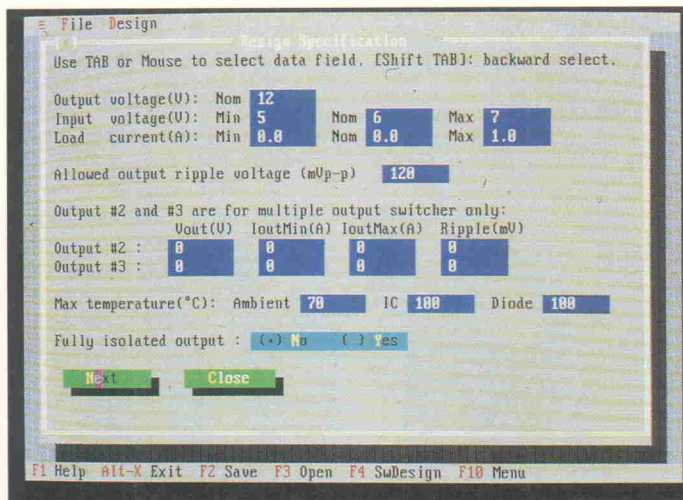


Bild 1. Bei der Erstellung eines neuen Designs gibt SWCAD zunächst einen Standard-Wandler vor.

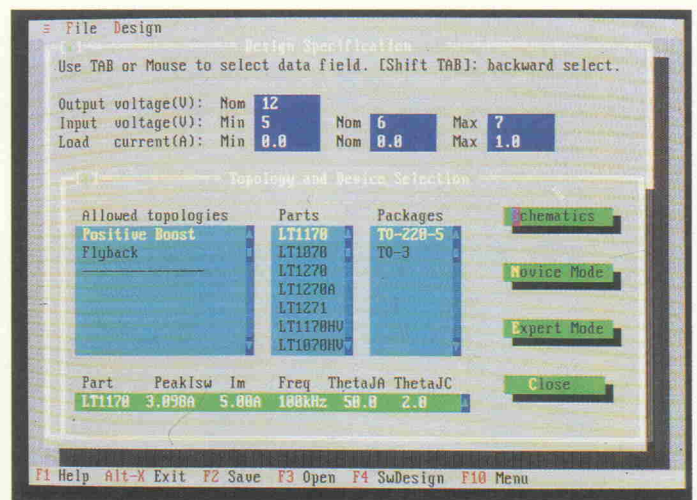


Bild 2. Nach Auswahl von Topologie, IC-Typ und -Gehäuseform stehen drei Ausgabeformate zur Wahl.

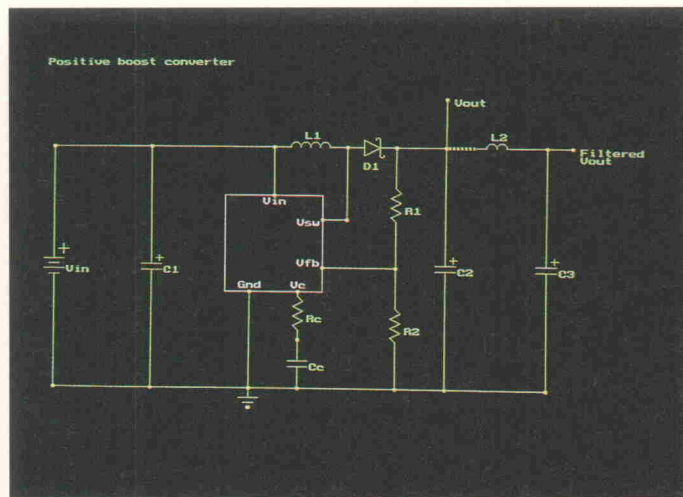


Bild 3. Der Schaltplan des Wandlers.

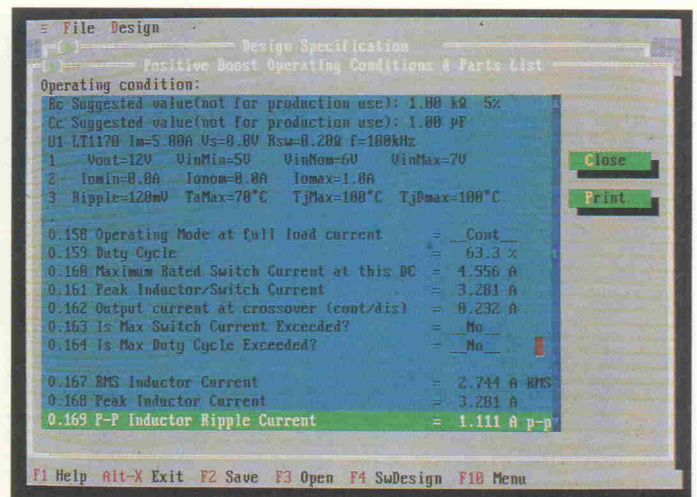


Bild 4. Im Novice-Modus wird eine Stückliste und eine Auflistung der wichtigsten Parameter generiert.

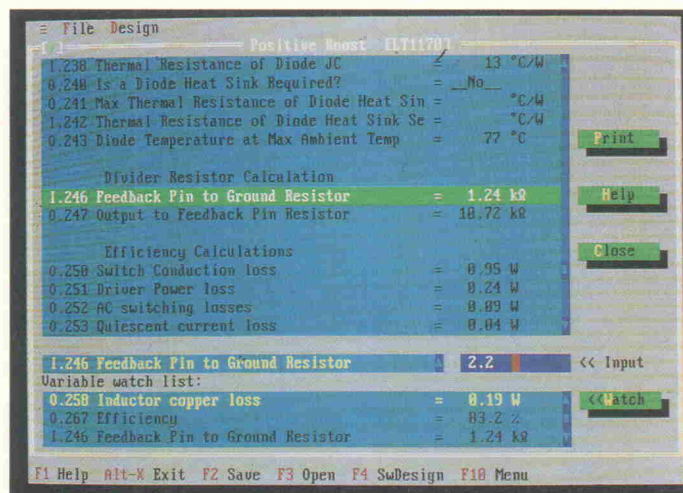


Bild 5. Ein kleiner Auszug aus den äußerst vielfältigen Ergebnissen des Expert-Modus.

schen Markt. Da die Bauteile jedoch gut spezifiziert sind, lassen sich mit Sicherheit auch hierzulande entsprechende Elemente ordern. Außerdem errechnet dieser Teil auch einige

Eckdaten zum Design. Der Expert Mode liefert dagegen eine komplette Schaltungsbeschreibung. Sie umfaßt neben einer Auflistung der Eingabe- und IC-Daten eine komplette Meß-

und Streßauflistung. Hier finden sich Angaben über den gegebenenfalls benötigten Kühlkörper, alle nur denkbaren internen Ströme wie beispielsweise die 'RMS-Stromwelligkeit des Eingangskondensators' sind errechnet, das Ausgangsfilter ist exakt beschrieben, und neben diversen anderen Angaben findet sich zum Schluß der Auflistung eine Aufzählung der Wandlerverluste sowie letztendlich der zu erwartende Wirkungsgrad der Schaltung.

Für diese Liste bietet SWCAD eine Editierfunktion. Damit ist es möglich, beliebige Designdaten zu ändern – ein Mausklick auf 'OK' veranlaßt von hier aus eine Neuberechnung der ganzen Schaltung – mit einem Wort ist dies also eine Simulation mit Listenausgabe. Für Fälle, in denen man bei Designänderungen einige Details besonders im Auge behalten möchte, ist hier noch die Funktion 'Watch' eingebaut:

aus der seitenlangen Parameterliste lassen sich drei von ihnen in ein kleines Fenster kopieren. Somit läßt sich die Frage 'Was passiert, wenn ...' bereits vor dem Griff zum Lötcolben beantworten – andererseits eignet sich diese Studie sowohl zum Einarbeiten in die gesamte Materie als auch zur Rückwärts-Fehlersuche.

## Postkarte genügt

Die Firma Linear Technology GmbH stellt der ELRAD-Redaktion 30 Exemplare SWCAD zur Verfügung. Interessierte Leser schicken bitte eine Postkarte an

Verlag Heinz Heise & Co. KG  
Redaktion Elrad  
Helstorfer Str. 7  
3000 Hannover 61

mit dem Stichwort 'SWCAD'. Natürlich können nur die ersten 30 Zuschriften berücksichtigt werden.

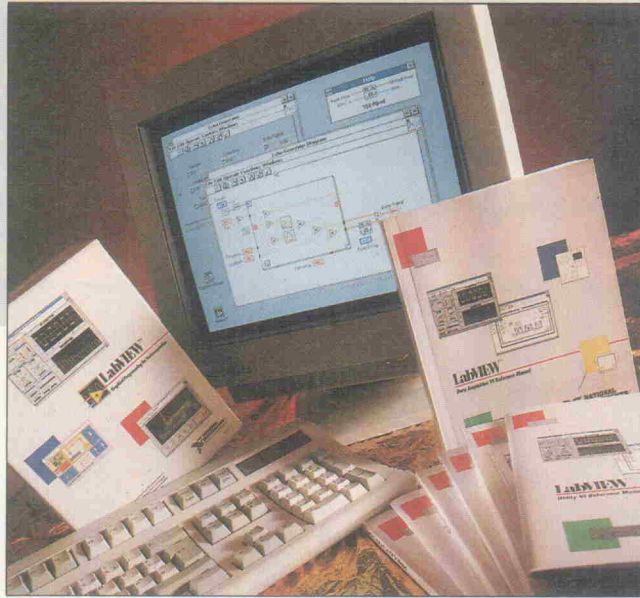


# Instrument im Bild

## LabView unter MS Windows: Grafische Programmierung für Meßgeräte

**Herbert Pichlik**

**Windows – Microsofts Betriebssystemausbau für PCs – verbreitet sich in den letzten Jahren mit wachsendem Erfolg. Auch Entwickler von Instrumentationsprogrammen kommen kaum mehr an diesem Quasi-Standard vorbei. Windows-Programme, für die Arbeit mit Meßgeräten verdrängen zunehmend vergleichbare DOS-Applikationen. Eine der neueren Kreationen dieser Software-Spezies ist LabView – ein Entwicklungssystem, das die Programmierung komplexer Meßeinrichtungen anhand von schaltplannaher Grafik ermöglicht.**



Im Jahre 1983 begann bei der Firma National Instruments die Arbeit an einem neuen, grafischen Software-Entwicklungswerkzeug zum Erstellen, Prüfen und Modifizieren von Meßgerätesystemen. Drei Jahre später war das LabView I genannte Produkt käuflich zu erwerben. Anfangs erfolgte allerdings nur eine Unterstützung von Apple Macintosh Rechnern. Im Januar 1990 kam eine Version auf den Markt, die durch einen grafisch gestützten Compiler charakterisiert war, der VIs – unter LabView erstellte Programme, sogenannte Virtual Instruments – Ausführungsgeschwindigkeiten ermöglichte, die mit kompilierten C-Programmen vergleichbar waren.

Seit Oktober 1992 gibt es dieses Programmiersystem nun auf zwei weiteren gängigen Betriebssystemplattformen: SunOS und MS Windows. Gegenstand dieses Beitrags ist die aktuelle PC-/Windows-Version 2.5.2. von LabView.

### Programmiermodell

LabView ist eine Anwendungsentwicklungsumgebung, die sich

von konventionellen Programmiersprachen wie C oder BASIC vor allem in der Art der Kodierung unterscheidet. Im Gegensatz zu den textbasierenden Sprachen entwickelt man in LabView Programme grafisch mit Hilfe von Blockdiagrammen und Frontplatenelementen. Die Verbindung der einzelnen Bestandteile von Blockdiagrammen erfolgt mit einem sogenannten Wiring Tool (Verbindungsdrähte), so daß ein voll funktionsfähiges Virtuelles Instrument (VI) entsteht.

LabView ist in erster Linie ein Meßwerterfassungs- und -Managementprogramm, das auf applikationsspezifische Bibliotheken zur Steuerung von Geräten an IEC-, VXI- oder MXI-Bussystemen, Geräten mit serieller Schnittstelle sowie auch PC-gestützten Datenerfassungskarten zurückgreift. Umfangreiche Libraries zur Datenrepräsentation und -analyse sowie für das Filemanagement, zusammen mit einer Reihe konventioneller Entwicklungshilfsmittel, runden das Bild einer komplexen Programmierungsumgebung ab.

Die Bezeichnung 'VIs' für die mit LabView erstellten Pro-

grammmodule kommt daher, weil der Ablauf und das äußere Erscheinungsbild der Applikationen realen Meß-, Steuer- und Regelungsgeräten und -einrichtungen nachempfunden ist. Die VIs fungieren identisch zu Prozeduren und Funktionen herkömmlicher Sprachen. Das bedeutet, daß LabView auch als sogenanntes 'General Purpose'-Programmierersystem brauchbar ist. Die grafische Programmiersprache zum Generieren der Blockdiagramme – und hieraus der virtuellen Instrumente – wird kurz mit 'G' bezeichnet.

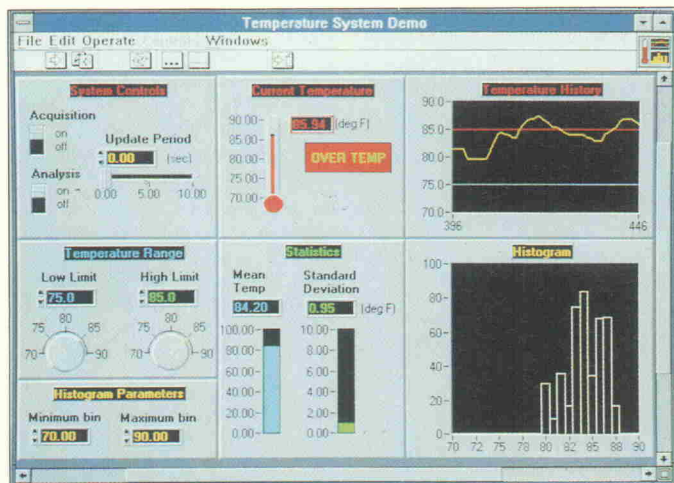
Die VIs setzen sich aus interaktiven Benutzerschnittstellen (sogenannten Front-Panels) und Quellcode zusammen. Der Quellcode besteht aus einzelnen – in G erzeugten – Blockdiagrammen. Alle VIs können mit hierarchisch übergeordneten Virtuellen Instrumenten kommunizieren.

### Gerätefront on-screen

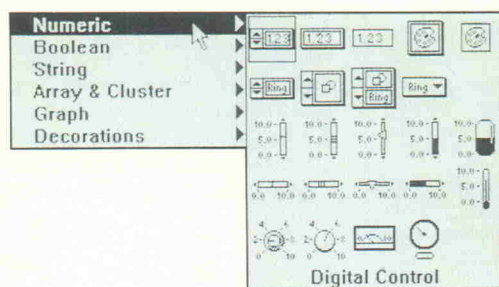
Die Benutzerschnittstelle eines VIs ahmt das Aussehen physikalisch existierender Geräte auf dem Windows-Bildschirm nach – etwa die Frontplatte eines Multimeters, das per IEC-Busschnittstelle mit dem PC verbunden ist. Der Entwickler kann hierfür auf eine Fülle von Kontroll- und Anzeigeeinrichtungen zurückgreifen. So sind verschiedenste Knöpfe, Taster, Schalter, Dreh- und Schieberegler, XY-Schreiber- und Oszilloskop-Darstellungen oder auch Editier- und Textfelder vorhanden. Eingaben erfolgen Windows-typisch mittels Maus und Tastatur. Die Elemente zur Kontrolle und Werteingabe (Controls) sowie die Einheiten zur Wert-/Ergebnisausgabe (Indicators) sind in der Regel sowohl analog als auch digital zu verwirklichen und dabei oft stufenlos in Größe und Lage zu skalieren.

Digitale Bedien- und Anzeigeelemente repräsentieren die einfachste Form der Ein- und Ausgabe numerischer Daten in LabView. Man kann ohne Probleme per sogenanntem Operator Tool (als Hand ausgeformter Mauszeiger) Inkrement- und Dekrement-Pfeile anklicken, durch Aktivieren des digitalen Displays oder durch Eingabe von Ziffern eine Änderung, etwa für eine Werteingabe, erreichen.





Frontplattendarstellung eines Virtuellen Instrumentes – hier für Temperaturmessungen.



Frontpanel-Elemente von VIs lassen sich komfortabel per Mausklick über Popup-Menüs auswählen.

Die Editierfunktionen dieser Felder entsprechen leider nicht ganz dem Windows-Standard, da die 'Entfernen'-Taste vom Keyboard hier funktionslos bleibt. Auch lassen sich manche 'Numerics' nicht oder nur durch Verändern der Schriftgröße skalieren. Dies gilt beispielsweise für die horizontale Skalierung der Inkrement- und Dekrement-Pfeile digitaler Eingabelemente und kann sich für mausungeübte Benutzer schon etwas problematisch auswirken – insbesondere, da die Darstellung besonderer Elemente gerade bei hohen Bildschirmauflösungen doch recht klein gerät.

Ansonsten bleiben nahezu keine Wünsche offen. Neben Optionen zum Verändern der Darstellungsweise, zum Bei-

spiel Radixkonversionen mit Angaben in Dezimal, Hexadezimal, Octal oder Binär, lassen sich Umwandlungen von Control- in Indicator-Darstellung oder auch die Einstellung von Datenformat und Auflösung 'spielerisch' per Maustaste ausführen.

## Knöpfe, Hebel und Buttons

An booleschen Frontplattenelementen stehen Anzeigelampen, LEDs, diverse Knöpfe mit und ohne Beschriftung, Toggle- und Slide-Schalter oder auch die Windows-typischen Checkboxes und Radiobuttons zur Verfügung. Außerdem gibt's Drucktaster und -schalter mit und ohne LED. Das reliefartige Design dieser Frontplattenele-

mente ist gut gelungen und gestattet das einfache Zusammenstellen einer realitätsnahen Optik für die Frontpanels von virtuellen Instrumenten. Das Aussehen boolescher Elemente kann man übrigens auch anhand eigener, importierter Bildern kreieren.

Als zeichenkettenbasierende Bedien- und Anzeigeelemente bietet LabView nicht nur die eher üblichen Ein- und Ausgabemöglichkeiten für Strings wie Scrollbars und ähnliches. Zusätzlich gibt es ganz spezielle String Controls und Indicators – beispielsweise Frontplattenelemente, die das Anzeigen und Editieren von Pfaden ermöglichen. Nichtdruckbare Zeichen lassen sich in String-Elementen über eine zusätzliche Option ebenfalls eingeben und anzeigen.

Bei Anwahl der Graph-Palette im Popup-Menü erscheinen eine Reihe grafischer Anzeigeelemente. Neben XY- und Kurvenformgraphen kann man sich auch Strip Charts, Scope Charts (Oszilloskope) und Sweep Charts zunutze machen. Skalen, Paletten und Raster sind hierbei optimal editierbar, wobei nicht nur einzelne Kurven, sondern auch Arrays darstellbar sind.

Neben den standardmäßig auch in anderen Programmiersystemen vorhanden Array-Funktionen stehen dem Entwickler in LabView auch fortgeschrittene Array- und Cluster-Manipulationsmöglichkeiten zur Verfügung. So gibt es Bundle- und Unbundle-Optionen oder eine Array-to-Cluster-Funktion. Die Bearbeitung/Programmierung von Array- und Cluster-Elementen per Blockdiagramm erfordert zwar eine gewisse Gewöhnung und Einarbeitungszeit, vereinfacht danach jedoch erheblich die Arbeit mit komplexen Datenstrukturen.

## Instrumente in 'G'

Der Quellcode eines Virtuellen Instrumentes ist das sogenannte Block Diagram. Solche Block-

schaltpläne bestehen aus in G entwickelten Konstrukten. Das Blockdiagramm ist die grafische Lösung eines Programmierproblems. Das bedeutet, daß die ganzen programmtechnischen Abläufe mittels dieses grafisch-basierten Abstrahierungsmittels realisiert werden. An den tatsächlichen Maschinencode kommt der 'normal sterbliche' Programmierer nicht heran.

Blockschaltbilder lassen sich grundsätzlich in drei Elementgruppierungen einteilen: Knoten (nodes) sind Programmausführungselemente, die mit Statements, Operatoren, Funktionen und Subroutinen konventioneller Programmiersprachen zu vergleichen sind. Terminals sind Ports, durch welche die Kommunikation zwischen Blockschaltbild und Frontplatte erfolgt. Die sogenannten Wires (Datenflußdrähte) bilden die Verbindungspfade für den Datenaustausch zwischen Ein- und Ausgangsterminals einzelner Programmausführungselemente.

In LabView ist eine Vielzahl von Terminaltypen implementiert. Generell kann man sagen, daß ein Terminal jeden Punkt darstellt, an den man einen Flußdraht (Wire) anbringen kann. LabView besitzt Kontroll- und Anzeigeterminals, Node Terminals, Konstanten und spezielle Terminals für Strukturen. Hierbei bietet LabView eine fast unüberschaubare Fülle von Funktionen: Schleifenkonstrukte und (Natur-) Konstanten, arithmetische-, trigonometrische, logarithmische-, Vergleichs-, Konvertierungs-, String-, Array-, Cluster-, File-I/O- und Dialogfunktionen. Dazu kommen Bibliotheken mit Sub-VI und Standardanalysefunktionen, die durch eine Vielzahl zusätzlicher Optionen (unter anderem Debugging und Error-Handling) ergänzt werden. Eine empfehlenswerte Bereicherung für den Entwickler stellt das Advanced Analysis Packet dar (gegen Aufpreis erhältlich). Hier sind über 130 komplexe Analysefunktionen (FFT und ähnliches)



**ULTIBOARD**  
COMPUTER AIDED PCB DESIGN

# SIND AUTOROUTER BESSER ALS INTERAKTIVE DESIGNER?

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

Verfügbar von einer 'low-cost' DOS-Version bis zur 32-bit PC und SUN Version mit unbegrenzter Kapazität. Besonders die REAL-TIME Features sprechen den professionellen Designer an. Mit über 8.000 Anwendern weltweit gehört ULTIBOARD zu den führenden PCB-Layoutsystemen.

**ULTIMATE TECHNOLOGY**

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

① Taube El. Design Tel. 030 - 691-4646 Fax -6942338  
Arndt El. Design Tel. 07026 - 2015 Fax -4781  
Putberg D & E Tel. 06421 - 22038 Fax -21409  
Inotron Tel. 089 - 4309042 Fax -4304242  
BB Elektronik Tel. 07123 - 35143 Fax -35143  
WM-Electronic Tel. 0512 - 292396 Fax -292396  
Deltatronica Tel. 01 - 7231264 Fax -7202854

• VOM KONZEPT ZUM PLOT IN EINEM TAG •



sowie eine erschöpfende Anzahl physikalischer Konstanten implementiert. Als eine der wenigen wichtigen Konstanten, vermißt man jedoch die Boltzmann-Konstante.

Mit dem sogenannten Wiring Tool (Mauszeiger als Drahtrolle) realisiert man die notwendigen Datenpfade zwischen einzelnen funktionellen Einheiten. Dabei ist allerdings auf die Art der zu verbindenden Terminals zu achten. Es dürfen zum Beispiel – in Analogie zur Schaltungstechnik – keine zwei Ausgänge miteinander verbunden sein. Das Anbringen und Editieren von Verbindungsdrähten wird (mit etwas Übung) zum Kinderspiel. Die Auswahl, das Bewegen und das Löschen von Drähten ist rasch erlernt. Das sogenannte 'Wire Stretching' entspricht der von CAD-Systemen her bekannten Gummibandmethode.

Für die Lösung mathematischer Probleme bietet sich zusätzlich zu den Standardmöglichkeiten die Option 'Formula Node' an: Über Formelknoten ist es möglich, mathematische Ansätze, Gleichungen und Funktionen schnell zu realisieren. Hierbei sind die in der BNF-Notation angegebene Syntax und die Operatoren sehr einprägsam dargestellt.

## Module in Hierarchie

Streng hierarchischer Aufbau und ausgeprägte Modularität sind besondere Features dieses Programmiersystems. Virtuelle Instrumente sind als sogenannte 'Top-Level Programms', aber auch als Unterprogramme (Sub-VIs) innerhalb von (Unter-)Programmen zu verwenden. Icons und Verbindungen repräsentieren grafische Parameterlisten, welche die Austauschbarkeit von Daten zwischen einzelnen virtuellen Instrumenten sicherstellen.

Die sehr leicht zu beherrschende Methodik des hierarchischen Aufbaus von VIs und die redundanzarme Programmierung unter Zuhilfenahme modularer Konstrukte halten den Code-Overhead gegenüber konventionellen Programmiersprachen in Grenzen. Mit der freien Einstellbarkeit nahezu aller Parameter in VIs und Sub-VIs lassen sich übersichtliche und ergonomische Benutzerschnittstellen definieren. Im Gegensatz zu konventionellen Programmiersprachen sind komplexe Teile von Modulen problemlos als (ausführbare) Programmteile in

LabView-Funktionsübersicht	
<b>Statistik</b>	Histogramm, Mittelwert, Standardabweichung, Varianz, Effektivwert, Medianwert, Gipfelwert, Momente um den Mittelwert, Normalverteilung, T-Verteilung, F-Verteilung, Chi-Verteilung, Fehlerfunktionen, komplementäre Fehlerfunktionen, rationale Interpolation, Polynominterpolation, Spline-Interpolation
<b>Bewertungen</b>	Lineare Bewertung, Polynombewertung, 1-D/-2-D-Skalierungsfunktion
<b>Regression</b>	Lineare Dekomposition, Exponentielle Dekomposition, Polynomiale Dekomposition, Singularwertdekomposition (SVD), Lineare Levenberg-Marquardt-Regression
<b>Lineare Algebra</b>	Punktprodukte, Vektorprodukte, Vektornormalisierung, Matrixnormalisierung, Multiplikation, Inversion, Determinanten, Schreibspur, Lösung linearer Gleichungen
<b>Signalerzeugung</b>	Impuls, Puls, Rampe, Dreieck, Sinus, Sync, Rechteck, Zufall, Gaußsche Verteilung, einheitliches Weißes Rauschen
<b>Zeitbereich</b>	Integration, Differentiation, Dezimation, Abschneiden, Verschieben, Schwellenerkennung, Pulsanalyse
<b>Frequenzbereich</b>	Schnelle Fourier-Transformation (FFT), schnelle Hartley-Transformation (FHT), schnelle Hilbert-Transformation, Gabor Transformation, Spektrogramm, Leistungsspektrum, Kreuzspektrum, Autokorrelation, Kreuzkorrelation, Faltung, Entfaltung, Phasenabwicklung
<b>Fenstertechnik</b>	Hanning Window, Hamming Window, Bartlett Window (Dreieck-Fenster), Blackman Window, Exact Blackman Window, Blackman-Harris Window, Kaiser-Bessel-Fenster, Flachdachfenster, Cosinusfenster allgemein, Kraftfenster, Exponentialfenster
<b>Unbegrenzte Impulsverhalten (IIR)-Filter</b>	Butterworth Filter, Chebyshev Filter 1. und 2. Ordnung, Bessel Filter für Tiefpaß/Bandpaß/Hochpaß und Stop, Ellipse für Tiefpaß/Bandpaß/Hochpaß und Stop
<b>Begrenzte Impulsverhalten (FIR)-Filter</b>	Parks-McClellan Filter, Fensteranwendungsfiler für Tiefpaß/Bandpaß/Hochpaß und Stop, Gleichwelligkeitsfilter für Tiefpaß/Bandpaß/Hochpaß und Stop, Dienstprogramm für Filterentwurf
<b>Nichtlineare Filter</b>	Medianfilter

übergeordnete Strukturen zu integrieren.

## Arbeitszeiten

Nach einer relativ kurzen Einarbeitungsphase gestattet das System einen wirklich spielerischen Umgang. Lediglich bei einigen wenigen Funktionen kann man von einem reduzierten Komfort gegenüber manchem herkömmlichen Entwicklungstool reden, was allerdings nur bei der Verwirklichung von sehr einfachen Konstrukten gilt. In den meisten Fällen dürfte sich eine Verkürzung der Entwicklungszeiten um den Faktor 4 bis teilweise über 10 erreichen lassen.

Herkömmliche textbasierte Programmiersprachen – egal ob Compiler- oder Interpreterversionen – haben gegenüber grafischen Entwicklungsumgebungen in jedem Fall den Nachteil der langen Einarbeitungs- und Programmentwicklungszeiten. In vielen Applikationen kann man

jedoch auf die Ausführungsgeschwindigkeit (kompilierter) traditioneller Programmiersysteme nicht verzichten. LabViews grafischer Compiler erzeugt einen optimierten Code, der ähnliche Performance-Werte wie C-Kompilate erreicht. Daneben ist wohl, zumindest im Falle der Windows-Version, die erstaunlich hohe Ausführungsgeschwindigkeit auf das ausgefeilte virtuelle Memory Management zurückzuführen (LabViews Memory Manager unterstützt mehr Speicher als Windows von sich aus).

Dem Endanwender, der unter Umständen kein Interesse an der Programmierung hat, wird mit dem optional erhältlichen Runtime-Modul eine relativ preisgünstige Möglichkeit geboten, Virtuelle Instrumente anzuwenden. Der Vorteil für den Entwickler besteht hierbei darin, daß sein 'G'-Programm – also das Blockschaltbild – für den Endanwender nicht transparent und

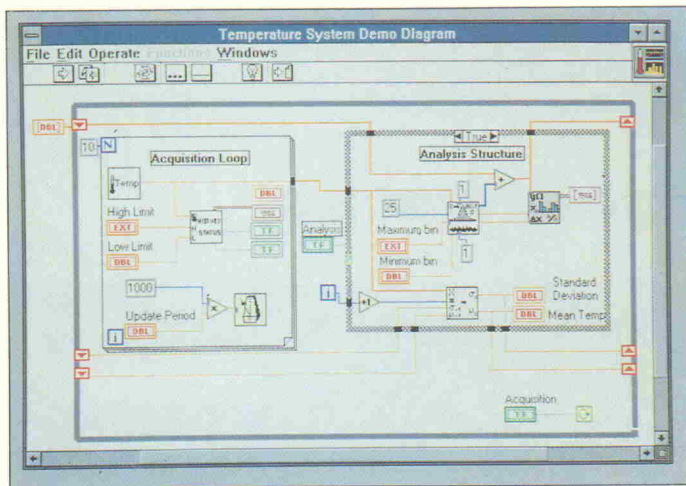
somit auch nicht nachvollziehbar ist. Laut Aussage von National Instruments soll es in absehbarer Zeit möglich sein, 'echte' EXE-Programme sogar ohne extra Laufzeitmodul zu erzeugen. Über einen möglichen Preis von entsprechenden Lizenzen war allerdings noch nichts zu erfahren.

Die Echtzeitapplikationsbibliotheken machen es sehr einfach, VIs für die Digitalsignalverarbeitung (DSP) und andere Applikationen, in denen es auf exaktes Timing ankommt, zu erstellen. Für viele Applikationen ist die Ausführungsgeschwindigkeit die kritischste Komponente in einem LabView-Projekt. Das System schöpft allerdings mit seinem eigenen virtuellen Memory Management unter Windows und der guten Ausnutzung der Coprozessorleistung alle ihm zur Verfügung gestellten Hard- und Software-Ressourcen voll aus. Zusätzliche VIs, die sich die Rechenleistung digitaler Signalprozessoren von National Instruments zunutze machen, geben dem Gesamtsystem einen zusätzlichen Performance-Schub. Leider ist das Angebot an VIs für DSPs auf Boards dieses Herstellers beschränkt. Allerdings darf man wohl mit zunehmender Marktverbreitung von LabView auf wesentlich mehr VIs hoffen – von denen dann auch einige für PC-Karten anderer Hersteller geeignet sein sollten.

## Dokumentation und Lieferumfang

Im 'Vollausbau' setzt sich LabView für Windows aus der Basisversion des Programms, der Advanced Analysis Library und dem sogenannten Code Interface Node Toolkit (CIN) zusammen. Letzteres erlaubt die Einbindung von C-Quellcode in LabView-Applikationen. Im Lieferumfang dieser Vollversion sind eine Reihe von Bibliotheken für unterschiedliche Rechnereinsteckkarten zur Datenerfassung enthalten. Dies umfaßt zur Zeit allerdings lediglich Produkte aus dem Hause National Instruments. Für Geräte mit serieller Schnittstelle oder IEEE-488-Interface (GPIB/IEC655) sowie für den VXI- und MXI-Bus stehen mehr als 200 Instrumententreiber (auch als Sourcecode) zur Verfügung. Hierzu gehören zahlreiche vorgefertigte VIs für Digitalmultimeter, Funktionsgeneratoren, Oszilloskope und ähnliches. Am meisten Auswahl bie-





### Blockdiagramme stellen das eigentliche Programm dar.

tet sich dem Anwender bei den Treibern für IEC-Bus-Meßinstrumente, wo VIs für die gängigsten Geräte namhafter Hersteller zu finden sind.

Die Programmdokumentation ist sehr übersichtlich in sieben Bände (Vollversion) unterteilt. Sie setzt sich zusammen aus dem User Manual, einer 'Getting Started'-Fibel, dem 'Function Reference Manual' sowie weiteren Referenz-Handbüchern wie etwa dem 'Data Acquisition VI Reference Manual' (bezieht sich in erster Linie auf Produkte von National Instruments) und der Referenz zur aktuellen Version der Advanced Analysis Library.

Für viele potentielle Anwender im deutschsprachigen Teil Europas wäre bestimmt auch eine deutsche Dokumentationsübersetzung wünschenswert. Vor allem, da mancher sicherlich so seine Schwierigkeiten mit den reichlichen, teilweise recht verwirrenden englischen Funktionsbezeichnungen und Fachausdrücken haben wird.

Die Möglichkeiten für die Dokumentation der eigenen Programme (VIs) ist nun – nach anfänglichen Problemen mit dem Ausdruck derselben in der vorigen Version sehr elegant gelöst: Man kann alle nötigen Informationen über das selbstentwickelte Programm unter

voller Ausnutzung der Drucker-Ressourcen (zumindest bei HP-Laserdruckern) zu Papier bringen. Eine Preview-Funktion gestattet es, entweder die ganze Dokumentation oder einzelne Teile hiervon für den Druck zu selektieren. Neben Stammdaten (Dateiname, Datum/Uhrzeit, Seitenbeschriftung und ähnliches) sind unter anderem die Hierarchie, die verbale Beschreibung des Virtuellen Instrumentes, die Frontplatte und das Blockdiagramm illustriert.

### Wermutstropfen

Am gesamten Erscheinungsbild der Dokumentation für eigene VIs ist kaum noch etwas auszusetzen. Einzig das gelegentliche Fehlen von ein paar Buchstaben und einiger weniger Wire-Verbindungen beim Ausdrucken von VI-Beschreibungen und Frontplattenbeschriftungen wäre noch zu bemängeln.

Bezüglich genereller Einschränkungen fällt das Fehlen einer komfortablen Report-Funktion auf. Das heißt, es steht dem Anwender nur eine einfache File-Print-Funktionalität zur Verfügung. Dieses Manko kann jedoch mit der Verbindung des Programmes mit anderen Applikationen wie MS Excel gelöst werden. Hierfür ist allerdings eine Verknüpfung solcher Programme

über DDE (Dynamischer Datenaustausch bei MS Windows) erforderlich. Leider unterstützt LabView derzeit nur die DDE-Client-Funktion, so daß im Moment keine externen Applikationen Daten von LabView anfordern können. Diese Unzulänglichkeit sollte in einer der nächsten Releases aufgehoben sein. Abgesehen hiervon sind DDE-Verbindungen jedoch sehr einfach aufzubauen, und die Kommunikation mit anderen Applikationen gestaltet sich simpel.

Ein weiteres Problem ist die Erstellung eigener Treiber für PC-Karten. Entwickler von entsprechenden Treiber-routinen benötigen hier weitaus mehr Programmier-Know-how als etwa für die Entwicklung von VIs. Mittels Watcom-C ist die Treibererstellung (etwa für Signalprozessorkarten) für C-Laien alles andere als ein Kinderspiel. Ein Ausweg aus dem Dilemma wäre die Verwendung von speziellen Datenerfassungs- oder DSP-Karten mit Windows-Treiber, die eine volle DDE-Fähigkeit aufweisen (beispielsweise für Transputer erhältlich). In diesem Fall kann man sich mit der Erstellung des Codes für das DDE-Protokoll behelfen. Auch die Benutzung von einfachen portesteuerten Datenerfassungskarten gestaltet sich schwierig: In der Kürze der für diesen Beitrag zur Verfügung gestandenen Zeit ist es mir nicht gelungen, eine Datenerfassung mit einem Low-Cost-16-Kanal/12-Bit-ADC zu bewerkstelligen. Laut National Instruments ist dies auch 'eine nicht triviale Aufgabe'. Hingegen gestaltet sich jedoch die Datenerfassung mit LabView bei Verwendung von PC-Karten desselben Herstellers sehr einfach und komfortabel.

### Umfeld und Ausblick

LabView für Windows erfordert als Minimum einen Industriestandard-PC mit einem 80386er Prozessor und einem 80387er Coprozessor, 8 MBytes Hauptspeicher (RAM) und einem frei-

en Speicherplatz von 10 MBytes auf der Festplatte. Microsoft Windows 3.1 oder Windows for Workgroups und MSDOS 5.0 sind obligatorisch. Einen Super-VGA-Monitor und ein MS-Windows-3.1-kompatibler Grafikbeschleuniger werden empfohlen.

Der Preis für die Vollversion von LabView 2.5.2 (inklusive Advanced Analysis Library und Code Node Interface Toolkit) beträgt 5085 DM. Die Basisversion kostet 2540 DM. Der Aufwand für das optionale Runtime-Modul beläuft sich auf 1270 DM (alle Preise zzgl. MwSt.).

Kundensupport für LabView ist in der Bundesrepublik wochentags zwischen 9 Uhr und 17 Uhr vom Anbieter zu erhalten. Darüber hinaus werden in regelmäßigen Abständen Trainingskurse in München veranstaltet – Schulung des Benutzers bei sich vor Ort sind ebenfalls möglich.

Für die Zukunft hat sich National Instruments klar für eine Portierung ihrer Plattformen auf die modernen Betriebssysteme Windows New Technology von Microsoft und Sun Solaris 2.X ausgesprochen. Ein weiteres Standbein stellt nach wie vor die Apple-Welt dar. Vor allem das Microkernel-Betriebssystem Windows NT bietet einem Entwicklungssystem wie LabView die Chance, in Applikationswelten einzudringen, die einem derartigen Softwarepaket aufgrund fehlender Performance bisher versagt waren.

Insgesamt stellt sich LabView für Windows in der derzeitigen Version als eine rundum gelungene Entwicklungsumgebung dar, die neben kurzen Entwicklungszeiten und einem ausgezeichneten Komfort zusätzlich extrem hohe Programm-Ausführungsgeschwindigkeiten ermöglicht.

Weitere Infos bei:

National Instruments Germany GmbH  
Conrad-Celtis-Str. 79  
W-8000 München 70  
Tel.: 0 89/7 14 50 93  
Fax: 0 89/7 14 60 35



## WELCHES PCB-LAYOUTSYSTEM IST DER BESTE KAUF?

Die Bedürfnisse für eine doppelseitige Eurokarte sind verschieden von denen für ein hochkomplexes Multilayer Motherboard. ULTIBOARD bietet eine (aufrüstbare) Lösung wo Sie nur für die Kapazität zahlen die Sie brauchen.

Verfügbar von einer 'low-cost' DOS-Version bis zur 32-bit PC und SUN Version mit unbegrenzter Kapazität. Besonders die REAL-TIME Features sprechen den professionellen Designern an. Mit über 8.000 Anwendern weltweit gehört ULTIBOARD zu den führenden PCB-Layoutsystemen.

ULTIMATE

TECHNOLOGY

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

Ⓓ Taube El. Design Tel. 030 - 691-4646 Fax -6942338

Arndt El. Design Tel. 07026 - 2015 Fax -4781

Pathberg D & E Tel. 06421 - 22038 Fax -21409

Inotron Tel. 089 - 4309042 Fax -4304242

BB Elektronik Tel. 07123 - 35143 Fax -35143

WM-Electronic Tel. 0512 - 292396 Fax -292396

Ⓐ Deltronica Tel. 01 - 7231264 Fax -7202854

VOM KONZEPT ZUM PLOT IN EINEM TAG



# CO-Detektor

## Quantitative Bestimmung der Kohlenmonoxid-Konzentration

Peter Fuhrmann

Da Kohlenmonoxid bereits in kleinsten Konzentrationen fatale Folgen für den Sauerstofftransport des Blutes nach sich zieht, ist eine Detektion dieses Gases in bestimmten Situationen – beispielsweise in Tiefgaragen – eminent wichtig. Die hierfür eingesetzten Kohlenmonoxid-Detektoren und -Warnanlagen arbeiten auf Basis spezieller Zinndioxid-Halbleiter, deren Leitfähigkeit von der CO-Konzentration abhängt.



**K**ohlenmonoxid fordert mehr Opfer als alle anderen Gifte zusammen. Seine Gefährlichkeit für den Menschen erhöht sich zusätzlich durch seine absolute Geruchs- und Farblosigkeit. Bindet sich Kohlenmonoxid an das im Blut enthaltene Hämoglobin (Hb), so entsteht Carboxyhämoglobin (CO-Hb). Je nach pH-Wert des Blutes besitzt Kohlenmonoxid allerdings eine 210- bis 300mal größere Affinität zum Hämoglobin als Sauerstoff. Im Gegensatz zum Hämoglobin ist Carboxyhämoglobin nicht in der Lage, Sauerstoff aufzunehmen, so daß die Transportfähigkeit des Blutes für Sauerstoff um diesen Anteil sinkt. Kohlenmonoxid ist zudem bereits in geringen Konzentrationen in der Lage, Sauerstoff aus der Hämoglobinverbindung zu verdrängen und auf diese Weise den Blutfarbstoff für den Sauerstofftransport zu blockieren.

Die Gefahr einer Kohlenmonoxid-Vergiftung ist relativ groß. Schon bei einer Konzentration von nur wenigen ppm Kohlenmonoxid in der Atemluft (100 ppm = 0,01 %) stellen sich leichte Kopfschmerzen ein, höhere Konzentrationen können zu sofortiger Bewußtlosigkeit

und anschließendem Tod führen. Da das spezifische Gewicht von Kohlenmonoxid größer als das von Sauerstoff ist, kann sich Kohlenmonoxid bei ungünstigen räumlichen Gegebenheiten langsam ansammeln, so daß gefährliche Konzentrationen dieses toxischen Gases entstehen können.

Bei einer starken CO-Vergiftung treten anfänglich Kopfschmerzen, Schwindel und Herzrhythmusstörungen auf, die bis zum plötzlichen Bewußtseinsverlust führen. Eine sofortige Beatmung mit reinem Sauerstoff ist die einzige lebensrettende Maßnahme. Auf diese Weise erhöht man den Sauerstoff-Partialdruck im Blut, wodurch das Kohlenmonoxid aus der Hb-Verbindung verdrängt wird.

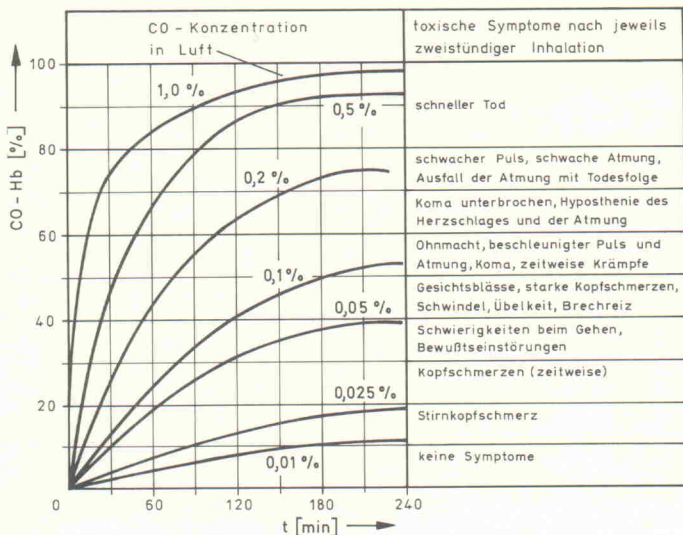
Die Abhängigkeit der CO-Hb-Konzentration im Blut nach Einatmen der Luft mit verschiedenen CO-Dichten und die sich einstellenden Symptome sind in Bild 1 dargestellt. Ausgehend von diesen Erkenntnissen hat die Japan Gas Inspection Association den Alarmpegel für die Haushaltsdetektion von Kohlenmonoxid festgelegt. Dieser Standard sagt aus, daß ein Detektor für den häuslichen Gebrauch Alarm auslösen soll, bevor die CO-Hb-

Konzentration einen Wert von 25 % erreicht. Bild 1 zeigt, daß eine Durchschnittsperson Gefahr läuft, diesen Wert zu erreichen, wenn sie beispielsweise rund vier Stunden lang Luft mit 250 ppm oder 90 Minuten lang Luft mit 500 ppm CO-Gehalt einatmet.

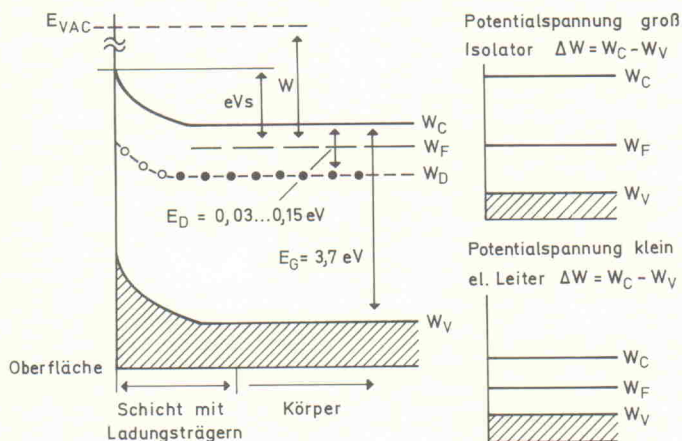
Ein typischer Sensor für den Nachweis von Kohlenmonoxid arbeitet auf Basis von Zinndioxid, dessen interne elektrochemische Vorgänge sich mit dem in Bild 2 dargestellten Energiebändermodell erklären lassen. Dabei bilden sich viele Donatorenniveaus (Elektronenspender = viele Valenzelektronen) unterhalb der Leitungszone. Wenn Zinndioxid eine bestimmte (hohe) Oberflächentemperatur in der Luft erreicht, wird Sauerstoff von der Kristalloberfläche adsorbiert und dabei dissoziiert (Zerfall von neutralen Molekülen in mehrere Ionen). Die adsorbierten Sauerstoff-Moleküle sind negativ geladen. Aus diesem physikalischen Vorgang erfolgt ein Donatoren-Elektronen-Transfer, die Grenzfläche erhält eine negative Ladung. Auf diese Weise bildet sich eine Potentialschwelle aus, die sich als Barriere gegen den Elektronenfluß stellt.

Die Potentialschwelle ist für die Leitfähigkeit der Elektronen



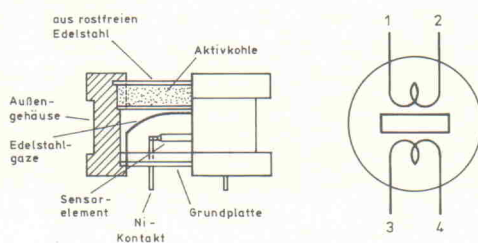


**Bild 1.** Anstieg der CO-Hb-Anteils in Abhängigkeit von der CO-Konzentration und der Einwirkdauer.



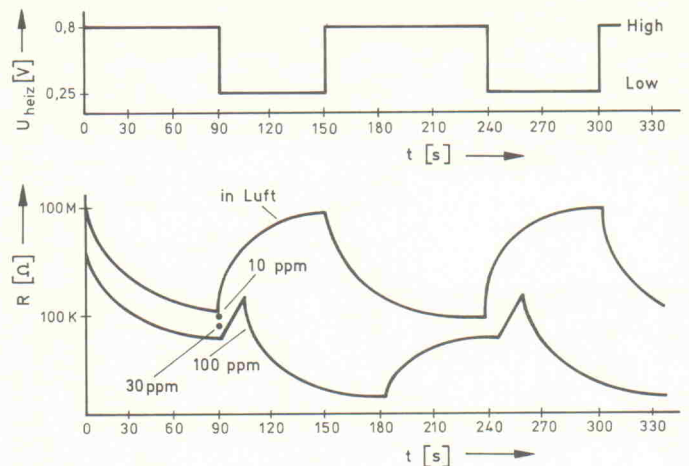
**Bild 2.** Energiebändermodell für das Sensorausgangsmaterial Zinndioxid.

**Bild 3.** Schematische Darstellung des Sensorbausteins TGS 203.

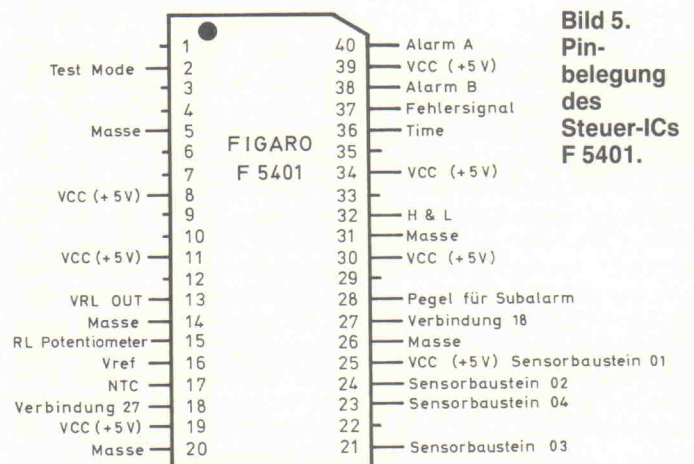


entscheidend. Wird das Potential zwischen  $W_V$  (Valenzband, voll besetztes Band mit Elektronen) und  $W_C$  (Leitungsband, Band oberhalb des Valenzbandes) größer, sinkt die elektrische Leitfähigkeit. Eine Reduzierung des elektrischen Potentials zwischen  $W_V$  und  $W_C$  hingegen äußert sich in einem

des) größer, sinkt die elektrische Leitfähigkeit. Eine Reduzierung des elektrischen Potentials zwischen  $W_V$  und  $W_C$  hingegen äußert sich in einem



**Bild 4.** Verlauf des Sensorwiderstands bei getakteter Heizung.



**Bild 5.** Pinbelegung des Steuer-ICs F 5401.

Anstieg der elektrischen Leitfähigkeit. Dabei gibt das Fermi-Niveau die Energie der wahrscheinlichen Aufenthaltsorte der Elektronen an. Mit ansteigender Gaskonzentration sinkt die Potentialschwelle, dadurch steigt die elektrische Leitfähigkeit des Materials. Für den Zinndioxid-Sensor bedeutet dies, daß bei einer wachsenden CO-Konzentration die Potentialschwelle sinkt und die daraus resultierende elektrische Leitfähigkeit des Sensors ansteigt.

Das oben dargestellte Bändermodell des Halbleiterbausteins gilt für einen Störstellenhalbleiter. Grundsätzlich unterscheidet man zwischen Eigenleitung und

Störstellenleitung. Bei Halbleitern mit einem extrem hohen Reinheitsgehalt – zum Beispiel Silizium – spielt die Eigenleitung des Kristalls eine Rolle. Da in diesem Fall lediglich wenige Valenzelektronen zur Verfügung stehen, weist das Material einen relativ hohen spezifischen Widerstand auf. Bei der Störstellenleitung hingegen sind Fremdatome substitutionell im Kristallgefüge eingebaut.

Die Valenzelektronenzahl der Fremdatome weicht grundsätzlich von der Valenzelektronenzahl der Atome des Grundmaterials ab. Der in dem CO-Sensorelement verwendete Störstellenhalbleiter besteht aus Zinnoxid

# WIE TEUER IST EIN 32-BIT EDA SYSTEM?

Bis Ende April 1993 können Sie bei ULTIMATE das ULTIboard 'Entry Engineer' 32 bit System (Layout+Schaltplan) für nur DM 2.990 zzgl. MwSt. anschaffen mit einer Kapazität von 1.400 pins. Aufrüstbar bis zu den größeren Systemen.

**ULTIBOARD**  
COMPUTER AIDED PCB DESIGN

Verfügbar von einer low-cost DOS-Version bis zur 32-bit PC und SUN Version mit unbegrenzter Kapazität. Besonders die REAL-TIME Features sprechen den professionellen Designern an. Mit über 8.000 Anwendern weltweit gehört ULTIboard zu den führenden PCB-Layoutsystemen.

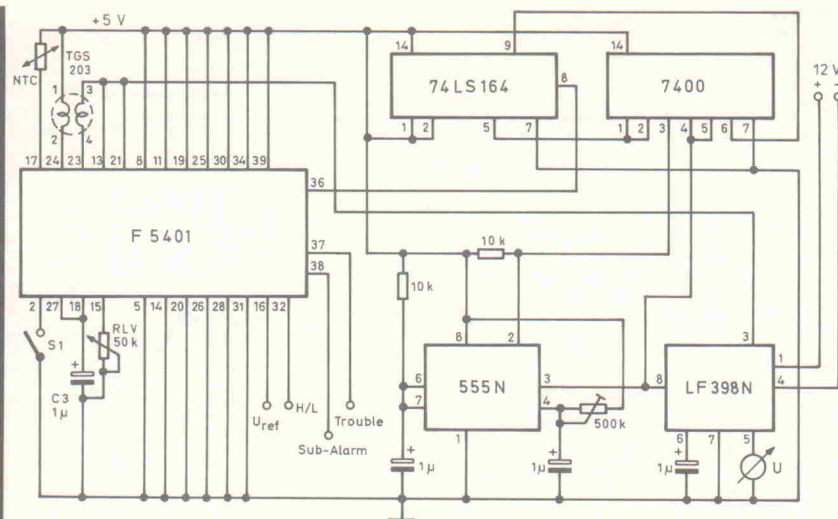
**ULTIMATE**  
TECHNOLOGY

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

Taube El. Design Tel. 030 - 691-4646 Fax -6942338  
 Arndt El. Design Tel. 07026 - 2015 Fax -4781  
 Patberg D & E Tel. 06421 - 22038 Fax -21409  
 Inotron Tel. 089 - 4309042 Fax -4304242  
 BB Elektronik Tel. 07123 - 35143 Fax -35143  
 WM-Electronic Tel. 0512 - 292396 Fax -292396  
 Deltronica Tel. 01 - 7231264 Fax -7202854

VOM KONZEPT ZUM PLOT IN EINEM TAG





**Bild 6.**  
Schaltung  
eines CO-  
Meßgeräts mit  
dem F 5401.

mit hinzugefügten Palladium-Fremdatomen.

Der Sensorbaustein TGS 203 besteht aus einem Zinndioxid-Halbleiter, in dem zwei Palladium-Iridium-Wendel eingelassen sind, die gleichzeitig als mechanische Befestigung und als elektrischer Anschluß fungieren. Die Struktur des Sensorelementes ist in Bild 3 wiedergegeben. Der Zinndioxid-Halbleiterbaustein ist in einem Glasfasergehäuse aus Polyäthylen untergebracht. An den vier im wesentlichen aus Nickel bestehenden metallischen Stiften unterhalb des Sensors kann man von außen die jeweilige Leitfähigkeit des Sensors bestimmen, gleichzeitig fließt über diese Stifte der Heizstrom für den Sensor. Unterhalb des Deckels befindet sich eine Aktivkohleschicht, die Stick-

oxide herausfiltert und somit die Selektivität des Sensors erhöht.

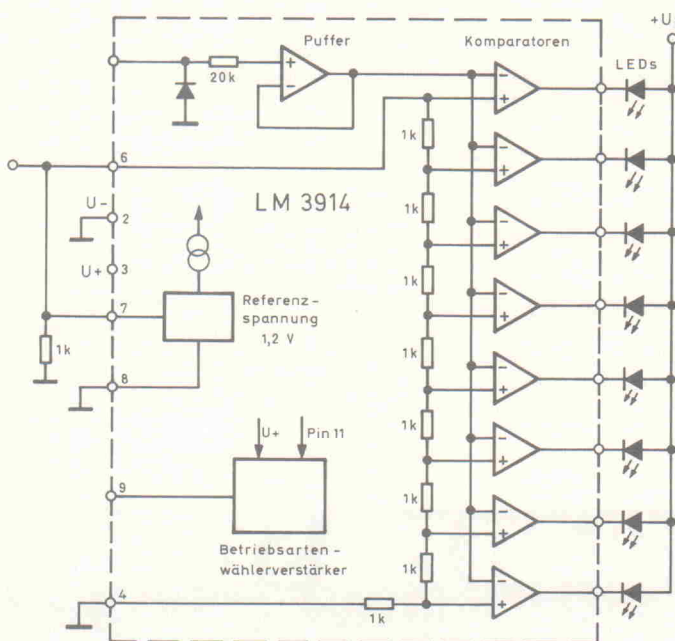
In Bild 4 sieht man den Verlauf des Sensorwiderstands in Abhängigkeit von der Heizphase. Bei einer kalten Oberflächentemperatur ändert der Sensor seine elektrische Leitfähigkeit nur relativ langsam. Mit einer deutlich höheren Oberflächentemperatur erfährt der Sensor den jeweiligen CO-Wert hingegen sehr schnell. Eine hohe Luftfeuchtigkeit sowie eine geringe Oberflächentemperatur des Sensors sind unbedingt zu vermeiden. Bei einer hohen Luftfeuchtigkeit stellt sich ein unkorrektes Meßergebnis ein, da die umgebende Luft elektrisch leitend wirkt und somit eine fehlerhafte, weil nicht CO-bedingte Leitfähigkeitsänderung im Sensor hervorruft. Mit einer getakteten Heizung lassen sich die Aus-

wirkungen dieser Störeinflüsse beseitigen.

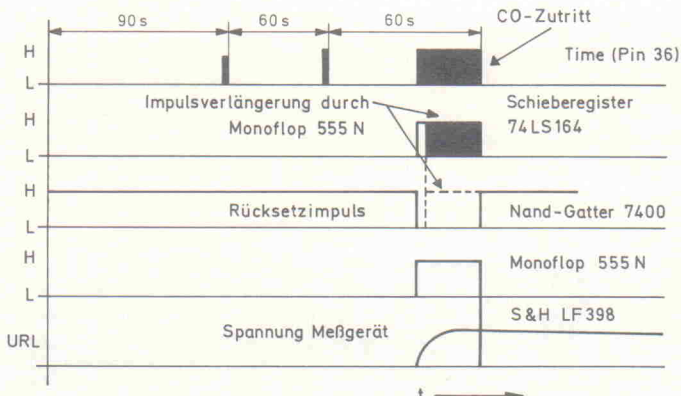
Die komplizierten elektrochemischen Vorgänge im Sensorelement werden über den integrierten Schaltkreis F 5401 (Bild 5) gesteuert und ausgewertet. Das Steuer-IC taktet auch die Heizung des Sensors: Bei geschlossener Stellung der internen IC-Schalter fließt ein Heizstrom durch die Sensorheizwendel. Nach dem Öffnen der internen Schalter erfährt das Steuer-IC die elektrische Leitfähigkeit des Sensors. Die Spannung an Pin 13 ist dabei ein Maß für die jeweilige CO-Konzentration. Nachdem die dritte Flanke des Taktsignals (Pin 36, Time) das Schieberegister erreicht hat, entsteht am Ausgang ein H-Signal. Den dort anstehenden Impuls verlängert das Monoflop 555 (Bild 6) auf etwa 200 ms. Der auf 200 ms gedehnte Impuls ist zur Weiterverarbeitung an den digitalen Eingang des S&H-Bausteins LF 398 gelegt. Nur bei Eintreffen dieses Impulses ist es möglich, die Spannung am Ausgangspin 13 meßtechnisch

zu erfassen. Der Kondensator sorgt für ein Zwischenspeichern der Spannung am LF 398, und zwar speichert er die Ausgangsspannung (Pin 13 des F 5401) so lange, bis er mit einem weiteren dritten Impuls (Pin 36) umgeladen wird. Die auf diese Weise erfaßte Spannung erlaubt eine Aussage über die Kohlenmonoxid-Konzentration. In Bild 8 ist das zugehörige Impulsdiagramm dargestellt.

Das Nand-Gatter ist so installiert, daß das Schieberegister ordnungsgemäß zurückgesetzt wird und alle Registerinhalte löscht. Der steuernde Impuls ist für das Monoflop – ebenfalls mit einem Nand-Gatter – zu invertieren, denn das Monoflop reagiert auf abfallende Flanken. Die mit dem S&H-IC erfaßte Spannung (Pin 5 des LF 398) braucht man jetzt nur noch einem Meßinstrument zuzuführen. Zur Anwendung gelangt ein Zeigerinstrument mit einem Vollauschlag von 5 V. Die Anzeige ist nun noch in ppm zu kalibrieren. Je nach RLV-Widerstandswert mißt das Gerät in einem Bereich von 0 bis 100 ppm (RLV = 50 kΩ) beziehungsweise von 0 bis 1000 ppm (RLV = 20 kΩ). Es ist noch zu erwähnen, daß dieses digital gesteuerte Gerät erst nach Durchlaufen der zweiten Signalperiode einen korrekten Spannungswert anzeigt; der erste Spannungswert zu Beginn der Messung läßt noch keine Aussage über das in der Luft vorhandene Kohlenmonoxid zu, da nur eine IC-interne Spannung zur Auswertung gelangt. Alternativ kann man die analoge Ausgangsspannung auch auf einem Dot/Bar-LED-Display darstellen. Eine dementsprechende Schaltung auf Basis des Displaytreibers LM 3914 ist in Bild 7 wiedergegeben. kb

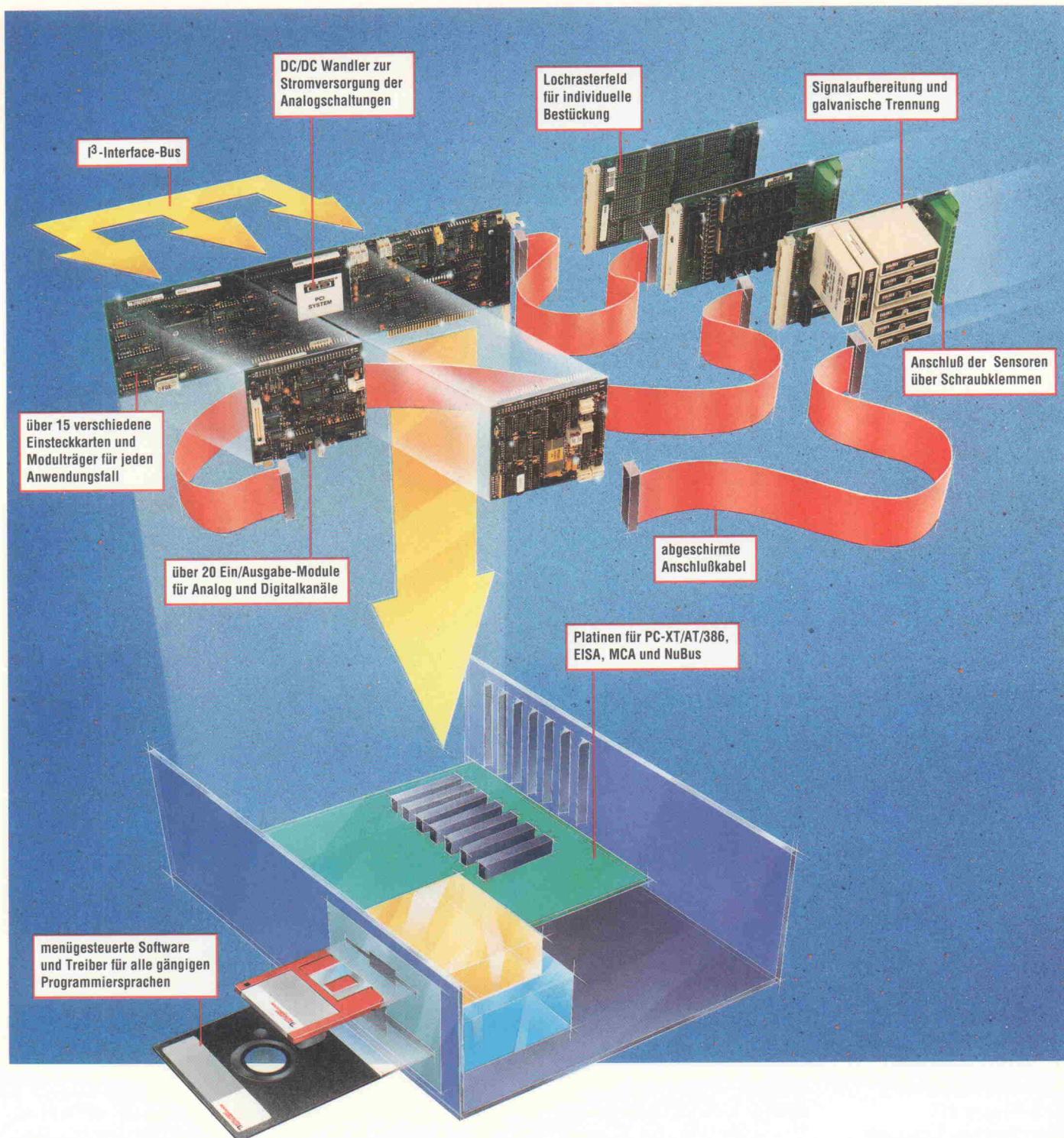


**Bild 7.** Den Meßwert kann man alternativ auch mit einer LED-Kette anzeigen.



**Bild 8.** Impulsdiagramm für die in Bild 6 dargestellte Schaltung.





## PCI-System. Das komplette Programm zum Messen-Steuern- Regeln mit PCs.

Mit dem PCI-System bieten wir ein umfangreiches und bewährtes Hardware- und Softwarekonzept für die PC-Meßdatenverarbeitung. Auflösungen bis 18 Bit und Abtastraten bis zu 10 MHz decken einen großen Anwendungsbereich ab – von der Temperaturmessung bis zur Analyse von Radarsignalen. Der modulare Aufbau ermöglicht die flexible Anpassung an die jeweilige Applikation. Ständige Weiterentwicklung und Innovation sichert unseren Produkten den technischen Vorsprung. So setzt unsere neue Low-Power Platine mit nur 1 Watt Leistungsaufnahme neue Maßstäbe beim Preis/Leistungsverhältnis von Multifunktionskarten.

Hohe Meßgenauigkeit und Zuverlässigkeit auch unter Extrembedingungen ermöglichen unsere lebenslange Garantie für PCI-20.000 Hardware. Viele Standard-Softwarepakete für die Meßtechnik unterstützen das PCI-System. Für Eigenentwicklungen liefern wir leistungsfähige Treiber für DOS und Windows. Weltweite Beratung, Support und Service sichern über 100 Niederlassungen und Vertretungen in 48 Ländern. Fordern Sie noch heute unser kostenloses PCI-Handbuch an.

**INTELLIGENT  
INSTRUMENTATION**  
A Burr-Brown Company

Intelligent Instrumentation GmbH, Esslinger Strasse 7, 7022 Leinfelden-Echterdingen, Tel. (0711) 9 49 69-0, Fax (0711) 9 49 69-89

Geschäftsstelle Bremen: Tel. (04207) 79 15, Fax (04207) 79 17 • Geschäftsstelle Düsseldorf: Tel. (02162) 3 57 31, Fax (02162) 2 22 17 • Austria: Tel. (0222) 62 63 71, Fax (0222) 60 32 95 •  
Switzerland: Tel. (01) 7 24 07 07, Fax (01) 7 24 04 10 • Italy: Tel. (015) 98 00 96, Fax (015) 98 06 68 • France: Tel. 39 54 80 99, Fax 39 54 69 46 • Great Britain: Tel. (0923) 89 69 89, Fax (0923) 89 66 71 •  
Netherlands: Tel. (03465) 5 02 04, Fax (03465) 5 04 15 • USA: Tel. (602) 5 37-08 87, Fax (602) 5 37-05 22



# Sanft geschaltet

Zur Vermeidung von Einschaltstromstößen bei Trafos

Michael Konstanzer

Jeder Elektroniker weiß, daß beim Einschalten von Transformatoren gelegentlich die Netzsicherung ausgelöst wird, besonders dann, wenn diese Sicherung auf den Nennstrom des Trafos abgestimmt ist, und vor allem, wenn ein Ringkerntrafo eingeschaltet wird. Die Forschung nach den Ursachen für dieses Verhalten und die Erarbeitung eines Vorschlags zur allgemeinen Lösung des Problems betrieb der Autor dieses Artikels bei der Fraunhofer-Gesellschaft und erhielt für seine Arbeiten den Fraunhofer-Preis 92.



**D**er Einschaltstromstoß bei Transformatoren hat folgende Ursachen: Wird ein Trafo zum Beispiel zufällig gegen Ende einer positiven Netzhalbwellen ausgeschaltet, so bleibt sein Eisenkern in 'positiver' Richtung magnetisiert, weil er zuvor von der Netzspannungshalbwelle positiv magnetisiert wurde. Diese bleibende Magnetisierung, Remanenz genannt, ist dann sozusagen als Gedächtnis beliebig lange im Eisenkern gespeichert.

Wird er irgendwann, etwa zufällig gerade zum Beginn einer positiven Spannungs-Halbwellen, wieder eingeschaltet, so wird sein Eisenkern durch das von der positiven Netzspannungshalbwelle aufgezwungene positive Magnetfeld, ausgehend von

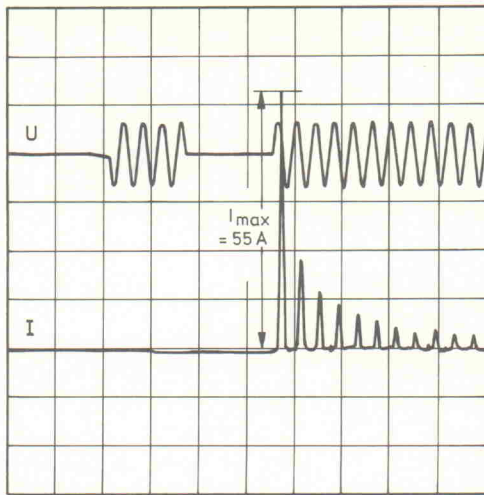
der schon positiven Remanenz im Eisenkern, weiter in die magnetisch positive Richtung getrieben. Das Weicheisen im Trafo läßt sich aber nicht beliebig stark magnetisieren. Die Magnetflußdichte, Induktion genannt, hat einen Grenzwert, bei dem das Eisen gesättigt ist. Der Zusammenhang zwischen Strom und Feldstärke ist dann plötzlich nicht mehr linear.

Elektrisch ausgedrückt, hat der Trafo am Ende dieser ersten positiven Netzspannungs-Halbwellen, durch die erfolgte Eisensättigung seinen induktiven Widerstand vollkommen verloren und besitzt nur noch den wesentlich kleineren Kupferwiderstand der Primärwicklung. Der Trafo verhält sich

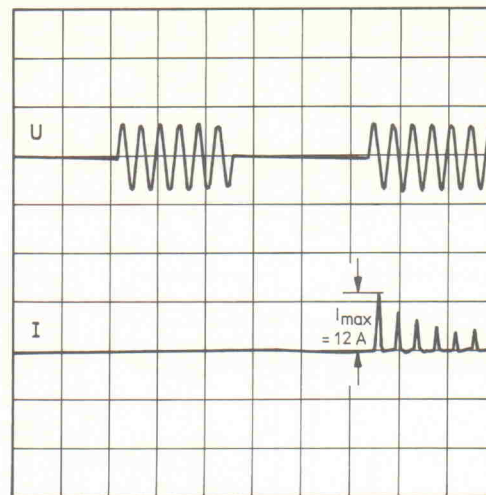
also, als wenn er mit Gleichspannung betrieben würde. Deshalb wird dabei dem Versorgungsnetz auch ein wesentlich größerer Strom als im Normalbetrieb entnommen, der je nach Trafoauslegung beim 10- bis 100fachen des Nennstromes liegen kann.

Wird der Trafo beim Einschalten jedoch entgegen seiner Rest-Remanenz magnetisiert, so entsteht nur ein kleiner Einschaltstromstoß. Das ist der gute Einschaltfall, der natürlich auch in der Praxis auftritt und bei dem die Sicherung dann nicht auslöst. Hier ist also der Zufall im Spiel, obwohl doch in der berechenbaren Technik eigentlich nichts dem Zufall überlassen werden sollte. Der im





**Bild 1. Der 'schlechte' Fall: Das Abschalten mit der positiven Halbwelle bei anschließendem Einschalten mit ebenfalls positiver Halbwelle verursacht bei diesem Beispiel einen primären Stromstoß von 55 A.**



**Bild 2. Der 'gute' Fall mit dem gleichen Trafo wie aus Bild 1: Hier folgt dem Abschalten mit negativer Halbwelle ein Einschalten mit umgekehrter Polarität; der Einschaltstromstoß erreicht nur noch 12 A.**

schlechten Einschalt-Fall fließende Überstrom klingt je nach Trafogröße mehr oder weniger schnell ab, weil sich das zuerst asymmetrische Durchlaufen der Hysteresis-Kurve immer mehr zentriert. Diese Einschalt-Stromspitzen sind aber in jedem Fall eine sehr lästige Erscheinung und zwingen die Konstrukteure bisher, bei der Absicherung und bei der optimalen Auslegung von Trafos unschöne Kompromisse einzugehen.

So ist es zwar wünschenswert, Trafos einerseits hart (das heißt belastungssteif) und klein, leicht und stromsparend mit einem hohen Wirkungsgrad auszulegen und trotzdem den Einschaltstrom ganz zu vermeiden. Das ist im Normalfall aber ein Widerspruch, denn wenn ein Trafo auf einen hohen Wirkungsgrad ausgelegt ist, hat er auch einen hohen Einschaltstromstoß. So macht man die Wickeldrähte der Windungen länger und dünner und damit hochohmiger, um so den Einschaltstromstoß zu begrenzen. Das wiederum hat aber einen schlechteren Wirkungsgrad zur Folge.

Mit strombegrenzenden Reihenwiderständen, die bei größeren Trafos genau an die Lastverhältnisse angepaßt werden mußten und nach dem Einschalten überbrückt wurden, ist das Einschaltstromstoß-Problem bisher für viele Anwendungen leidlich, aber dem Stand der Elektronik-Technik entsprechend (eher unbefriedigend) gelöst worden. Der Einschaltstromstoß belastet die Trafowicklungen mechanisch nicht unerheblich, verschleißt die Kontakte des Einschalters, weil diese immer prellen und dann einem Lichtbogen bei hohem Strom ausgesetzt sind. Häufig verlangt ein Trafo wegen des Einschaltstoßes und

wegen der sich daraus ergebenden nötigen hohen Absicherung eine eigene Netzzuleitung vom Verteiler her, damit er beim Einschalten andere Netz-Verbraucher nicht stört, was natürlich zusätzliches Geld kostet.

Erniedrigt man dagegen die Induktion im Trafoeisen durch Vergrößerung der Eisenquerschnittsfläche, so wird dadurch ebenfalls der Einschaltstromstoß gemindert, weil mit der Flußdichte auch die Induktion sinkt, ebenso wie durch den Einbau eines Luftspaltes im Eisenkern. All diese baulichen Maßnahmen ergeben jedoch immer einen größeren und schwereren Trafo, und bei Verwendung eines Luftspaltes oder größerer Drahtlänge auch einen größeren Blind- beziehungsweise Wirk-Stromverbrauch. Hauptsächlich im Ausland sind solche Maßnahmen üblich; besonders natürlich dort, wo der Strompreis niedrig ist.

Weiter gibt es noch spezielle Halbleiterrelais, die an die Einschaltproblematik meist besser angepaßt sind als sogenannte Nullspannungsschalter. Sie enthalten Thyristorschalter, die zwar im Scheitel der Netzspannung einschalten, aber trotzdem noch nicht den besten Fall des Einschaltens erreichen, weil sie Polarität und Stärke der Rest-Remanenz nicht berücksichtigen.

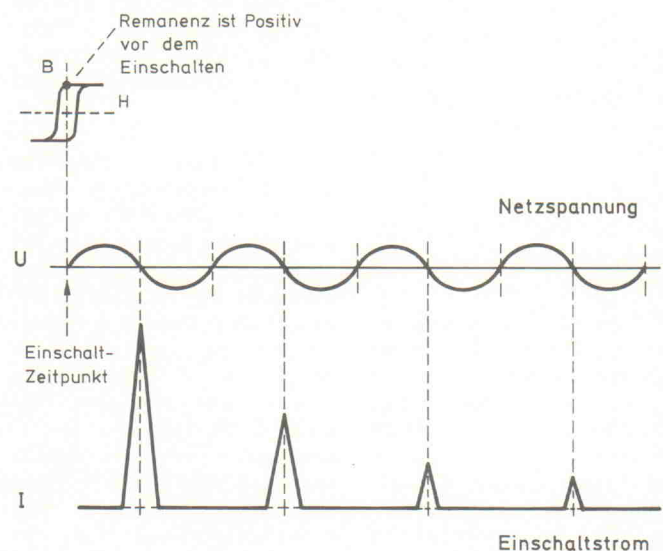
Außerdem gibt es Halbleiterrelais, die immer gegenphasig zum vorhergegangenen Ausschalten wieder einschalten. Bei harten Trafos reicht diese Methode zur Vermeidung der Einschalt-Stromspitzen. Das erste Einschalten nach Geräteanschluß an das Stromnetz ist dabei aber nicht fehlerfrei erreichbar und führt sofort zum Auslösen der Sicherung.

Auch Halbleiterrelais, die selbsttätig aufdimmen, sind erhältlich, um Trafos weich einzuschalten. Dabei werden jedoch zusammen mit harten Trafos und/oder Schiefasten oder im Trafoleerlauf ebenfalls Einschaltstromstöße erzeugt, welche die Sicherungen auslösen. Außerdem müssen diese Halbleiterrelais für maximal mögliche Kurzschlußströme dimensioniert werden, was sie teuer macht. Manche Lasten, wie beispielsweise die mit einer Steuerspannung betriebenen Schütze in Maschinensteuerungen, können nicht ange dimmt werden, weil sonst ein 'Schnattern' der Schütze während des Andimmens auftritt.

Auf jeden Fall aber werden Trafos, Schalter, Sicherungen und Zuleitungen immer soweit überdimensioniert, daß der Einschaltstromstoß eben ausgehal-

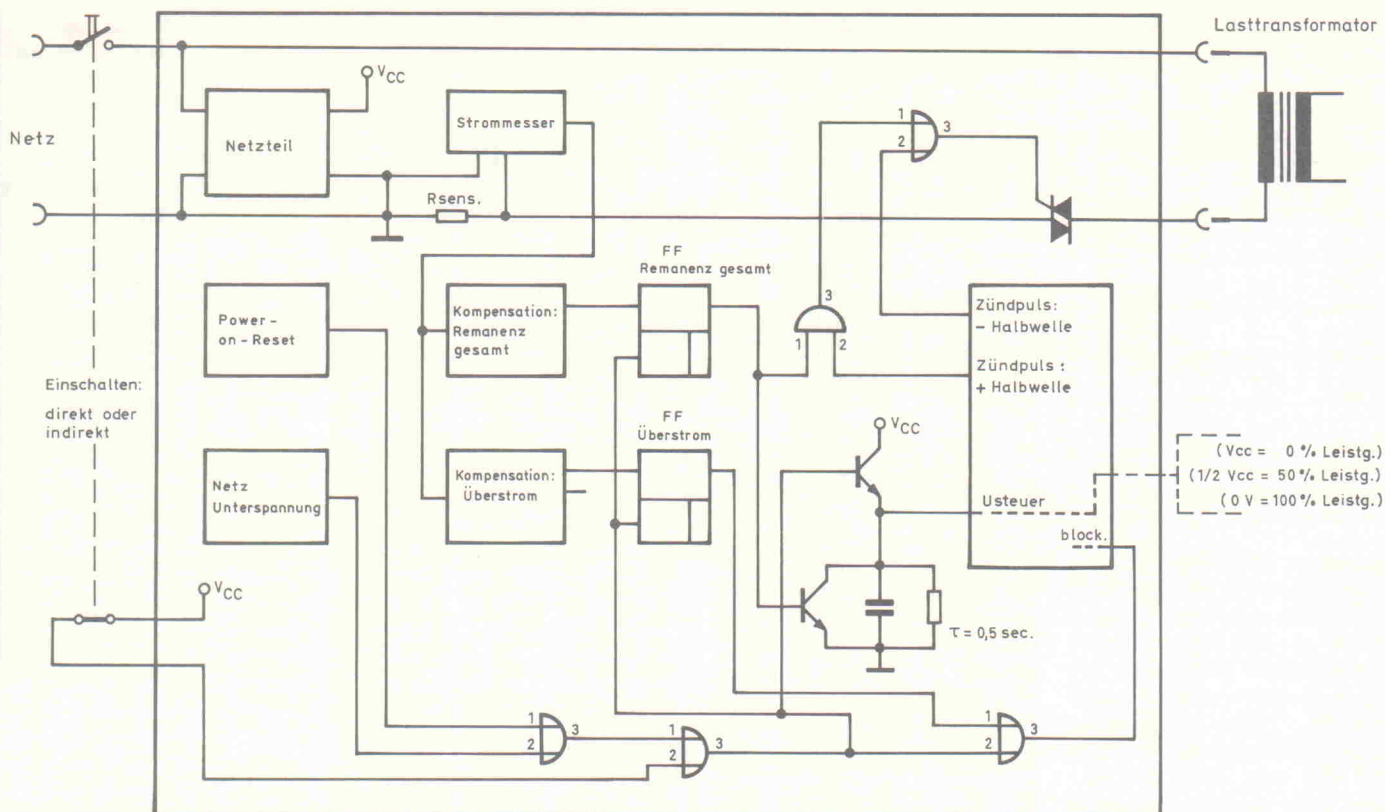
ten, beziehungsweise auf ein gerade noch vertretbares Maß gemildert wird. Vor etwa zwei Jahren begann der Autor, die vorhin erwähnten Halbleiterrelais zum Einschalten von Ringkern-Trafos einzusetzen. Das hat die Häufigkeit des Einschaltstromstoßes jedoch erhöht, was zur Suche nach der Ursache und einer Abhilfe des Übels motivierte.

Für das Einschalten nach dem bisher bekannten 'besten Fall' muß eigentlich die Lage der Vormagnetisierung ('Remanenz') bekannt sein und dann gegenphasig dazu eingeschaltet werden. Wird ein Trafo aber zu einem zufälligen Zeitpunkt ausgeschaltet, so ist die Remanenzlage nicht sicher ableitbar. Außerdem hat man dann immer noch nicht den Fall des allerersten Einschaltens eines gerade neu angeschlossenen Trafos gelöst.



**Bild 3. Hier noch einmal der übliche Verlauf des Einschaltstroms, wenn ohne weitere Maßnahmen auf eine positive Rest-Remanenz im Kern eine positive Halbwelle aufgeschaltet wird.**





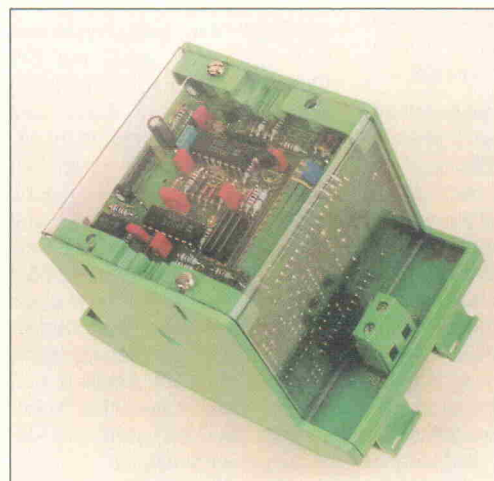
**Bild 4. Das Blockschaltbild der Universal-Ausführung:** Hiermit lassen sich viele Trafotypen und -größen sanft einschalten.

Die Untersuchungen des Autors führten im wesentlichen zu zwei unterschiedlichen Lösungen. Die erste stellt eine 'Stand-alone'-Schaltung dar, mit der ein beliebiger Trafo oder auch ein beliebiges Gerät nachträglich ausgerüstet werden kann, die zweite ist ein integriertes Paket, das schon während der Schaltungsentwicklung mit in das neue Produkt 'hineingehäkelt' wird. Weiter gibt es noch andere spezielle Lösungsvorschläge beispielsweise für die Energie-Elektronik oder Anwendungen im Bereich Punktschweißen.

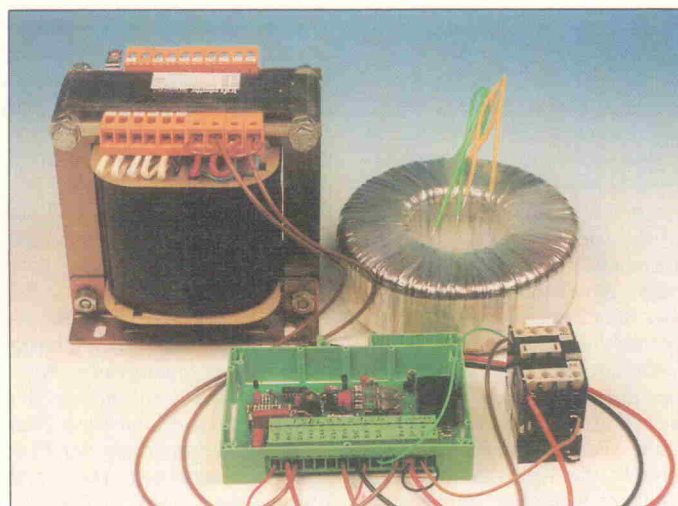
Die Stand-alone-Schaltung ist zwar von Trafotyp und -größe unabhängig, beinhaltet dafür aber einen höheren Aufwand an Elektronik. Hier wird der Trafo vor jedem neuen Einschalten zuerst mit einpoligen angeschnittenen Spannungshalbwellen, also mit pulsierenden Gleichspannungseffektivwerten beaufschlagt, die mit kleinen Werten beginnen und stetig größer werden, bis eine definierte Remanenzlage im Eisen erreicht

ist. Durch Messung des Magnetisierungsblindstromes am Ende einer jeden angeschnittenen Spannungshalbwelle wird das Erreichen der erwarteten Hystereskurve-Wendemarke, die einem bestimmten Blindstrom-Schwellwert entspricht, sicher und lastunabhängig erkannt, ohne daß ein Magnetfeldsensor im Trafo nötig wäre. Damit ist der Vorgang des 'Remanenzsetzens' beendet. Der Schwellwert für den Magnetisierungsblindstrom kann für alle Trafos von 500 VA bis etwa 5 kVA beispielsweise bei 2 A liegen und muß nicht an den Trafo oder die Last angepaßt werden. Voraussetzung ist, daß der Leerlaufstrom nicht wesentlich größer ist als 2 A.

Der Blindstrom ist außerdem absolut lastunabhängig, kann also immer, das heißt in allen Lastfällen zur Detektion der Remanenzlage verwendet werden. Damit ist die Ausgangsbedingung zum optimalen Einschalten mit dem oben erwähnten günstigsten Fall geschaffen worden, also eine dem Einschalt-Gerät bekannte Remanenzlage im Trafo erreicht. Man kann auch sagen, daß der Trafo mehrmals magnetisiert und mehrmals abgefragt wird, wo seine Remanenz steht, bis er mit dem 'richtigen' Magnetisierungsblindstrom deutlich antwortet. Durch die selbsttätige Vergrößerung der unipolaren



**Bild 5. Dieses TSE-Modell 3 ist nicht speziell auf einen verwendeten Trafo zugeschnitten. Unter den beiden sichtbaren Platinen befindet sich das Schaltschütz.**



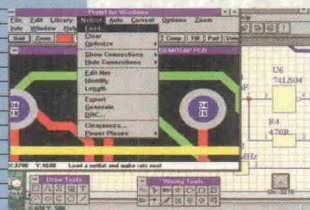
**Bild 6. Hier ein Muster der Universal-Ausführung TSE 4; durch das ausgelagerte Schaltschütz wird die Elektronik recht klein.**



# Erfolgsbausteine für Ihre Elektronik-Entwicklung:

## Neu von MicroSim

### Protel



#### EDA für Windows

- Schematic
- PCB-Layout
- Auto-Placer
- Auto-Router

Hoschar Info-Kennziffer 57

### Sophia



#### In-Circuit-Emulatoren

- 4/8-Bit-CPU's
- 16-Bit-CPU's
- 32-Bit-CPU's

Hoschar Info-Kennziffer 61

### OrCAD

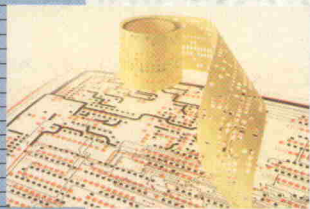


#### EDA für DOS/386

- Schematic
- PLD-Design
- Simulation
- PCB-Layout

Hoschar Info-Kennziffer 07

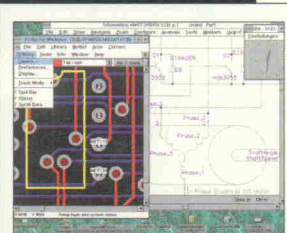
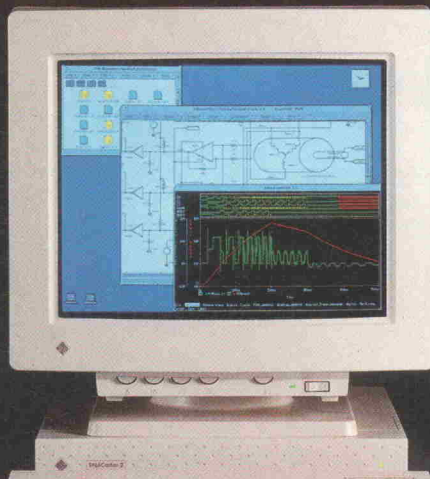
### ALS-Design



#### Computer Aided Manufacturing

- Gerber-View & Plot
- Gerber-Editor
- Design-Rule-Check
- Format-Konverter
- Nutzenmontage

Hoschar Info-Kennziffer 10



Neu: PSpice Schematics erzeugt jetzt direkt aus dem Schaltplan Protel und PADS Netzlisten

## Design Center V5.3

# Jetzt einsteigen – oder PSpice updaten

### Facts

#### Module

Schaltungsentwurf  
Layout-Netzlisten  
PSpice  
Analog Simulation  
Digital Simulation  
A/D Mixed-Mode  
Monte-Carlo  
Grafik-Display  
Filtersynthese

#### Rechner

PC/AT 386/486  
Unter MS-DOS oder  
MS-Windows 3.1  
Apple Macintosh  
SUN/Open Windows  
Neu: HP9000/700

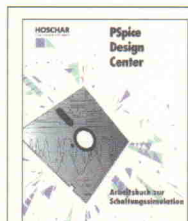
Falls Sie bisher noch gezögert haben Mixed-Mode Analog/Digital-Simulation eines so anerkannten Experten wie MicroSim in Ihrer Elektronik-Entwicklung einzusetzen, dann sollten Sie das neue Design Center V5.3 jetzt testen: Mühelos entwerfen und simulieren Sie selbst hochkomplexe Schaltungen. Sie experimentieren mit Signalen, Timing-Verhalten, komplexen Lasten, Frequenzgang, Leistung und vielen anderen elektrischen Größen. Mit der statistischen Monte-Carlo Simulation ermitteln Sie die Einflüsse von Temperaturschwankungen, Bauelement-Toleranzen und Alterung. Kurvenzüge werden am Bildschirm grafisch dargestellt, ausgedruckt oder per DTP in die Dokumentation übernommen. Sie testen Ihre Schaltungs-idee also auf Herz und Nieren noch bevor sie realisiert ist, denn schließlich

leistet das Design Center weit mehr als jeder Meßplatz. Erst jetzt übergeben Sie die Netzliste direkt an Ihr Protel- oder PADS-Layout-System. Das alles bringt jede Menge Vorteile, denn Sie kommen nicht nur schneller voran, sondern steigern gleichzeitig die Qualität Ihrer Produkte und verhindern teure Ausfälle.

Da liegt es auf der Hand, daß das Design Center mit PSpice bei über 17.000 Installationen schon heute der De-Facto-Industriestandard für Simulation ist und von vielen namhaften Halbleiterherstellern mit Bauteil-Bibliotheken unterstützt wird.

Und natürlich erhalten Sie bei uns das Design Center und den Design Center Update mit allen Privilegien des HOSCHAR SupportService130.

Hoschar Info-Kennziffer 03



Exklusiv von uns: Die PSpice-Testversion mit 64 Knoten Kapazität und 300-Seiten HOSCHAR Arbeitsbuch in Deutsch für nur 195,- DM

**HOSCHAR**  
Systemelektronik GmbH



**EDA-Info-Hotline**  
**0721/37 70 44**

Telefax 0721/37 72 41  
Postfach 2928 W-7500 Karlsruhe 1

Alles für die Elektronik-Entwicklung:  
Der neue EDA-Katalog von Hoschar.  
Jetzt kostenlos anfordern!



## Abruf-Gutschein

am besten kopieren und per Fax an: 0721/377241 oder ausschneiden und per Post an Hoschar GmbH Postfach 2928 W-7500 Karlsruhe 1

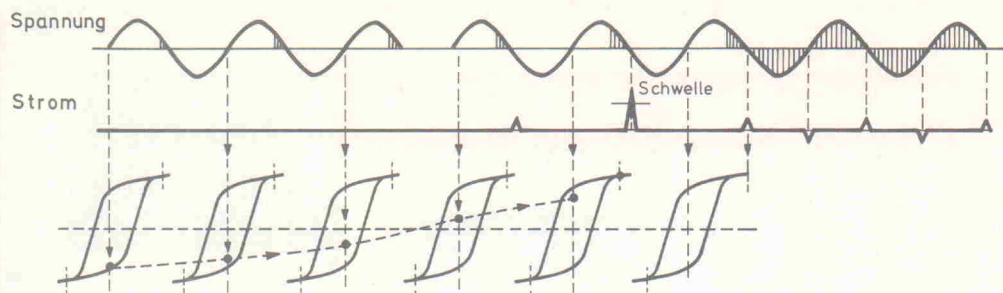
- ☐ Ja, bitte senden Sie mir kostenlos den EDA-Katalog  
☐ Ja, bitte senden Sie mehr Informationen zu folgenden Produkten

☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐  
(bitte jeweils die angegebenen Kennziffern der gewünschten Produkte eintragen)

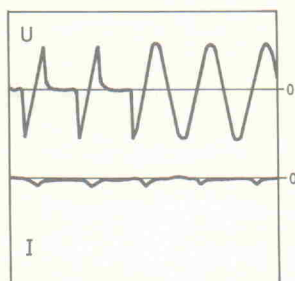
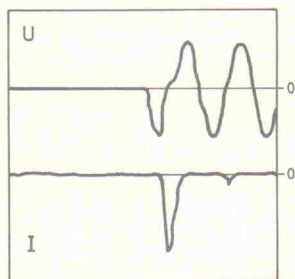
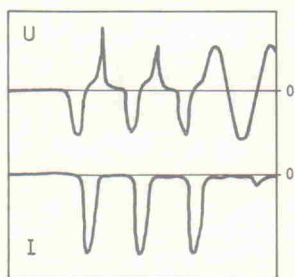
- ☐ Ja, wir haben PSpice/Design Center bereits im Einsatz.  
Bitte senden Sie uns unverzüglich die Upgrade-Informationen

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





**Bild 7. Der prinzipielle Ablauf des Universal-Verfahrens: Von einem beliebigen Punkt auf der Hysteresekurve wird der Remanenzpunkt durch die länger werdenden Phasenanschnitte so weit verschoben, daß ein positiver Blindstrom detektierbar ist; dann wird gegenphasig eingeschaltet.**



**Bild 8. Hier ein drastisches Beispiel für das Einschaltverhalten eines 5-kVA-Trafos: oben mit einem Schütz, das wegen Spannungseinbrüchen flattert (Stromspitzen: 250 A), in der Mitte mit ordnungsgemäß funktionierendem Schütz und unten mit einem TSE-Gerät.**

Spannungsabschnitte, die auf den Trafo bis zur richtigen Blindstromantwort gegeben werden, paßt sich das Verfahren selbsttätig an jeden Trafotyp und seine Ausschaltemanenzlage an.

Nach der richtigen Blindstromantwort wird der Trafo mit einem zweiten Thyristor ans Netz geschaltet und dieser dann zum Vermeiden von Verlustleistung mit einem Relais- oder Schützkontakt sofort überbrückt. Der Trafo wird also bei diesem neuen besten Fall vom Wendepunkt der Hysteresekurve aus mit einer Halbwelle beginnend bestromt, was dem Dauerlauffall entspricht. Beim bisherigen besten Fall wurde vom Remanenzpunkt aus mit einer Spannungshalbwelle beginnend gestartet, was immer noch Blindstromspitzen erzeugte, besonders bei 'harten' Trafos. Es ist zu sehen, daß beim optimalen Einschalten eines unbelasteten Trafos sofort der Leerlaufstrom fließt und keine Stromspitze entsteht. Der leerlaufende Trafo war bisher schwerer einschaltbar als der belastete.

Dieses beschriebene Verfahren und die zugehörigen Schaltungen sind unter dem Namen TSE (Trafo-Sanft-Einschalten) patentiert oder zum Patent angemeldet und somit nicht frei verwendbar. Der Patenteigentümer, die Fraunhofer-Gesellschaft, ist jedoch an Kontakten zu Lizenznehmern interessiert.

Das zweite in der Einleitung erwähnte Verfahren ist speziell auf den Trafo zugeschnitten, dafür aber wesentlich weniger aufwendig. Es werden hierbei unipolare Spannungsabschnitte mit fest eingestellter Breite eine genügend lange Zeit auf die Primärwicklung gegeben; mit genügend lang sind etwa 300 ms gemeint. Die Remanenz wird dabei genauso sicher definiert gesetzt. Danach wird im folgenden Nulldurchgang ebenfalls voll eingeschaltet. Das Verfahren kommt ohne Strommessung aus und ist billiger als

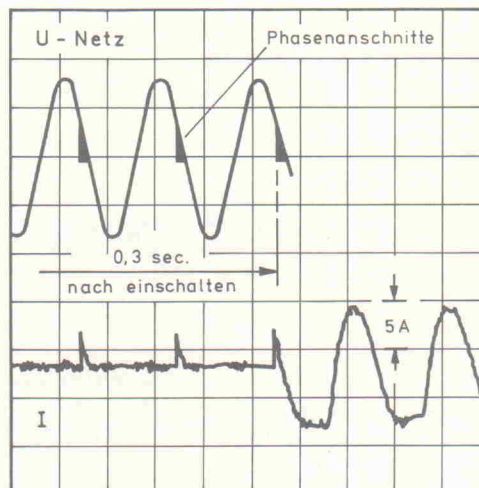
das zuvor beschriebene, besonders wenn es schon in der Entwicklungsphase mit in den Kostenrahmen des Gesamtgerätes einfließt. Allerdings muß der Spannungsabschnitt zum Setzen der Remanenz auf den Trafotyp (nicht die Größe) angepaßt werden.

Sind nach dem Trafo große Gleichrichter und Siebkondensatoren vorhanden, so entsteht üblicherweise durch ihren großen Aufladestrom beim Einschalten ein heftiger Stromstoß auf der Trafoprimärseite, der zwar nichts mit dem bisher besprochenen Einschaltstromstoß zu tun hat, aber nichtsdestotrotz die Netzsicherung auslöst. Mit den beschriebenen Einschaltverfahren werden die Kondensatoren weich aufgeladen, und es entsteht durch sie kein Einschaltstromstoß mehr. Das Setzen der Remanenz bis zum vollständigen Einschalten dauert bei beiden Verfahren zusammen nur circa 0,3 Sekunden und kann als Einschaltverzögerung in den allermeisten Fällen ohne weiteres toleriert werden. Das ist besonders für Hersteller von großen Leistungsverstärkern interessant.

Der Funkstörgrad N wird ohne zusätzliche Entstörmittel gehalten, weil wegen der kurzen Spannungsanschnittzeit laut Definition von VDE NR. 0875 nur Knackstörungen erzeugt wer-

den. Das wird ab 1996 ein wichtiges Thema wegen verschärfter EMV Normen. Der neueste DIN-Entwurf 'VDE 0838 Teil 2' sagt auf Seite 12 ganz klar, daß Geräte, die nur für einige Sekunden lang Störungen erzeugen, nicht unter die Vorschrift zur Begrenzung von Stromüberschwingungen fallen. Damit können dann auch große Trafos nach diesem TSE-Verfahren – das ja nur weniger als 0,5 Sekunden dauert – eingeschaltet werden. Die VDE-Norm ist relevant für Geräte mit mehr als 600 Watt Leistung. Weiter sagt uns auch der normale technische Sachverstand, daß ein Einschaltstromstoß mit großem Netzspannungseinbruch und damit starken niederfrequenten und nicht zu filternden Oberwellen das größere Übel darstellt als einige schwache hochfrequente Oberwellen, die überdies nur von kurzer Dauer sind.

Während der Remanenz-Setzphase mit angeschnittenen unipolaren Spannungshalbwellen wird bei dem Verfahren mit Strommessung außerdem überprüft, ob Überlast oder sogar ein Kurzschluß vorliegt. Ist dies der Fall, wird das Einschalten abgebrochen und dieser Zustand zurückgemeldet oder das Einschalten selbsttätig nach einer gewissen Zeit wiederholt. Da die zum Prüfen der Last verwendeten Spannungsscheitel- und -Effektivwerte klein sind, fließt auch im Kurzschlußfall kein hoher Strom, der die vorgeschaltete Sicherung auslösen könnte oder den Trafo bei einem Teilwicklungskurzschluß überhitzen würde. Auch für dieses Verfahren ist ein Patent erteilt. Man kann es anschaulich als 'vorausschauende Sicherung' bezeichnen. rö



**Bild 9. Die 'Nahaufnahme' der Schaltprozedur des 5-kVA-Trafos zeigt, wie nach den positiven Anschnitten mit einer negativen Halbwelle eingeschaltet wird.**

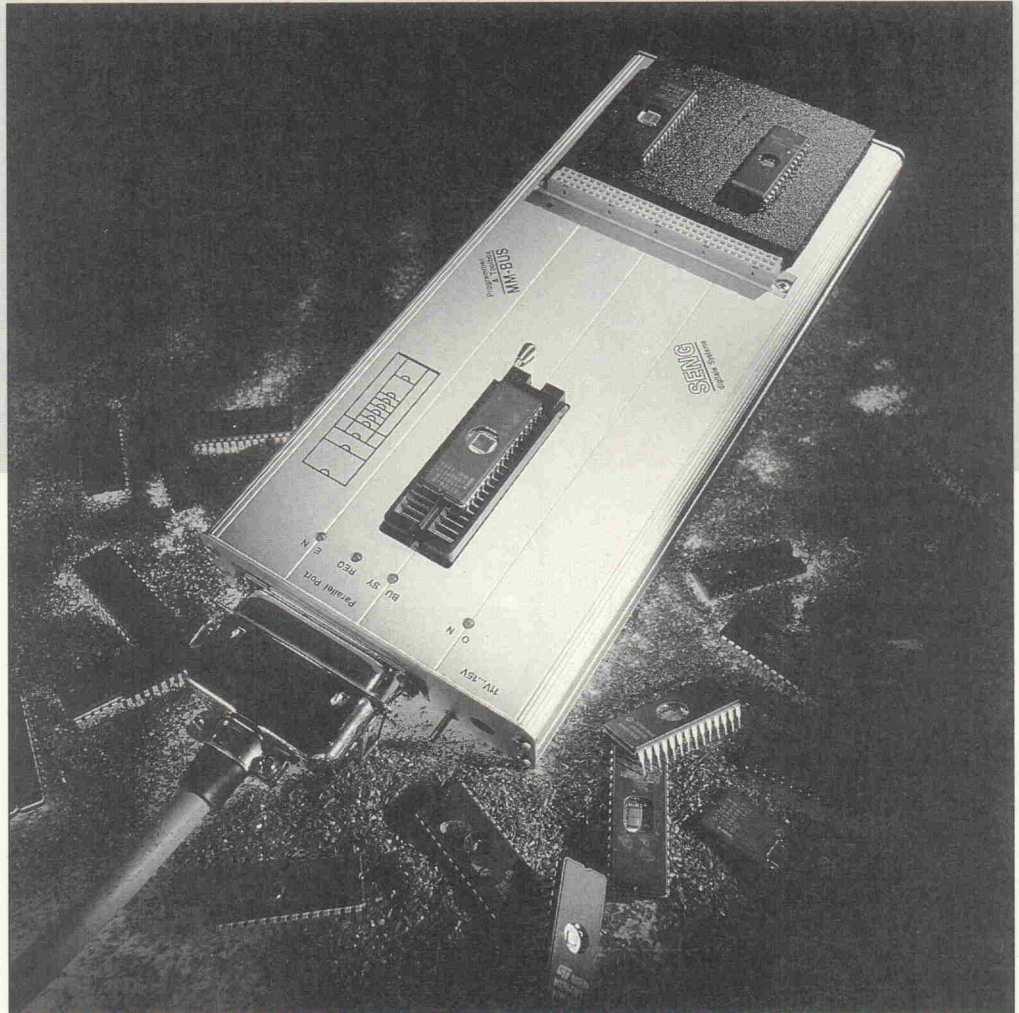


# Dauerbrenner

## Programmer und Toolbox

**Peter Rübke-Doerr**

Als seinerzeit die Preise der 1-MByte-EPROMs gerade geringfügig unter den Goldpreis gefallen waren, kündigten einige Hersteller die Markteinführung von 4-MByte-Typen und Labormuster mit 8 MByte an. Auch in Zukunft wird sich dieser Trend nicht umkehren. Zeit also für ein zukunftsicheres Programmiergerät, das nicht bei jeder Änderung der Programmier-Algorithmen umfangreiche Hardware-Upgrades über sich ergehen lassen muß. Es gehören nämlich keine hellseherischen Fähigkeiten dazu, das Steigen von Integrationsdichte und Größe bei Speicherbausteinen vorherzusagen.



**M**it der allgemeinen Vergrößerung der Speicherbausteine sind auch die Programmierzeiten für die einzelne Speicherzelle nicht mehr tabu: Da die Speicherkapazität immer größer wird, würde eine 'Brennzeit' von 50 ms (wie aus den Gründerjahren der EPROMs) bei einem 8-MByte-EPROM zu einer Programmierzeit von einigen Stunden führen. Schon heute – und in Zukunft noch mehr – müssen daher die Speicherhersteller exakte Vorgaben über Brennzeiten und die anderen bei der Programmierung einzuhaltenden Parameter machen, damit die Bausteine in vertretbaren Zeiten mit Software gefüllt werden können.

Wenn man das Anforderungsprofil für ein auch in mehreren Jahren noch nutzbares Programmiergerät aufstellt, so wird

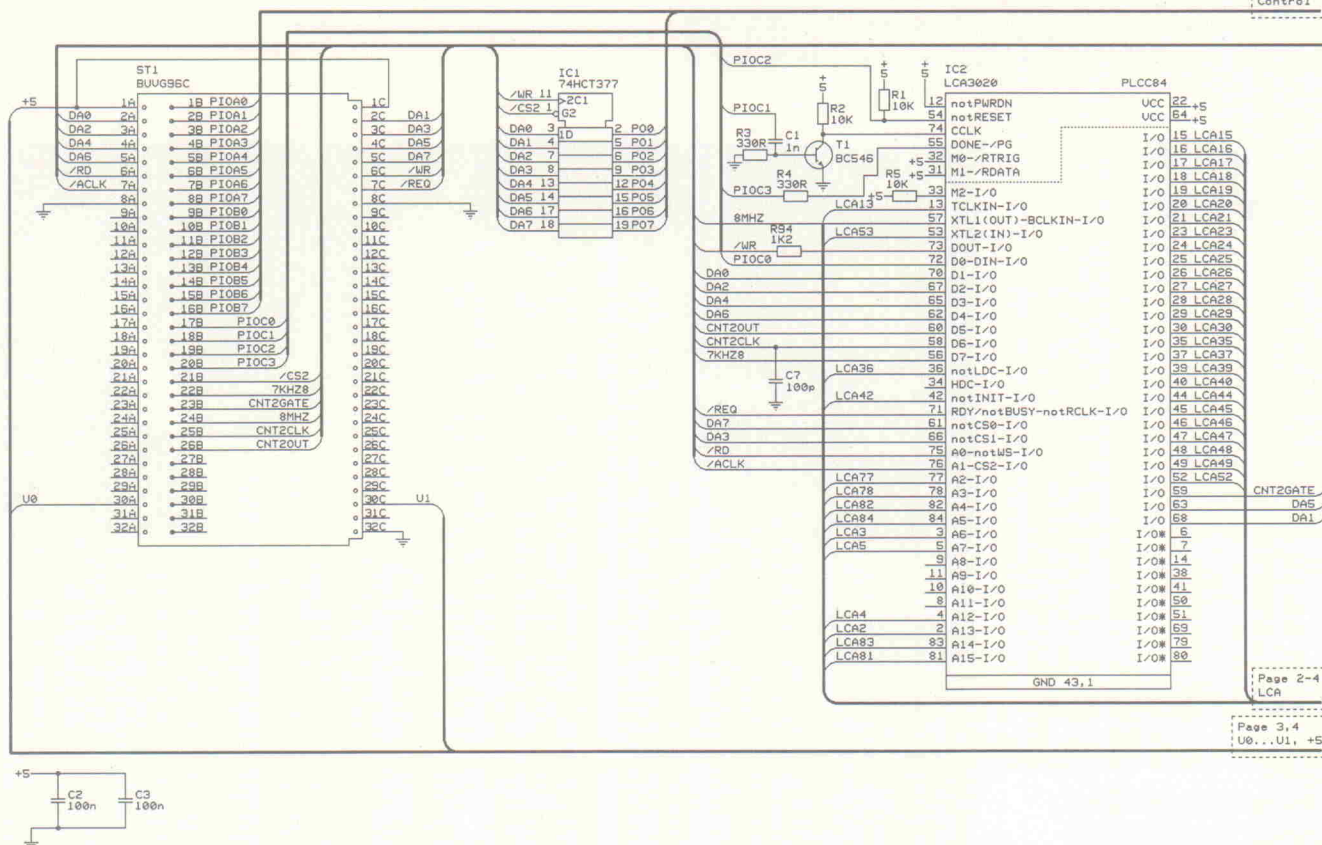
256 Byte	direkt adressierbarer Adreßraum M-Bus:
10h...FFh	I/O Adreßraum
00h...0Fh	reserviert

Durch MM-Bus Link-PC-Interface belegte Adressen:

18h...1Bh	/CS2	Chip-Select-Ausgang zur freien Verwendung
14h...17h	/CS1	Chip-Select-Ausgang Counter 8254
10h...13h	/CS0	Chip-Select-Ausgang PIO 8255 extended address memory
0Fh	EA	
0Eh	EA00...EA07	
0Dh	EA08...EA15	
0Ch	EA16...EA23	
08h..0Bh	reserved	intern
07h	REQOUT reset	Link-PC, REQUEST-Signal
06h	REQOUT set	
05h	IDM1 reset	
04h	IDM0 set	
02h...03h	reserved	intern
01h	MODE8 reset	Link-PC, 8-Bit-Modus
00h	MODE8 set	

**Tabelle 1. Die Belegung des Adreßraums.**





**Bild 1. Programmierplatine, das Herz der Schaltung mit dem LCA.**

heutzutage an erster Stelle wohl die Forderung nach Universalität zu finden sein. Die vornehmsten käuflichen Geräte setzten bisher für jeden Pin einen D/A-Wandler ein, an dem dann die Programmier-Software die nötige Höhe und Länge des Brennpulses einstellte. Doch schon mit dieser Hardware-Beschaltung des Programmiersockels sind bestimmte Dinge festgelegt, beispielsweise die Frage, welcher Pin ein Eingang und welcher ein Ausgang ist (es sei denn, man treibt einen enormen Aufwand, dann geht das auch anders).

## Mit LCA

Das in diesem Projekt vorgestellte Programmiergerät rückt dem Problem mit einem neuen Baustein zu Leibe: einem LCA (Logical Cell Array). Dieses Teil ist ein auf SRAM-Technologie basierender, komplexer und freiprogrammierbarer Logikbaustein. Der logische Inhalt dieses ICs wird je nach Bedarf im Betrieb über einen Port (hier über den MM-Bus) in das LCA geladen. Der Baustein ist also quasi als Peripheriebaustein an

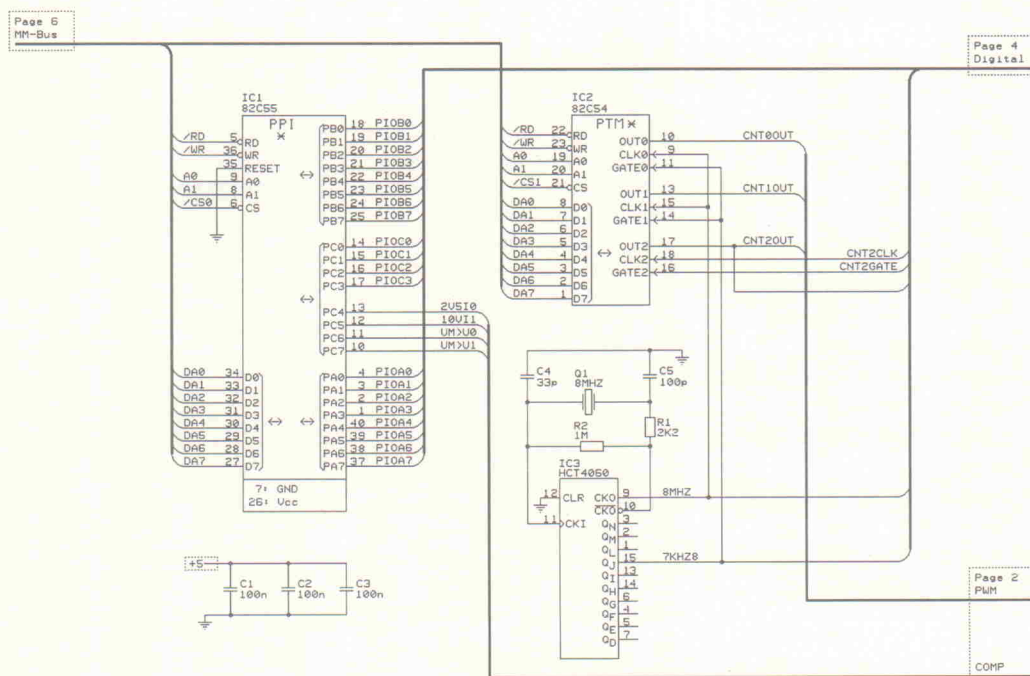
den Bus angeschlossen. Alle 40 Pins des Nullkraftsockels sind mit dem LCA verbunden.

Der zur LCA-Konfiguration benötigte Zeitaufwand hängt von der im Master-PC verwendeten CPU ab: Mit einem 80386 bei 33 MHz beträgt die Konfigurationszeit 240 ms, bei einem 8088 mit 4,77 MHz darf

man schon stolze 2,8 s warten. Im LCA ist die gesamte bausteinspezifische Programmierlogik enthalten. Auf der Platine kann man folgende LCA-Bausteine einsetzen: 3020xx mit 64 Logikblöcken, 3030xx mit 100 Logikblöcken und den 3042xx mit 144 Logikblöcken. Jeder dieser Blöcke stellt ein eigenes kleines PLD dar, die alle belie-

big untereinander verbunden werden können.

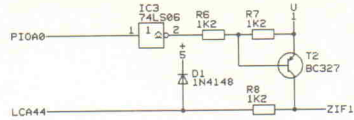
An sämtliche Pins des Nullkraftsockels kann TTL-Pegel geschaltet werden, und sie sind sowohl als Eingang als auch als Ausgang konfigurierbar. Ferner können sämtliche Pins mit einem Taktsignal versorgt werden. An einigen Pins ist Masse



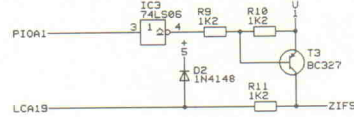
**Bild 2. Link-Platine, das Digitalteil.**



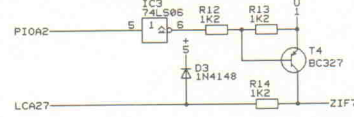
Pin-Treiber Typ A, Pin 1



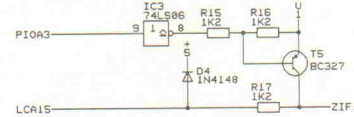
Pin-Treiber Typ A, Pin 5



Pin-Treiber Typ A, Pin 7

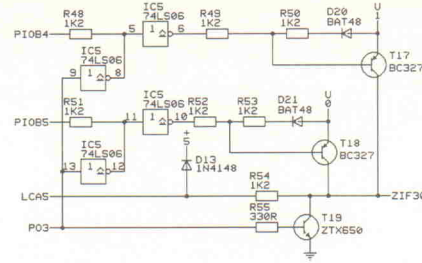


Pin-Treiber Typ A, Pin 10

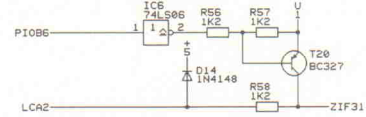


ZTX 550 BC 327  
E B C C B E  
U0 == UCC  
U1 == UPP

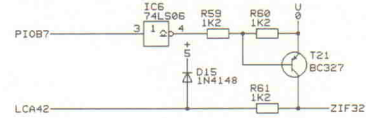
Pin-Treiber Typ C, Pin 30



Pin-Treiber Typ A, Pin 31



Pin-Treiber Typ A, Pin 32



Pin-Treiber Typ A, Pin 34

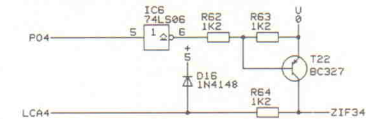


Bild 3. Programmierplatine, die unterschiedlichen Pintreiber zwischen LCA und Programmiersockel.

und/oder die programmierbare Spannung U0 (Vcc) beziehungsweise U1 (Upp) zuschaltbar. Die Länge des Programmierimpulses wird im Gerät durch Hardware-Timer erzeugt, wobei die höchste Auflösung des Pulses in Schritten von 125 ns möglich ist. Die Ströme I0 (Icc) und I1 (Ipp) sind einlesbar. Durch die Gerätestruktur

sind Updates sowohl der Software als auch der Hardware (!) jederzeit durch ein simples Programm-Update durchführbar.

### MM-Bus

Wer sich lediglich als Benutzer eines Programmiergerätes für Speicherbausteine für das hier vorgestellte Projekt interessiert,

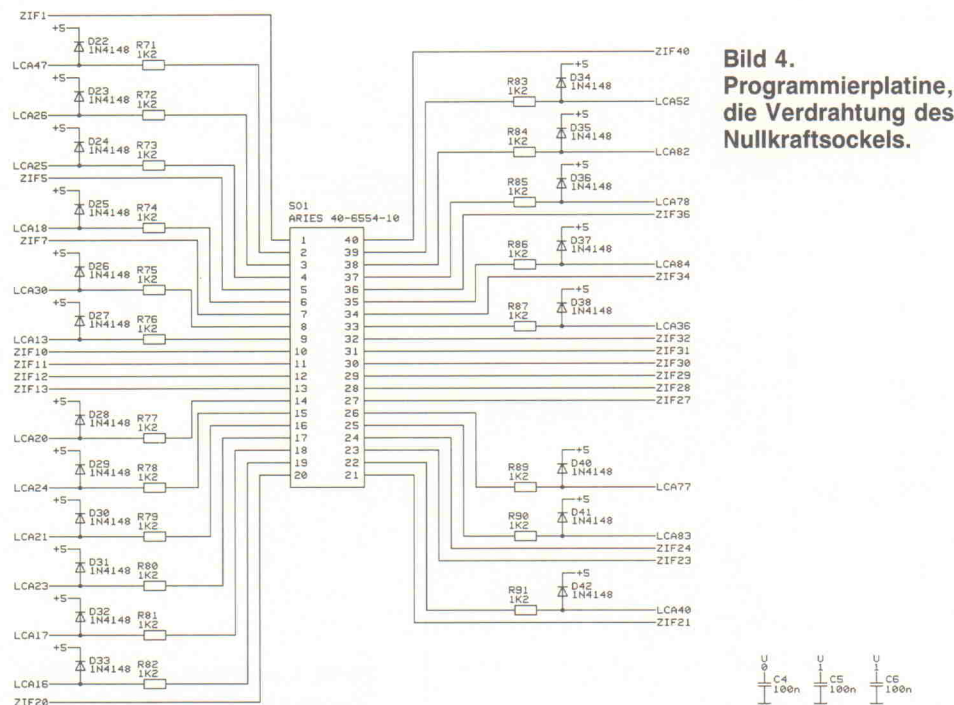
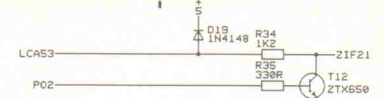
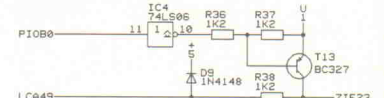


Bild 4. Programmierplatine, die Verdrahtung des Nullkraftsockels.

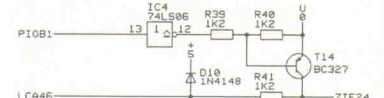
Pin-Treiber Typ D, Pin 21



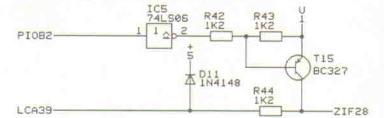
Pin-Treiber Typ A, Pin 23



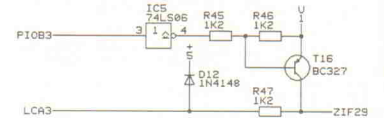
Pin-Treiber Typ A, Pin 24



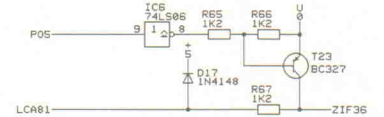
Pin-Treiber Typ A, Pin 28



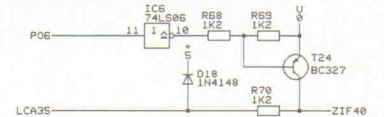
Pin-Treiber Typ A, Pin 29



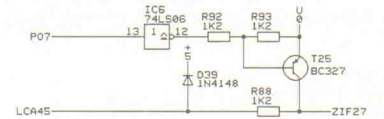
Pin-Treiber Typ A, Pin 36



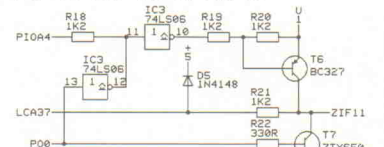
Pin-Treiber Typ A, Pin 40



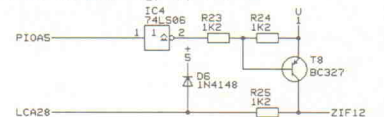
Pin-Treiber Typ A, Pin 27



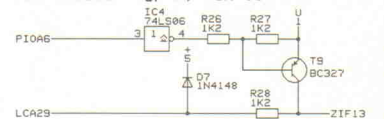
Pin-Treiber Typ B, Pin 11



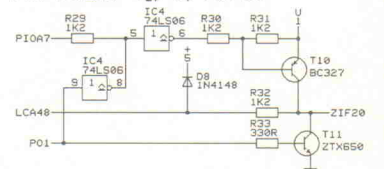
Pin-Treiber Typ A, Pin 12



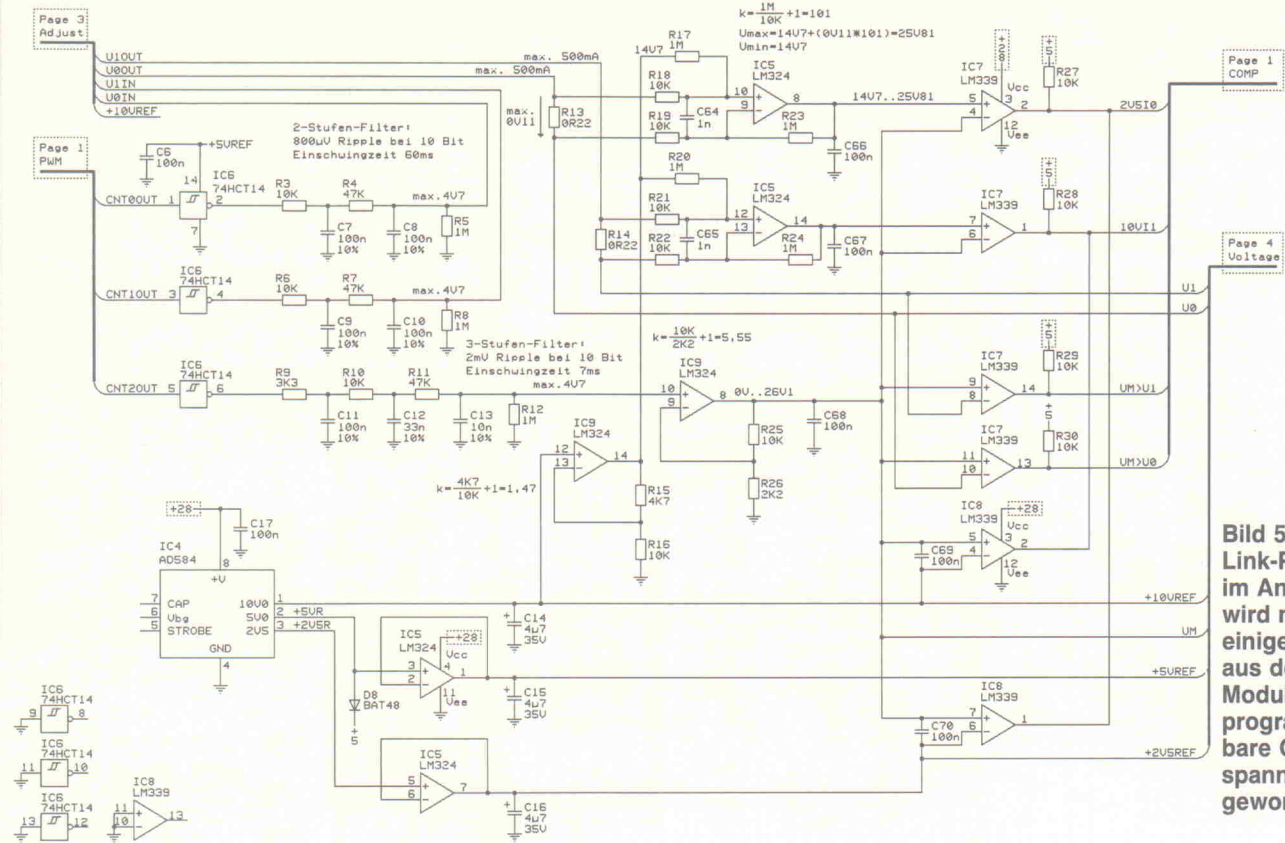
Pin-Treiber Typ A, Pin 13



Pin-Treiber Typ B, Pin 20







**Bild 5.** Link-Platine, im Analogteil wird mit einigen Filtern aus der PW-Modulation die programmierbare Gleichspannung gewonnen.

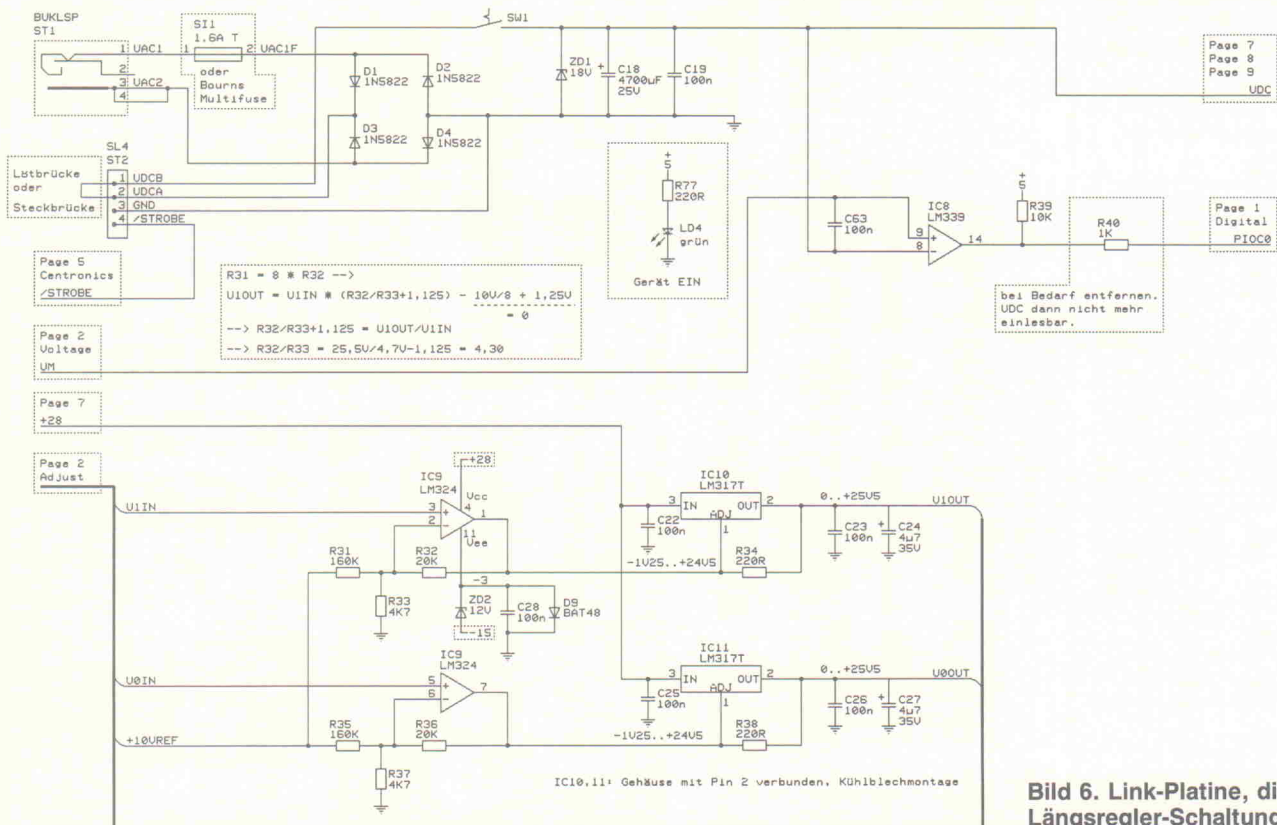
Spannung	Ausgangsstrom	Ausgangsleistung	Wirkungsgrad
+28 V	450 mA	12,6 W	91%
+5 V	2 A	10 W	80%
-15 V	150 mA	2,2 W	83%

**Tabelle 2.** Spannungen und Ströme im Schaltnetzteil.

kann sich die Lektüre dieses Kapitels eigentlich schenken, denn zum Brennen eines EPROMs sind hintergründige Kenntnisse vom MM-Bus nicht erforderlich. Andererseits kann man mit dem MM-Bus einige hübsche Sachen mehr anstellen, als nur EPROMs zu programmieren und diese Anwendungen könnten so manche

Mark sparen helfen.

Der MM-Bus wurde von einer Firma aus Göppingen für all die Anwendungen entworfen, bei denen der Einsatz eines Bussystems als wünschenswert, aufgrund des dafür notwendigen hohen Aufwandes jedoch als unwirtschaftlich erachtet wurde. Es



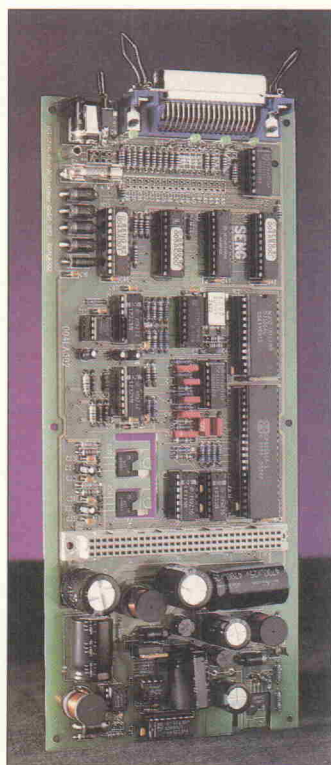
**Bild 6.** Link-Platine, die Netzteil-Längsregler-Schaltung.



handelt sich hier um einen gemultiplexten Multimaster-Bus mit 8 Bit Breite. Er besteht aus insgesamt 12 Signalleitungen, von denen acht Stück der Daten- und Adreßübertragung dienen und die übrigen vier für Steuerzwecke gebraucht werden. Als Bus-Master dient ein externer Rechner oder falls vorhanden, eine auf dem MM-Bus vorhandene master-fähige CPU-Platine. Die Verbindung des externen Rechners mit dem MM-Bus erfolgt über einen sogenannten MM-Bus-Link, der an eine Standard-Schnittstelle des externen Rechners angeschlossen wird. Beim üblichen IBM-kompatiblen ist dies die parallele Drucker-schnittstelle. Die Ausübung der Bus-Master-Funktion durch nicht IBM-kompatible Rechner ist bei Verwendung eines entsprechenden MM-Bus-Links möglich.

Die besonderen Eigenschaften des hier in diesem Projekt eingesetzten MM-Bus-Links sind:

- gemultiplexer 8-Bit-Daten-/Adreßbus
- Multimaster-Fähigkeit
- Interrupt-Fähigkeit
- Adreßraum 256 Byte + 16 MByte
- automatische Identifizierung der Bus-Steckkarten
- einfache Adaptierung von 8085/8086-Peripheriebausteinen
- 41612 Bauform C.



**Bild 18. Die bestückte Link-Platine.**

Ferner bietet der MM-Bus-Link die Möglichkeit, den Rechner um I/O-Funktionen zu erweitern, ohne daß hierzu im Rechner eine neue Einsteckkarte fällig wird.

Da der PC selbst die Rolle des Prozessors auf dem MM-Bus übernimmt, ist die Erstellung von Programmen sehr komfortabel. Man verwendet hierzu die auf dem PC üblichen Compiler und Tools. Die Verwendung von speziellen Cross-Compilern, Prozessor-Emulatoren und der oft wenig leistungsfähigen Mikrocontroller entfällt. Der MM-Bus besitzt Multimaster-Fähigkeit. Sollte die vom PC

über den Link-PC bereitgestellte Leistung nicht ausreichen oder die Verwendung eines PC aus Kostengründen ausscheiden, so können auf dem MM-Bus vorhandene Rechner die Master-Funktion auf dem Bus übernehmen.

Das Link-PC-Interface setzt die Signale der parallelen Drucker-schnittstelle in MM-Bus-Signale um. Es beinhaltet Chip-Select- und Address-Latch-Funktionen, um den direkten Anschluß von Peripheriebausteinen zu ermöglichen und wird über die Signalleitungen /STROBE, /AUTOFD, INIT und /SLCTIN gesteuert. Der Daten-

austausch vom PC zum MM-Bus erfolgt 8-Bit-parallel über die Datenleitungen D0...D7. Der Bit-parallele Datenaustausch vom MM-Bus zum PC erfolgt abhängig davon, ob der PC über eine uni- oder bidirektionale Druckerschnittstelle verfügt, 8-Bit-parallel über die Datenleitungen D0...D7, oder 4-Bit-parallel über die Signalleitungen /BUSY, ERROR, SLCT und PE. Über die Signalleitung ACK kann im PC ein Interrupt ausgelöst werden. Im nächsten Heft folgen die restlichen Schaltbilder sowie die Bestückungspläne und Stücklisten. rö

**RS 232**

**Erstklassig**

**Lieferbar innerhalb 48 Stunden**

...sind die Analog- und Digitalspeicher-Oszilloskope von ITT Instruments. In Europa entwickelt und gefertigt, passend für die täglichen Meßaufgaben in Entwicklung, Produktion und Qualitätssicherung, im Service und in der Ausbildung.

Erstklassig bei den analogen Scopes ist die Spitzenwerttriggerung und die hohe Eingangsdynamik ab 1 mV/Div (cal.) – Eigenschaften also, die sonst zusätzliches Geld kosten. Die DSO sind einfach und übersichtlich in der Bedienung, erstklassig in der Darstellung und Analyse (auch xy-Mode).

Die Auswertung über Cursors und die Einblendung von Meßparametern auf dem Bildschirm ist ebenso selbstverständlich wie die Interface-Option zur Meßdatenausgabe auf PC, Plotter oder Centronics Drucker. Überzeugend ist auch die 2-Jahres-Garantie, die die Zuverlässigkeit unterstreicht. Informieren Sie sich bei Ihrem Fachhändler oder rufen Sie uns an.

Müller und Weigert GmbH  
Postfach 30 42 • D-8500 Nürnberg 10  
Tel. (09 11) 3 50 20 • Fax (09 11) 3 50 23 06

**ITT Instruments**

Wir stellen aus: Interkama, Halle 9, Stand G30

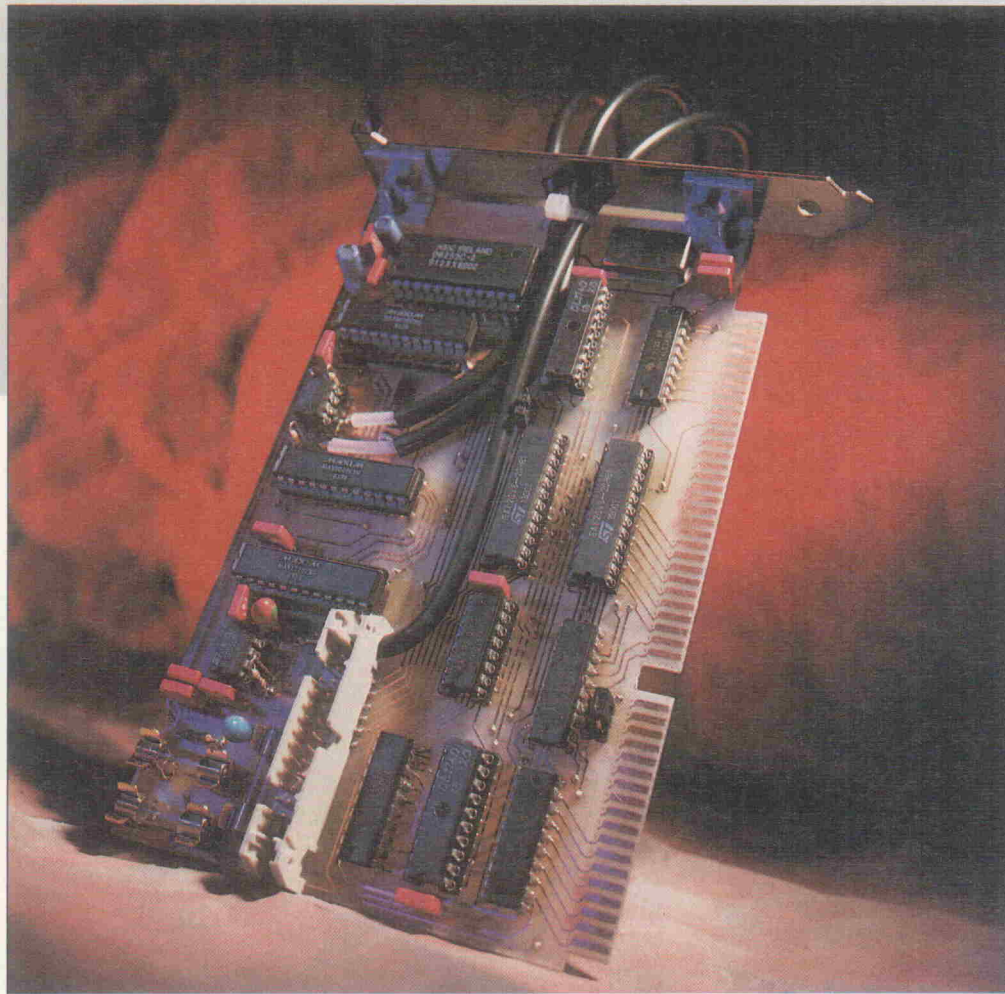


# Wandel-Board

## Universelle 12-Bit-AD/DA-Karte am AT-Bus (Teil 2)

**Thomas Denner,  
Jens Raacke**

Der erste Teil dieses Projektes behandelte außer dem Schaltungsprinzip und der GAL-Logik bereits die Betriebsarten und Registerfunktionen der Meßkarte. Neben Hinweisen zum Aufbau der Schaltung folgen nun Beispiele für die Programmierung von Polling-, Interrupt- und DMA-Betrieb. Den Abschluß bilden der Schaltungsvorschlag für einen externen Multiplexer und die Vorstellung einer Recorder-Software.



Nachdem im letzten Heft die Zusammenhänge zwischen den einzelnen Chips auf der Meßkarte, den Registern, der Steuerlogik in den zwei GALs und den Signalen vom AT-Bus behandelt wurden, sollte nun dem Aufbau der Schaltung nichts mehr im Wege stehen. Allerdings ist es ratsam, den ersten Teil dieses Artikels (Heft 3/93) in erreichbarer Nähe zu behalten, da sich einige Angaben des vorliegenden Beitrages hierauf beziehen. Vor allem zum besseren Verständnis der im folgenden angeführten Programmbeispiele sollte die Beschreibung der Kartenmodi und Registerfunktionen aus Teil 1 zur Verfügung stehen.

Vorab jedoch noch eine Korrektur zu Teil 1: Das Signal von

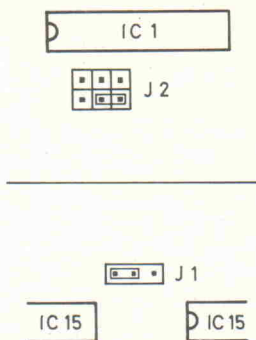
GAL B, Pin 8 zum mittleren Pin von Jumper J1 ist im Schaltplan inkorrekt mit 'TICK' bezeichnet. Richtig muß es jedoch 'EXT\_TC' heißen – was dann übrigens auch wieder mit den GAL-Listings übereinstimmt.

### Handarbeiten

Die Bestückung der zweilagigen Platine ist unproblematisch. Zweckmäßig sind Sockel für alle ICs – am besten Versionen mit gedrehten Pins. Die abgeschirmte (!) Leitung für den analogen Eingang (zum LF356, IC10) wurde beim Prototyp der Meßkarte direkt an der Bestückungsseite auf die Lötfläche – links von den Schutzdioden D1 und D2 – sowie an

die Massefläche daneben gelötet. Obgleich auch Bohrungen für Anschlußpins vorgesehen sind, lassen sich durch direktes Auflöten am einfachsten Störungen minimieren. Der Anschluß der beiden ebenfalls abgeschirmten Ausgangsleitungen erfolgt auf ähnliche Weise. Die entsprechenden Lötflächen befinden sich unterhalb von IC11 (TL082). Verwendet man BNC-Anschlußbuchsen – schlimmstenfalls am Abschlußblech der Karte montiert und mit dem Rechnergehäuse verbunden – liefert dies mit einiger Sicherheit zusätzliche Störimpulse durch die sich bildende Masseschleife. Nach Möglichkeit sollte also die Masse der Signalleitungen von der Gehäusemasse des Rechners getrennt sein.





### Die Jumper sind vor der ersten Inbetriebnahme zu setzen.

Haben IC-Sockel und passive Bauteile auf der Platine Platz gefunden, ist eine Überprüfung der Stromversorgungsleitungen auf Kurzschlüsse empfehlenswert. Danach sind die beiden Jumper J1 und J2 zu setzen (siehe Bild). Die Programmierung der GALs und die hier vorgestellten Turbo-Pascal-Programme gehen von dieser Jumper-Konfiguration aus: Über J1 Signal EXT\_TC (von GAL B, Pin 8) an EXT (X1, Pin 15); über J2 Bussignal IRQ12 an Signal IRQA PC (vgl. Schaltplan).

Die Karte wird zunächst ohne Wandler-Chips in Betrieb genommen. Nach Start des Testprogramms (Listing A) sollte an Pin 17 des ADC-Sockels ein Rechtecksignal von 1,25 MHz anliegen. An Pin 10 von GAL B (IC15) muß eine Frequenz von 10 kHz zu messen sein. Ist dies nicht der Fall, arbeitet der Timerbaustein nicht korrekt. Das Testprogramm schaltet sämtliche Ausgänge der Latches im Sekundentakt zwischen Low und High um. Dies läßt sich auch an den entsprechenden Pins nachmessen (siehe Schaltplan). Sind die Betriebsspannungen für A/D- und D/A-Umsetzer korrekt und ist auch kein sonstiges Bauteil übermäßig heiß geworden, darf man getrost die Wandler bestücken.

### Daten per Polling

Der Polling-Betrieb ist die einfachste Art der Meßwertaufnahme, da hier die Software das Timing bestimmt. Sinnvoll anzuwenden ist Polling etwa dort, wo einzelne Meßwerte in relativ großen Zeitabständen zu erfassen sind und es beim Meßzeitpunkt nicht auf eine tausendstel Sekunde ankommt. Eine Messung erfolgt einfach durch Auslesen von Port 300hex in den Kartenmodi 0 oder 1. Zuvor ist

natürlich der 8253-Timerbaustein zu initialisieren. Die Basisadresse des Timers ist 304hex. Timer 1 wird in Timermodus 3 (Rechteckgenerator) betrieben. Die Timerkonstante T1 berechnet sich einfach nach  $T1 = 5 \text{ MHz}/n$ . Hierbei entspricht 'n' für die langsamen Wandlertypen 1,25 MHz ( $T1 = 4$ ) und 2,5 MHz für die schnellen ( $T1 = 2$ ). Die Timer 0 und 2 sind vor der Einstellung des Kartenmodus ebenfalls zu initialisieren, auch wenn sie beim Polling keine Funktion haben. Vergißt man dies bei der Programmierung, streikt – laut Datenblatt – das gesamte Timer-IC! Weiterführende Hinweise zur Programmierung des Timerbausteins 8253 sind bei Bedarf entsprechender Literatur zu entnehmen ([2], vgl. Teil 1).

Listing 1 zeigt ein Beispielprogramm, das jede Sekunde einen Meßwert aufnimmt und als Dezimalzahl auf dem Bildschirm ausgibt. Hier macht sich die Eigenheit der verwendeten A/D-Umsetzer bemerkbar, mit dem Auslesen eines Meßwertes automatisch eine neue Messung zu starten. Um möglichst aktuelle Werte zu erhalten, sollte man den Wandler immer zweimal auslesen. Zwischen den beiden Auslesevorgängen müssen jedoch mindestens  $10 \mu\text{s}$  liegen, damit die Wandlung auch wirklich abgeschlossen ist und die digitalen Daten des Meßwertes beim Auslesen nicht 'wackeln'.

### IRQ-Kontrolle

Etwas anspruchsvoller als beim Polling gestaltet sich die Programmierung für Datenerfassungen per Interrupt. Der Interrupt-Betrieb erlaubt bereits recht hohe Sample-Raten und nutzt die Timer der Meßkarte als Zeitbasis. Listing 2 zeigt exemplarisch, wie sich per Interrupt Werte (hier mit einer Sample-Rate von 2 kHz) aufnehmen und gleichzeitig grafisch darstellen lassen. Die grafische Ausgabe ist übrigens, zugunsten des Umfanges, recht spartanisch ausgefallen.

Vor dem Setzen des Kartenmodus erfolgt wiederum die Initialisierung der Timer im 8253. Timer 0 und 1 arbeiten als Rechteckgenerator (Timermodus 3). Timer 0 soll eine Frequenz von 2000 Hz erzeugen, wozu er mit einer Timerkonstanten von 2500 ( $5 \text{ MHz}/2 \text{ kHz}$ ) zu beschreiben ist. Timer 2 produziert das

künstliche Busy-Signal (vgl. Teil 1) und arbeitet im Modus 1 als nachtrIGGERbares, flankengesteuertes Monoflop.

Bei den Interrupt-Betriebsarten sind einige Feinheiten zu beachten: Der Rechner reagiert auf Anstiegsflanken der IRQ-Leitung. Es vergeht einige Zeit, bis der Interrupt Controller die IRQ-Vektornummer ermittelt und dem Prozessor mitgeteilt hat. In dieser Zeit muß die IRQ-Leitung auf jeden Fall High bleiben, da sonst Fehler bei der Übermittlung der Vektornummer an die CPU auftreten. So etwas führt beispielsweise dazu, daß der Prozessor den falschen Interrupt-Vektor anspricht, der natürlich ins Nirwana führt. Um dieses Problem zu vermeiden, arbeitet Timer 0 als Rechteckgenerator. Zusätzlich sind Aufrufe von IRQ12 (oder 15, vgl. J2) zu verhindern, solange der Wandler noch beschäftigt ist. Hierzu wird die IRQ-Leitung zwangsweise auf Low gesetzt, solange auch das Busy-Signal Low-Pegel aufweist. Bei niedri-

geren Sample-Raten (unter 50 kHz) tritt hierdurch allerdings ein neues Problem auf: Sobald der A/D-Umsetzer seine Arbeit beendet hat, wechselt das Busy-Signal zu High und die IRQ-Leitung nimmt wieder den von Timer 0 vorgegebenen Pegel an. Falls dies immer noch High ist, führt das zum erneuten Auslösen eines Interrupts. Um auch das zu verhindern, ist das Busy-Signal etwas länger als die halbe Periodendauer von Timer 0 einzustellen. Für das obige Beispiel ergibt sich somit für Timer 2 eine Konstante  $T2 \geq T0/T1/2 = 313$  (Timer 1 taktet Timer 2). Ein T2 kleiner 12 ist generell zu vermeiden, da dies in jedem Fall Interrupts zulassen würde, bevor der ADC fertig ist!

Sind die Timer initialisiert, wird das Modusregister (308hex) auf 15 gesetzt, um die Karte ruhigzustellen. Nun kann der Interrupt-Vektor für IRQ12 (74hex, für IRQ15 wäre dies 77hex) gefahrlos auf die eigene Routine (Int\_Smp) umgebogen werden.

```

:($A+,B-,D-,E-,F-,G+,I+,L-,N-,O-,R+,S+,V-,X+)
($M 16384,0,655360)
program Test;                                {Einfaches Testprogramm für die Meßkarte}
uses crt;
var dummy : word;
begin
  port[$307] := $36;                          {Timer 0 Mode 3 setzen}
  port[$307] := $76;                          {Timer 1 Mode 3 setzen}
  port[$307] := $b2;                          {Timer 2 Mode 1 setzen}
  port[$304] := lo(500);                      {10 kHz auf Timer 0}
  port[$304] := hi(500);
  port[$305] := lo(4);                        {Timerkonst.1 = 4 = 1.25 MHz für ADC}
  port[$305] := hi(4);                        {High-Byte von T1}
  port[$306] := lo(12);                       {wird nicht benötigt}
  port[$306] := hi(12);                       {wird nicht benötigt}
  portw[$308] := 0;                          {Modus 0 setzen}
  repeat
    portw[$308] := $aaaa;                    {Latch auf 1010101010101010 setzen}
    delay(1000);
    portw[$308] := $5555;                    {Latch auf 0101010101010101 setzen}
    delay(1000);
  until keypressed;                          {Tastendruck = Programmende}
end.

```

### Das Testprogramm – wie alle Beispiele in Turbo Pascal 6.0.

```

($M 16384,0,0)
PROGRAM Listing1;                            {Beispiel für Polling-Betrieb}
USES crt;
VAR dummy : word;
begin
  port[$307] := $36;                          {Timer 0 Mode 3 setzen}
  port[$307] := $76;                          {Timer 1 Mode 3 setzen}
  port[$307] := $b2;                          {Timer 2 Mode 1 setzen}
  port[$304] := lo(0);                        {wird nicht benötigt}
  port[$304] := hi(0);                        {wird nicht benötigt}
  port[$305] := lo(4);                        {Timerkonst.1 = 4 = 1.25 MHz für ADC}
  port[$305] := hi(4);                        {High-Byte von T1}
  port[$306] := lo(12);                       {nicht benötigt}
  port[$306] := hi(12);                       {nicht benötigt}
  portw[$308] := 0;                          {Modus 0 setzen}
  repeat
    dummy:=portw[$300];                      {alten Wert abholen und Wandlung starten}
    delay(1);                                {etwas warten, bis Wandler fertig ist}
    writeln(portw[$300] and $0fff:5);         {Wert abholen und ausgeben}
    delay(999);                              {warten, bis etwa 1s vergangen ist}
  until keypressed;                          {Tastendruck = Programmende}
end.

```

### Listing 1: Die Einstellung der Sample-Frequenz ist beim Polling überflüssig.



## Stereo extern

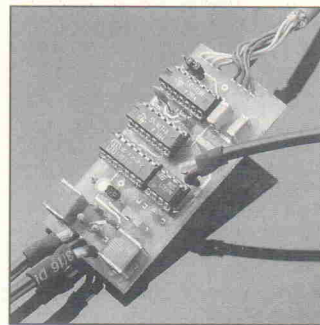
Um mit der vorgestellten PC-Meßkarte mehrere A/D-Kanäle bereitzustellen, ist ein externer Multiplexer erforderlich. Als Applikationsbeispiel soll hier die Verarbeitung von Stereosignalen über einen Zweikanal-Multiplexer dienen. Auf der Ausgabeseite sind durch die zwei DACs der Meßkarte ja bereits direkte Anschlußmöglichkeiten für den linken und den rechten Kanal vorhanden.

Der gezeigte Multiplexer verwendet zur Umschaltung des analogen Signals einfache, bilaterale CMOS-Schalter (IC1). Den Gleichspannungsanteil der Eingangssignale trennen die Kondensatoren C1 und C2 sowie die Widerstände

R1 ... R4 ab. Die Ausgänge eines D-Flipflops (IC2) steuern die Analogschalter. Mit ansteigender Flanke am CLK-Eingang von IC2 übernimmt das Flipflop den Zustand am D-Eingang, welcher mit dem unteren Bit des 4-Bit-Zählers verbunden wird. Bei Wandlern ohne S&H kommt zur Steuerung des CLK-Pins das Busy-Signal vom Wandler zur Anwendung – Jumper J1 verbindet also die unteren zwei Stifte. Sind die oberen beiden Stifte von J1 verbunden, läuft das Busy-Signal über ein Monoflop (IC3), und der Multiplexer schaltet etwa 3 µs nach Beginn der Wandlung um. Wandler mit S&H befinden sich dann längst im Hold-Zustand, wodurch das

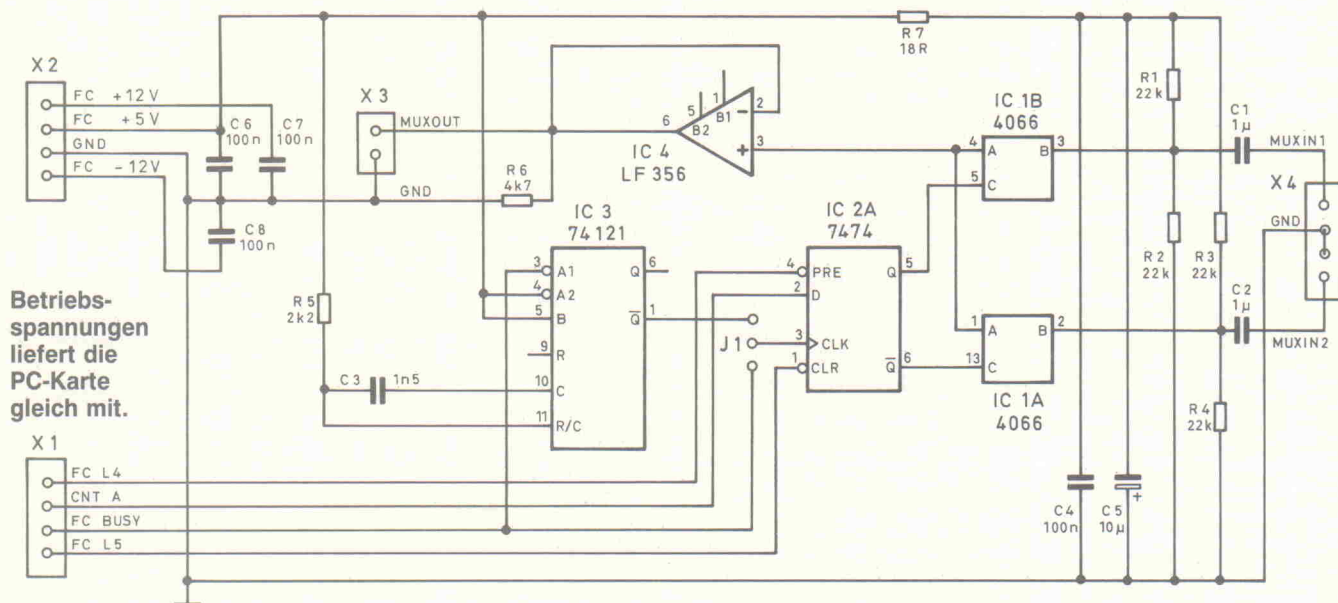
neue Signal in Ruhe 'einschwingen' kann.

Die Ansteuerung der Preset- und Clear-Leitungen des Flipflops erfolgt über die Datenleitungen D4 und D5 vom Feature Connector (Meßkarte, X1). Diese Leitungen dienen zum Festsetzen eines bestimmten Kanals für den Wandler. Haben D4 und D5 High-Pegel, arbeitet der Multiplexer wie oben beschrieben. Low an PRE setzt den Mux auf Kanal 1, Low an CLR auf Kanal 2 fest. Der OP-Amp (IC4) dient als Leitungstreiber und läßt sich durch eine Brücke (Pin 3 zu Pin 6) ersetzen, falls er nicht benötigt wird. Der Analogteil der Schaltung läßt sich sicherlich



Der MUX ist zur Not auch auf einer Lochrasterplatine aufzubauen.

noch verbessern, sollte aber als Beispiel für die Verwendung des Feature Connectors zur Ansteuerung eines externen Multiplexers ausreichen.



Danach sind die beiden im AT vorhandenen IRQ-Controller so zu programmieren, daß neben dem IRQ der Meßkarte nur noch der Tastatur-Interrupt zugelassen ist. Nach Initialisierung eines Daten-Arrays und Einschalten des Grafikmodus wird die Messung durch Setzen von Kartenmodus 0 gestartet. Die eigentliche Meßwertaufnahme findet im Hintergrund statt. Die Routine Int\_Smp liest gewandelte Werte vom ADC, stellt sie grafisch dar und sendet ein EOI (End Of Interrupt) an beide IRQ-Controller. Ein Tastendruck beendet die Messung (Karte im Modus 15). Zum Schluß wird der ursprüngliche Zustand der Interrupt-Masken-

register und -vektoren wieder hergestellt.

### DMA-Betrieb

Zeitkritische Anwendungen und hohe Sample-Raten erfordern bei Meßkarten ohne eigenes RAM meistens RAM-Zugriffe per DMA (Direct Memory Access). Hierbei besteht allerdings ein großes Handicap im beschränkten Adreßbereich der DMA-Controller IBM-kompatibler PCs. Er beträgt lediglich 64 KBytes. Ohne spezielle Programmierung muß ein Datenblock vollständig innerhalb eines physikalischen 64K-Speicherblocks liegen. Wird das Page-Register im DMA-Con-

troller an einer solchen 64-K-Grenze jedoch von der Software weitergezählt, läßt sich diese Einschränkung umgehen. Leider gerät hierbei auch leicht das Timing durcheinander – gerade bei A/D-Anwendungen. Durch Kaskadierung der beiden DMA-Controller im PC/AT, also Verwendung von 16-Bit-DMA-Kanälen (DRQs 4...7), ist der Adreßbereich auf 128 KBytes zu erweitern. Will man wirklich einen kompletten 128-K-Block übertragen, muß dieser aber auch genau auf einer physikalischen 128-K-Grenze beginnen. Da nie sicher ist, wo ein selbstgeschriebenes Programm im Speicher landet, müßte man hierfür 256 KBytes Speicher

anfordern. Für große Datenmengen bietet es sich also an, mit zwei nicht allzu großen Puffern zu arbeiten, wobei der eine per DMA Daten aufnimmt, während der andere gerade auf die Festplatte geschrieben wird. Auf diese Art lassen sich selbst mit 640 KBytes RAM Messungen von einigen Megabyte aufnehmen. Von der Meßkarte aus ist übrigens der DMA-Kanal 7 fest vorgesehen. Sonstige Hardware/Software darf diesen Kanal nicht zur gleichen Zeit beanspruchen.

Ein einfaches Beispiel zum DMA-Betrieb liefert das Programm aus Listing 3, das 640 Werte per DMA in den Spei-



cher einliest und grafisch darstellt. Das Hauptprogramm beginnt wieder mit der Initialisierung der Timer. Im Gegensatz zum IRQ-Betrieb arbeitet Timer 0 nun als Nadelimpuls-generator (Timermodus 2). Die Werte der Konstanten T0 und T1 entsprechen denen vom IRQ-Betrieb. Das von Timer 2 generierte künstliche Busy-Signal ist mit dem des A/D-Wandlers identisch (T2 = 12). Die Anzahl aufzunehmender Meßwerte ist in der Konstanten Samples (= 640) definiert.

Das Array Y hat doppelt so viele Elemente, damit es mindestens 640 Werte innerhalb eines physikalischen 64-K-Blocks enthält. Welche Hälfte des Arrays vollständig innerhalb eines 64K-Blocks liegt, entscheidet die IF-Anweisung im Hauptprogramm. Danach enthalten die Variablen Segm und Offs die Adresse des ersten durch die DMA-Routine verwendbaren Datenworts. Indexoffset enthält die Nummer dieses Array-Elements. Innerhalb der folgenden

Repeat/Until-Schleife erfolgt der Aufruf der Routine DMA\_Smp, die als Aufrufparameter Segment und Offset der Startadresse des Speicherblocks sowie die Anzahl der zu lesenden Worte benötigt. Hierbei ist unbedingt darauf zu achten, daß sich keine 64K-Grenze innerhalb des festgelegten Datenbereichs befindet! DMA\_Smp setzt selbständig den passenden Kartenmodus (2), nimmt den Datenblock auf, gibt die Daten als Grafik aus und stellt anschließend die Meßkarte wieder ruhig. Die Escape-Taste bricht die fortlaufende Datenaufnahme ab.

Da das Modusregister der Karte neben der Betriebsart auch die Zustände der zwölf digitalen Steuerleitungen definiert (obere zwölf Bits) und die Latches nicht auslesbar sind, nimmt die globale Variable Latch den Zustand der entsprechenden Bits auf. Dies ermöglicht das Setzen des Kartenmodus, ohne die oberen zwölf Bit des Modusregisters zu verändern.

## Das Recorder-Programm: Oversampling ist zuschaltbar.

Digital-Sound-Recorder V2.2 (c) 1992 by T.Denner und J.Raacke					
DSD			WAV		
Filename	: samp.dsd		Filename	: crash.wav	
Filesize	: 0.000 KB	BPS: 2	Filesize	: 122.904 KB	BPS: 1
Length	: 0:00.0		Length	: 0:05.6	
Start	: 0:00.0		Start	: 0:04.2	
End	: 0:00.0		End	: 0:05.6	
S.-Rate	: 43.860 KHz		S.-Rate	: 22.026 KHz	
Mono/Stereo	: Channel 1		Mono/Stereo	: Stereo	
Oversampling	: On (2)		Oversampling	: On (4)	
Free on Drive B:	0:02.3	( 0:02.3)	Free on Drive B:	0:09.3	( 0:14.9)
F1	F2	F3	F4	F5	F6
Play	Record	<<	Start	>>	End
F7	F8	F9	F10	F11	F12
Mono/Stereo	Oversmp.	Convert	S.-Rate	Display	Filename

Mit der Routine DMA\_Smp sollte es auch ohne weitere Assembler-Kenntnisse möglich sein, kurze Meßsequenzen via DMA aufzunehmen. Hardware- und Assembler-Freaks greifen bei Bedarf auf einschlägige Literatur über die DMA-Controller in PCs zurück ([2], vgl. Teil 1).

## Generierte Wellen

Mit dem Programm aus Listing 3 läßt sich über wenige Modifikationen ein Funktionsgenerator realisieren: Man gibt dazu in einem Daten-Array jeweils die Amplitudenwerte für eine volle Periode des auszugebenden Signals vor. Dann ist der DMA-Controller in den Autoinitialize/Ausgabe-Modus zu versetzen (vgl. Listing), wodurch er am Ende des DMA-Zyklus automatisch neu startet. Somit ergibt sich eine kontinuierliche Ausgabe der Daten aus dem Array. Listing 4 zeigt die erforderlichen Änderungen, um Programm 3 in einen einfachen Sinusgenerator umzuwandeln. Listing 5 stellt das Ganze nochmals abgewandelt für die gleichzeitige Ausgabe zweier Signale über die beiden DACs der PC-Karte vor. Die abgeänderte Prozedur DMA\_Smp aus Listing 3 ist hier übrigens mit DMA\_Play bezeichnet.

## Disk-Recorder

Wer große Datenmengen per PC aufnimmt, will hierfür in der Regel auch die Festplatte nutzen. In der Softwaresammlung zu diesem Projekt ist ein entsprechendes Beispielprogramm zur Datenausgabe und -aufnahme per DMA enthalten, welches als Ziel/Quelle des Transfers die Harddisk verwendet. Aus Platzgründen ist hier das Listing nicht abgedruckt. Die verwendeten Routinen basieren jedoch im we-

sentlichen auf den bereits vorgestellten Prinzipien zur DMA-Programmierung – natürlich erweitert um die Funktionen für das Disk-Handling. Die gesamten Programmbeispiele – auch die hier nicht abgedruckten – sind übrigens auf Diskette und über die ELRAD-Mailbox (Tel.: 05 11/5 47 47-73) erhältlich. Außerdem sind Anfragen per EMail möglich über FTP-Server (Denner@RZ.Uni-Duesseldorf.DE)

Quasi als exemplarische Zusammenfassung der von der Meßkarte gebotenen Möglichkeiten läßt sich das letzte hier vorgestellte Programm ansehen: eine Recorder-Software zur Aufnahme und Wiedergabe von (Sound-)Signalen. Die Software verwendet ein eigenes Fileformat für die Speicherung von Daten auf der Harddisk (DSD-Format). Die entsprechenden Files bestehen aus einem speziellen Header und den auf 16 Bit 'angefüllten' 12-Bit-Samples. Der Header enthält Konfigurationsinformationen wie Sample-Rate, Ein- oder Zweikanalbetrieb (Stereo/flag) oder die Timerkonstante für Timer 0. Das Programm arbeitet mit dem vorgestellten externen Multiplexer (siehe Kasten). Es stellt eine einfache zu bedienende Oberfläche bereit und gibt auch Windows-WAV-Files wieder. Aufnahmen im programmeigenen Format lassen sich zudem in das WAV-Format konvertieren.

Die Programmsammlung zum Projekt enthält sowohl Erläuterungen zum DSD-Format und Informationen zur Programmierung der DMA-Controller als auch den Quellcode für die Recorder-Software. Dieser dürfte sich relativ problemlos gemäß individuellen Bedürfnissen ausbauen lassen. Ansonsten hoffen wir, mit den gezeigten Beispielen ausreichend Anregung für eigene Anwendungen gegeben zu haben. *kle*

```
{ $M 16384,0,655360 }
PROGRAM Listing2;           (Datenaufnahme per Interrupt-Routine)
USES graph, crt, dos;
VAR smp, driver, modus, x   : integer;
    y                       : array[0..640] of word;
    intmask1,intmask2       : byte;
    intvec                   : pointer;
PROCEDURE Int_Smp; interrupt;
begin
  smp := (portw[$300] and $0fff) div 10;  (Datenwort abholen)
  putpixel(x,y[x],0);                    (alten Punkt löschen)
  y[x] := smp;                            (neuen merken und plotten)
  putpixel(x,smp,15);
  inc(x);
  if x >= 640 then x:=0;
  port[$20] := $20;                       (IRQ-Controller 1 freigeben (EOI))
  port[$A0] := $20;                       (IRQ-Controller 2 freigeben)
end; (Int_Smp)

begin
  port[$307] := $36;                      (Timer 0 Mode 3 setzen)
  port[$307] := $76;                      (Timer 1 Mode 3 setzen)
  port[$307] := $b2;                      (Timer 2 Mode 1 setzen)
  port[$304] := lo(2500);                  (Samplerate Low-Byte setzen (2kHz))
  port[$304] := hi(2500);                  (Samplerate High-Byte setzen)
  port[$305] := lo(4);                    (Timerkonst.1 = 4 = 1.25 MHz fuer ADC)
  port[$305] := hi(4);                    (High-Byte von T1)
  port[$306] := lo(313);                  (T2 >= T0 / T1 / 2 zur Busy-Erzeugung,)
  port[$306] := hi(313);                  (erst Low-, dann High-Byte von T2)
  portw[$308] := 15;                      (Kartenmodus 15 setzen = 'stillgelegt')
  getintvec($74,intvec);                  (Interruptvektor retten, für IRQ15:$77)
  setintvec($74,addr(Int_Smp));           (Vektor auf Proc. Int_Smp setzen)
  port[$a0] := $20;                       (EOI für Controller 2)
  intmask2 := port[$a1];                  (Alte Maske 2 retten)
  port[$a1] := $ff-$10;                   (IRQ12 freigeben (Für IRQ12: -$80))
  port[$20] := $20;                       (EOI für Controller 1)
  intmask1 := port[$21];                  (Alte Maske 1 retten)
  port[$21] := 249;                       (Kaskade + Keyboard freigeben)

  for x := 0 to 640 do y[x] := 0; x := 0;
  driver := detect;                       (Der Treiber EGAVGA.BGI muß sich )
  InitGraph(Driver,modus,'');             (im aktuellen Verzeichnis befinden!)
  portw[$308] := 0;                       (Kartenmodus 0)
  repeat until keypressed;                (Warten auf Tastendruck)
  portw[$308] := 15;                      (Kartenmodus 15)
  port[$a0] := $20;                       (EOI für Controller 2)
  port[$a1] := intmask2;                  (Alte Maske 2 setzen)
  port[$20] := $20;                       (EOI für Controller 1)
  port[$21] := intmask1;                  (Alte Maske 1 setzen)
  setintvec($77,intvec);                  (Interruptvektor zurückschicken)
  closegraph;
end.
```

Listing 2: Meßwertanzeige im Sekundentakt.



```

($M 16384,0,655360)
PROGRAM Listing3; {DMA-Samples aufnehmen und als Kurve anzeigen}
USES graph, crt;
CONST samples = 640;
VAR driver, modus, x
    y
    y1
    latch, indexoffset, segm, offs : integer;
    array[0..samples*2] of word;
    array[0..samples-1] of word;
    i : integer;
    adr : longint;
PROCEDURE DMA_Smp(int_seg, int_ofs, int_cnt : word);
begin
asm;
cli
mov dx,308h
mov ax,latch {Kartenmodus 2 setzen}
and ax,0fff0h {ohne die oberen 12 Bit zu ändern}
or ax,2
out dx,ax
mov al,00000000b
out 0d0h,al {Command-Register schreiben}
mov al,01000111b
out 0d6h,al {Modusreg. Kanal 7: schreiben, Einzelbytes}
mov al,1
out 0d8h,al {Low/High-Adressflipflop löschen}
mov ax,int_cnt
out 0ceh,al {Blocklänge low ausgeben}
xchg ah,al
out 0ceh,al {Blocklänge high ausgeben}
mov ax,int_seg {physikalische Adresse ausrechnen}
mov dl,ah
shr dl,4
shl ax,4
add ax,int_ofs
adc dl,0
shr dl,1 {Adresse durch 2 teilen}
ror ax,1
out 0cch,al {Startadr. Bit 1-8 setzen}
xchg ah,al
out 0cch,al {Startadr. Bit 9-16 setzen}
mov al,dl
shl al,1
out 8ah,al {Startadr. Bit 17-23 in DMA-Pagereg.}
mov al,011b {Kanalmaske 7 löschen}
out 0d4h,al
sti
@wait: in al,60h {Tastaturport auslesen}
cmp al,1 {auf ESC prüfen}
je @quit {gedrückt -> Abbruch}
in al,0d0h {Statusregister lesen}
test al,8 {auf TC von DMA-Kanal 7 testen}
jz @wait {kein TC -> warten}
@quit: mov al,111b {DMA-Kanalmaske 7 setzen = DMA anhalten}
out 0d4h,al
mov dx,308h {Me&Karte mit Modus 15 ruhigstellen}
mov ax,latch
or ax,$000f
out dx,ax
sti
end; {asm...}
end; {DMA_Smp}

begin
port[$307] := $34; {Timer 0 Mode 2 setzen}
port[$307] := $76; {Timer 1 Mode 3 setzen}
port[$307] := $b2; {Timer 2 Mode 1 setzen}
port[$304] := lo(100); {Samplerate Low-Byte setzen (50KHz)}
port[$304] := hi(100); {rate High-Byte setzen}
port[$305] := lo(4); {Timerkonstante 1 = 4 -> 1.25MHz ADC}
port[$305] := hi(4); {Highbyte von Timerkonstante 1}
port[$306] := lo(12); {Busy auf 12 ADC-Takte; entspricht dem}
port[$306] := hi(12); {original Busy-Signal des Wandlers}
portw[$308] := 15; {Modus 15 setzen}
adr:=seg(y)*16+ofs(y); {Physikalische Adresse von y ermitteln}
if (adr and 65536) <> ((adr+samples*2) and 65536)
then begin
indexoffset:=samples; {In der ersten Hälfte des}
segm:=seg(y)+samples div 8; {Arrays befand sich eine}
offs:=ofs(y)+(samples*2 mod 16); {physikalische 64k-Grenze;}
es wird die zweite Hälfte verwendet.}
end else begin
indexoffset:=0; {In der ersten Hälfte des Arrays befand}
segm:=seg(y); {sich KEINE physikalische 64k-Grenze;}
offs:=ofs(y); {es wird also die erste Hälfte verwendet.}
end;
{latch := $0030; {Nur bei Multiplexer erforderlich!}}
driver := detect; {Der Treiber EGAVGA.BGI muß sich im}
InitGraph(Driver,modus,''); {aktuellen Verzeichnis befinden.}
for i:=0 to samples-1 do y1[i]:=0; {Array initialisieren}
repeat
DMA_Smp(segm,offs,samples-1); {640 Werte aufnehmen}
for i:=0 to samples-1 do begin
putpixel(i,y1[i],0);
y1[i]:=(y1[i]+indexoffset) and $0fff div 10; {"..and $0fff"}
putpixel(i,y1[i],15); {blendet die 4}
end; {Zählerbits aus}
until keypressed;
closegraph;
end.

```

**Listing 3:**  
Ein Minimal-Oszi mit DMA-Zugriffen.

```

PROGRAM Listing4; {Einfacher Sinus-Generator}
USES crt;
CONST samples = 500;
...folgende Prozedur entspricht bis auf die angegebenen Teile
der Prozedur DMA_Smp aus Listing 3!
PROCEDURE DMA_Play(int_seg, int_ofs, int_cnt : word);
begin
asm;
cli
out 0d0h,al {Command-Register schreiben}
mov al,01011011b
out 0d6h,al {Modusreg. DMA-Kanal 7: Lesen, Einzelbytes}
mov al,1
sti
@wait: in al,60h {Tastaturport auslesen}
cmp al,1 {auf ESC prüfen}
jne @wait {gedrückt -> Abbruch}
@quit: mov al,111b {Kanalmaske 7 setzen = DMA anhalten}
end; {DMA_Play}

begin
port[$307] := ...Initialisierung der Karte, Bestimmung der
phys. Adressen etc. entsprechend Listing 3! ...
... ofs:=ofs(y);
end;
for i:=0 to samples-1 do {Array mit Sin-Werten initialisieren}
y[i+indexoffset]:=trunc(sin(i/samples*2*pi)*2047+2048);
DMA_Play(segm,offs,samples-1); {Array permanent wiedergeben}
end. {bis ESC gedrückt wird.}

```

**Listing 4:** Durch Abwandlung von Beispiel 3 ergibt sich ein Sinusgenerator.

```

program Listing5; {Daten mit Mehrkanal-DMA ausgeben}
uses crt;
const samples = 1000;
...folgende Prozedur entspricht bis auf die angegebenen Teile
der Prozedur DMA_Smp aus Listing 3!
procedure DMA_Play(int_seg,int_ofs,int_cnt:word);
begin
asm;
cli
mov dx,308h
mov ax,latch {Kartenmodus 3 setzen (Mehrkanal-DMA)}
and ax,0fff0h {ohne die oberen 12 Bit zu verändern}
or ax,3
out dx,ax
mov al,00000000b
out 0d0h,al {Command-Register schreiben}
mov al,01011011b
out 0d6h,al {Modusreg.Kanal 7: lesen, Einzelbytes}
mov al,1
sti
@wait: in al,60h {Tastaturport auslesen}
cmp al,1 {auf ESC prüfen}
jne @wait {gedrückt -> Abbruch}
@quit: mov al,111b {DMA-Kanalmaske 7 setzen = DMA anhalten}
out 0d4h,al
end; {DMA_Play}

begin
port[$307] := $34; {Timer 0 Mode 2 setzen}
port[$307] := $76; {Timer 1 Mode 3 setzen}
port[$307] := $b2; {Timer 2 Mode 1 setzen}
port[$304] := lo(50); {Samplerate Low-Byte setzen (100KHz)}
port[$304] := hi(50); {-> für jeden D/A-Wandler 50KHz}
port[$305] := ... Initialisierung der Karte, Bestimmung der
physik. Adressen etc. entspr. Listing 3! ...
... ofs:=ofs(y);
end;
{Array abwechselnd mit beiden Signalen initialisieren}
for i:=0 to samples div 2-1 do begin
y[i*2+indexoffset] := trunc(sin(2*i/(samples/2)*2*pi)*2047+2048);
y[i*2+indexoffset+1] := trunc(sin(3*i/(samples/2)*2*pi)*2047+2048) or $1000;
end;
dma_play(segm,offs,samples-1); {Daten permanent ausgeben}
end. {bis ESC gedrückt wird.}

```

**Listing 5:** Sind beide DACs der Karte bestückt, lassen sich zwei Funktionen gleichzeitig ausgeben.

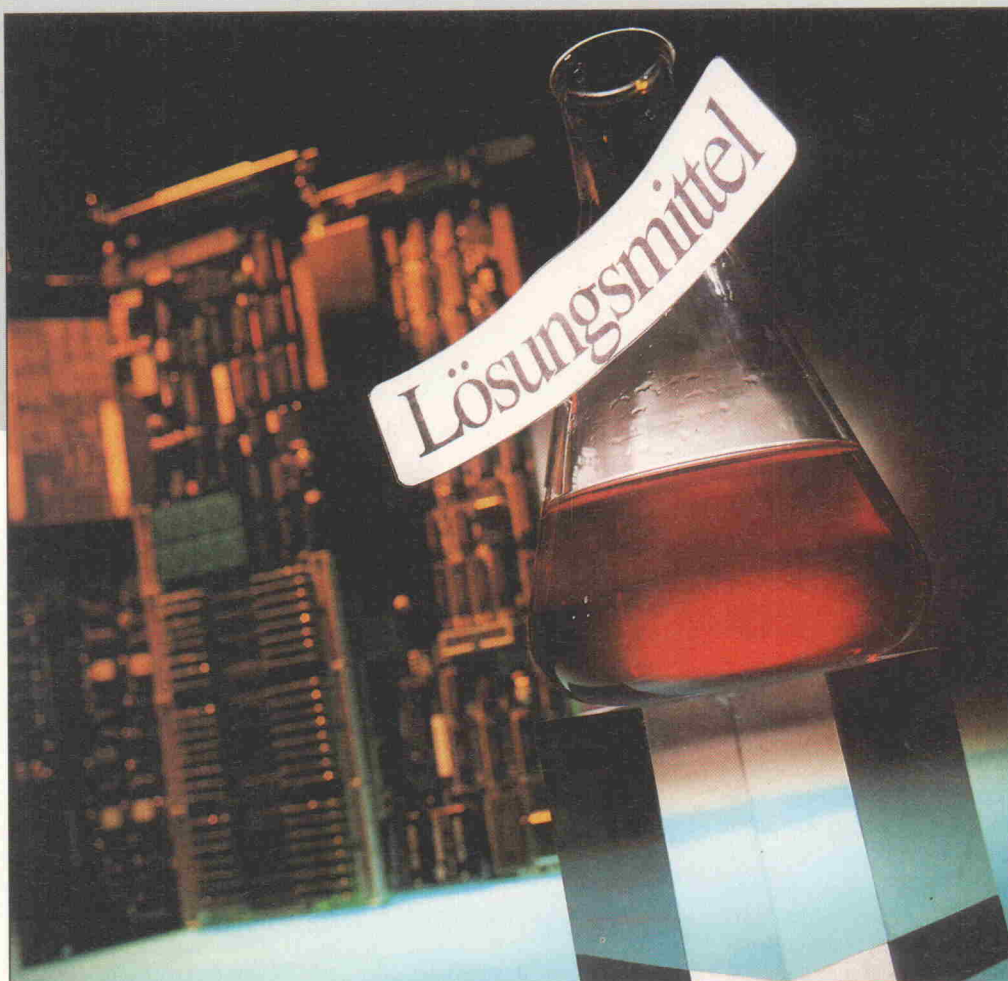


# Alchemie in 16 Bit

## Elf PC-Meßkarten im Test

Joachim Valentin

Wer die Aufnahme und Verarbeitung von Meßwerten einem Computer anvertrauen möchte, steht zunächst einmal vor dem Problem, ein für die Meßaufgabe geeignetes Interface auszuwählen. Die Angebotsflut in diesem Bereich ist so groß, daß 12-Bit-PC-Meßkarten in dieser Rubrik bereits mehrfach im Rampenlicht standen. Diesmal sollen Vertreter der oberen Leistungsklasse zeigen, was in ihnen steckt und ob sie ihr Geld wert sind.



Test

**S**o wurden bereits im Vorfeld des Test Zweifel darüber laut, ob die Verwendung eines 16-Bit-Wandlers in einem PC überhaupt sinnvoll ist und ob vom PC ausgehende Störungen die Genauigkeit der Karte nicht zunichte machen.

Die Hersteller versuchen der Störstrahlung im PC durch Abschirmbleche auf der Karte zu entgehen. Wer schon einmal in unmittelbarer Nähe seines Rechners ein Radio betrieben hat, weiß, daß Gehäuse trotz Prüfzeichen nicht sämtliche Strahlung abschirmen. Aus diesem Grunde empfehlen kompetente Hersteller für die Verdrahtung zwischen dem Anschlußstecker auf der Karte und der Signalanschlußbox die Verwendung abgeschirmter Kabel. Beim Anschluß der Meßsignale sollte man bevorzugt differenti-

elle Eingänge verwenden, da sich Störeinflüsse dann im allgemeinen auf beide Signalleitungen gleich auswirken und somit vom Verstärkereingang eliminiert werden.

Für den Test baten wir verschiedene Anbieter, uns eine Karte mit 16-Bit-A/D-Wandler inklusive BNC-Anschlußleitungen für den Test zur Verfügung zu stellen. So hofften wir gleich die optimalen Meßkabel, passend zu unserem Testequipment, mitgeliefert zu bekommen. Um eine automatische Testauswertung vornehmen zu können, baten wir zudem um ein Programm, das automatisch 1 Million Meßwerte aufnimmt. Dieses Problem lösten einige Firmen ganz einfach: sie legten ein optional erhältliches Standardprogramm bei. So ist der in den Fotos dargestellte Liefer-

umfang mit Vorsicht zu genießen. Die genannten Preise gelten meist allein für die PC-Karte. Will man mit seiner Neuerwerbung wirklich arbeiten, so darf man für alles weitere, was man so an Treibern und Zubehör braucht, oft noch kräftig drauflegen. Dies sollte man bei der Kalkulation für eine solche Anschaffung berücksichtigen.

### Theorie und Praxis

Als Anwendungsbeispiel hatte sich das Test-Team die Aufnahme der dynamischen Nichtlinearität (DNL) für den gesamten A/D-Teil herausgepickt, da sich diese Messung relativ einfach ausführen und mit Hilfe des Meßdatenanalyseprogramms autoLab auswerten ließe. So jedenfalls die Theorie!





**Bild 1.** Die HSDAS-16 bietet passend zur hohen Abtastrate DMA-Transfer und FIFO-Speicher.

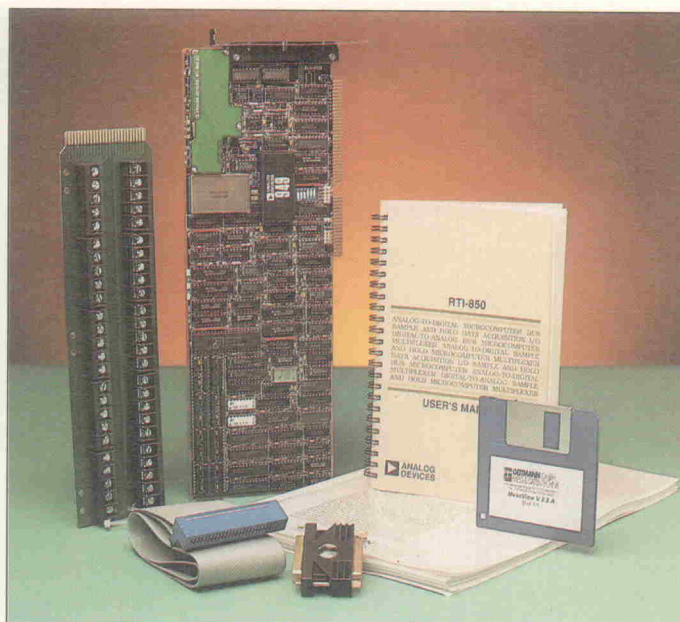
In der Praxis schienen die Störungen, die sich in den ursprünglich vorgesehenen Million Abtastwerten herausmitteln sollten, dann doch die Oberhand zu gewinnen. Nach einer Ausweitung der Meßreihe auf 13 Millionen Abtastwerte und Einsatz eines Analoggenerators schien zunächst eine Verbesserung in Sicht. Für die ersten Testkandidaten ergaben sich hiermit Werte, die qualitativ im Rahmen blieben.

Doch so einige Karten schienen sich nicht so recht an die Vorgaben ihrer Hersteller zu halten: Es stellte sich heraus, daß entweder das Board defekt oder die Spezifikationen des Herstellers

auch wesentlich über den erwarteten Angaben lagen. Die Fachliteratur ([1], S. 165) empfiehlt beispielsweise für eine hinreichend genaue Bestimmung der DNL etwa 50 Meßwerte pro Wandlerstufe. Obwohl wir die 4fache Anzahl zur Auswertung heranzogen, hinterließen die Ergebnisse Zweifel. Da systematische Fehler nicht auszuschließen sind, soll hier bis auf zwei Beispiele auf die Wiedergabe der Ergebnisse des DNL-Tests verzichtet werden.

### HSDAS-16

Dieses Board des amerikanischen Herstellers Analogic zeichnet sich durch sein hohe



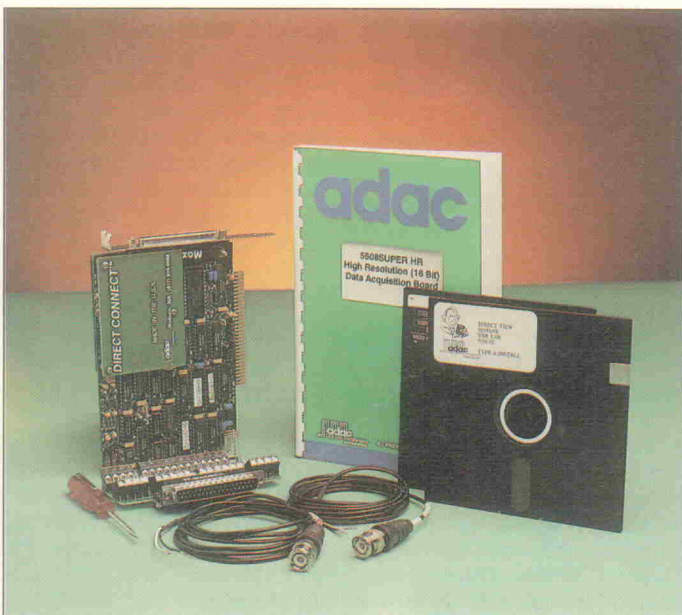
**Bild 2.** Umschaltbare Auflösung von 16, 15 oder 14 Bit gestattet die RTI-850F.

Abtastrate von 200 kHz aus und wird von der Firma Stemmer vertrieben, die sich auf PC-Systeme für Bildverarbeitung und Meßtechnik spezialisiert hat. Es verfügt über einen 16-Bit-A/D-Wandler mit 16 Kanälen, zwei D/A-Wandler sowie 16 digitale Portleitungen, die man jeweils zu acht als Ein- oder Ausgänge konfigurieren kann.

Außerdem ist auf der Karte ein Timerbaustein zu finden. Diesen kann man dazu verwenden, den A/D-Wandler zu triggern. Ein FIFO für 128 Abtastwerte sorgt dafür, daß man während der Datenübergabe an den PC auch wirklich nichts verpaßt. Zur Aufnahme der Meßdaten

legte Stemmer der Karte das Programm TurboLab bei, ein Datenerfassungs- und Auswertungsprogramm, das die deutsche Sprache unterstützt. Die englische Version dieses Programms war unter dem Namen GlobalLab bei der Meßkarte von Data Translation zu finden, denn es ist in der Lage, verschiedene Meßkarten zu unterstützen, wenn deren Hersteller einen entsprechenden Treiber mitliefern.

Genau dieses Treiberprogramm war es vermutlich, das der HSDAS-16 im Test zu schlechten Meßergebnissen verhalf. Bei der Auswertung der Meßdaten für die relative Genauigkeit fiel diese Karte aus dem Rahmen.



**Bild 3.** Ein Defekt auf dem ADAC-Board 5508SHR ergab Ausfälle im negativen Meßbereich.



**Bild 4.** Die AX-5621-Karte eignet sich dank minimaler Triggerfrequenz von 1/h auch als Datenlogger.





**Bild 5.** Acht Digitalports auf der DT 2838 lassen sich als einzelne Ein- oder Ausgänge nutzen.

Auch die Wiederholung der Messung mit anschließender manueller Analyse ergab eine konstante Abweichung von etwa 50 mV vom Sollwert über den gesamten Meßbereich. So wurde zunächst vermutet, die Karte sei nicht richtig abgeglichen. Bei der Überprüfung dieser Theorie stellte sich jedoch heraus, daß eine andere Funktion von TurboLab, die die Aufnahme von Einzelmessungen ermöglicht, die Sollspannungen hinreichend genau und ohne diesen Offset anzeigt. Die Karte schien also in Ordnung zu sein. Der nächste Verdacht ergab sich daraus, daß der TurboLab-Treiber zur Karte die Meßdaten am Ende der Aufnahme

zwecks Kalibrierung zu manipulieren schien. Die Rücksprache mit dem Anbieter brachte kurzfristig keine Klärung des Problems. Weitere Untersuchung des Fehlers wurde aber zugesagt.

Zwar ist die Software eingedeutscht, jedoch das Handbuch zur Karte nicht. Die Dokumentation bezieht sich im wesentlichen auch nur auf die HSDAS-12, die kleinere Schwester der HSDAS-16. Auf die Unterschiede zwischen diesen beiden Karten soll ein sogenanntes Addendum – etwa 20 zusammengeklammerte DIN-A4-Seiten – eingehen. Es befaßt sich in der Hauptsache mit der Installation

der Karte, bei der hier aber keinerlei Probleme auftraten. Die HSDAS-12 ist jedenfalls ausführlich beschrieben, nur hoffentlich gilt das dort Ausgesagte auch uneingeschränkt für die HSDAS-16. Im Gegensatz zu anderen Handbüchern geht man hier zum Beispiel nicht auf die Anschlußproblematik ein; wahrscheinlich, weil diese bei 12-Bit-Karten noch keine so große Rolle spielen.

### RTI-850F

Die amerikanische Firma Analog Devices ist als Halbleiterproduzent bekannt, ihre PC-Meßkarten-Familie kann man hierzulande bei der Firma Geitmann erstehen.

Bei der RTI-850F handelt es sich um eine hochauflösende Ausführung, die 16-Bit-A/D-Wandlungen auf bis zu 8 differentiellen Eingängen ausführt. Der Eingangsspannungsbereich ist dabei fest auf  $\pm 10$  V eingestellt. Auf der Karte befindet sich ein Speicher für 256K Abtastwerte. Eine Besonderheit dieser Karte ist, daß sich die Auflösung verringern läßt, um die maximale Abtastrate zu erhöhen. So macht der Hersteller zur Abtastrate folgende Angaben: 50 kHz bei 16 Bit, 52 kHz bei 15 Bit und 55 kHz bei 14 Bit Auflösung. Die Spezifikation ist äußerst ehrlich, der Hersteller gibt die Genauigkeit für den Wandler nur bei 14 Bit an.

Das Handbuch zur Karte ist in englischer Sprache geschrieben, umfaßt circa 150 Seiten und geht ausführlich auf den Einbau der Karte und auf eventuelle Installationsprobleme ein. Diese traten jedoch hier nicht auf. Für den sinnvollen Anschluß der Meßsignale vermittelt es zahlreiche Beispiele und außerdem ein wenig meßtechnisches Hintergrundwissen. Im Anhang des Handbuchs findet man die kompletten Schaltpläne der Karte; eine Beschreibung der Low-Level-Programmierung sucht man allerdings vergebens, denn schließlich will Analog Devices ja auch ihre Treiber an den Mann bringen. Eine Datenerfassungssoftware ist ebenfalls nur optional beim deutschen Distributor erhältlich.

### 5508SHR

Die Cosyco GmbH in Germering vertreibt diese 16-Bit-Meßkarte des ebenfalls in den USA ansässigen Herstellers ADAC. Das Board entstammt einer Fa-

# NATEK

**Professionelle  
Qualität  
zu knallhart  
kalkulierten  
Preisen.**



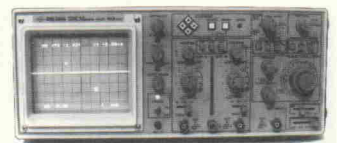
**HC 8100A/001**  
**1,3 GHz-Multifunktions-Zähler**  
8-stellig für Frequenz, Periode und Totalisierung  
**DM 346,-**  
DM 397,90 (incl. MwSt.)  
Frequenzbereich bis 2,5 GHz  
**DM 432,-**  
DM 496,80 (incl. MwSt.)



**HC 8205A**  
**2 MHz-Sweep Funktions-Generator**  
Erzeugt Sinus-, Rechteck-, Dreieck-, TTL- und Rampensignale  
**DM 338,-**  
DM 388,70 (incl. MwSt.)

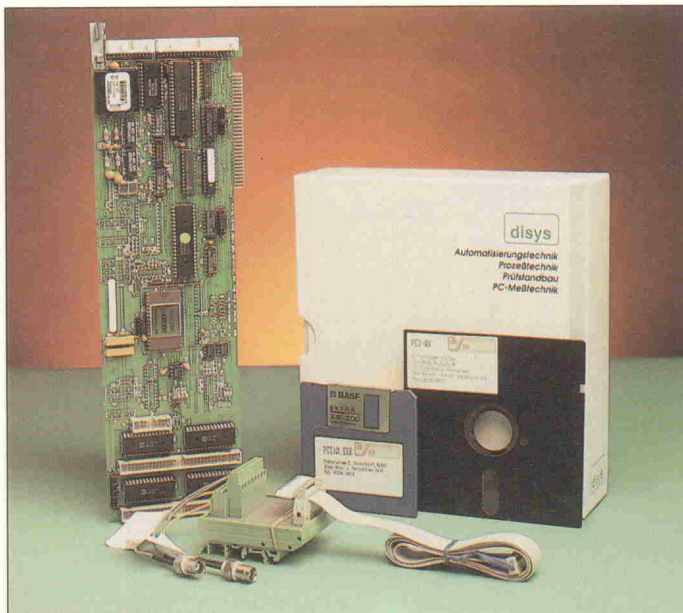


**HC G305**  
**10 MHz-Sweep Funktions-Generator**  
Bietet einen Frequenzbereich von 0,01 Hz bis 10 MHz mit eingebautem 6-stelligen Frequenzzähler  
**DM 1128,-**  
DM 1297,20 (incl. MwSt.)



**HC 5604**  
**40 MHz-Readout-Oszilloskop**  
Zweikanaliges Gerät mit digitalem Readout und zwei Zeitbasen. Mit besonders heller 12 kV-Bildröhre und zwei Tastköpfen.  
**DM 1468,-**  
DM 1688,20 (incl. MwSt.)  
ohne Readout  
**DM 1038,-**  
DM 1193,70 (incl. MwSt.)

**Dipl. Ing. J. Dillenz  
Dipl. Ing. W. Brack  
Blücherstr. 21 · D-7900 Ulm  
Tel. 07 31/30142 · 71 29 20  
Fax 07 31/9 31 76 18**



**Bild 6.** Die meisten A/D-Eingänge sind bei der PCI-10 zu finden.



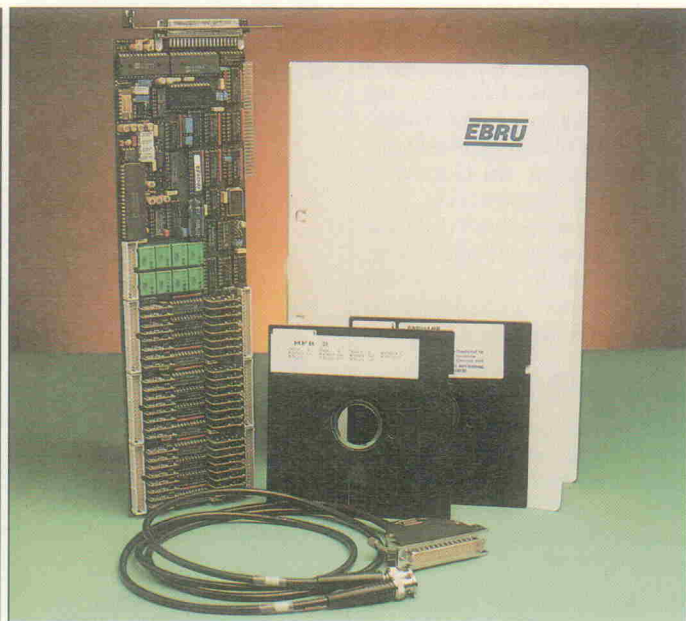


Bild 7. Diagnoseprogramm inklusive Quellcode gibt's zur MFB2 dazu.

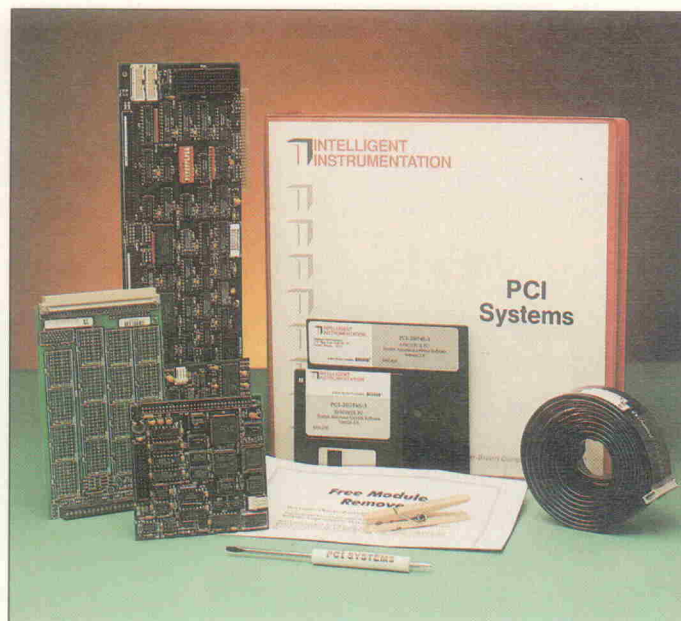


Bild 8. Flexibilität gestattet das System PCI-20000 durch Meßmodule bis 18 Bit.

milie namens 'Direct Connect'. Die auf einer PC-Steckkarte halber Länge untergebrachte Elektronik verfügt über einen A/D-Wandler mit acht differentiellen Eingängen. Jeweils zwei 4 Bit umfassende digitale I/O-Ports lassen sich separat als Ein- oder Ausgänge mit Rücklesefunktion schalten. Von drei 16-Bit-Timern nimmt man einen zur Ansteuerung des Wandlers, die anderen beiden können zur Takterzeugung verwendet werden.

Vorbildlich ist bei dieser Karte die zum Lieferumfang gehörende Software Direct View ausgefallen. Sie ist benutzerfreundlich gestaltet, hilft grafisch bei der

Karteninstallation, eignet sich zur Aufnahme von Meßwerten und gibt sogar eine kurze Einführung in die Programmierung der Karte.

Mit Unterstützung von Direct View und des als Bo(a)rdwerkzeug beiliegenden Schraubendrehers verlief der Einbau dann auch problemlos. Nur mit dem Betrieb der Karte wollte es nicht so ganz klappen. Sie ließ sich nicht über den gesamten negativen Bereich aussteuern, was deutlich aus dem Meßergebnis hervorgeht. Die Meldung dieses Fehlers beim deutschen Distributor ergab, daß man dieses Exemplar vor dem Versenden zwar

überprüft, doch dabei nur unipolar betrieben hatte. Als mögliche Fehlerursache wurden drei Dinge genannt, die negative 12-V-Versorgung des Rechners sei zu gering, sie bräche aufgrund zu starker Belastung zusammen oder aber es handle sich um einen Defekt auf der Karte. Die Punkte 1 und 2 konnten wir vor Ort checken. Um die Überprüfung von Punkt 3, so wurde uns versprochen, kümmert sich die Firma Cosyco, sobald die Karte wieder in ihren Händen ist.

Das englische Handbuch zur Karte wirkt mit rund 50 Seiten etwas dünn. Es geht kurz und bündig auf Hardware, Installati-

on und Low-Level-Programmierung der Karte ein.

### AX-5621

Der Hersteller dieser Karte ist in Taiwan ansässig. Hierzulande vertreibt sie die Firma Spectra GmbH aus Echterdingen. Das Board verfügt über acht differentielle Analogeingänge, deren Verstärkung mit dem Faktor 1, 2, 4 oder 8 programmierbar ist. Die Eingangsspannungsbereiche liegen für den Uni- sowie für den bipolaren Betrieb bei 1,25 V und 10 V. Weiterhin findet man zwei 16-Bit-D/A-Wandler und jeweils acht digitale Ein- und Ausgänge.

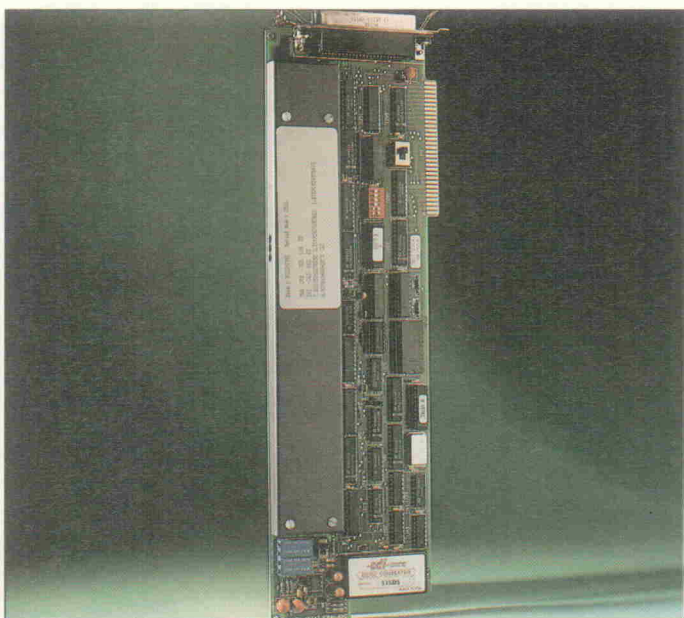


Bild 9. Die Signalwandlung übernimmt auf der DAS-HRES 16 ein ADC mit geschalteten Kapazitäten.

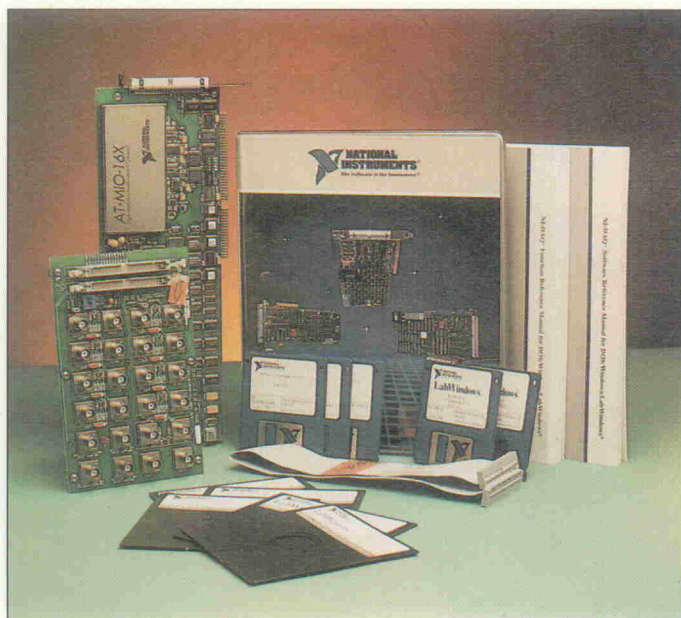


Bild 10. Zur AT-MIO 16X gehört ein Universalstreiber für BASIC, Pascal und C.



## Das Millionen-Ding

Die Angabe 16 Bit bei AD/DA-Wandlern bedeutet, daß der Umsetzer das Eingangssignal auf einer von 65 536 Stufen einordnet. Bei einem idealen Wandler erhält man durch die Wandlung in Stufen (Quantisierung) einen systematischen Fehler, der höchstens eine halbe Stufe – also hier rund 7,6 ppm – groß ist. Eine derart genaue Wandlung erreicht man aber mit einem komplexen System, das eine A/D-Karte im PC darstellt, nicht. Schließlich ist der A/D-Wandler selbst fehlerbehaftet (DNL, INL). Und man muß neben diesem eine Sample-and-Hold-Stufe einsetzen, um das Eingangssignal während der Messung konstant zu halten. Weiter braucht man eine Referenzspannungsquelle als Vergleichsbasis und gegebenenfalls Abschwächer oder Verstärker, je nach Signaltyp. All diese Elemente bringen ihre systembedingten typischen Fehler (Verstärkungsfehler, Offset, Rauschen, Droop) in die Messung ein, so daß man auch bei hochauflösenden Meßkarten Fehler in der Größenordnung von zehntel Promille bis zehntel Prozent erwarten kann.

Die Systemumgebung, hier der PC, hat ebenfalls einen spürbaren Einfluß auf die Güte der Messung. Neben der Eigenerwärmung, die eine langsame Offset-Drift bewirkt, treten während Festplattenzugriffen bei minderwertigen PC-Netzteilen deutliche Spannungsschwankungen der 12-V-Versorgung auf. Ist die A/D-Karte dann nicht genügend entkoppelt, sind Ausreißer bei der Messung 'vorprogrammiert'. Das kann soweit gehen, daß Rückwirkungen auf den Meßeingang vorkommen: bei einer Karte konnten wir die Sample-Frequenz auf dem Oszilloskop ausmachen, wenn der Generator abgekoppelt war.

Bei der Messung der DNL und der statischen Linearität erhält man sehr große Datenmengen. Für diesen Test setzten wir die Anzahl der Abtastungen pro A/D-Wandlerstufe auf 200 fest. Damit ergaben sich für eine Karte  $200 \cdot 65\,536 = 13\,107\,200$

Samples (16 Bit = 65 536 Stufen) in einer 25 MB großen Datei. Zur Berechnung der DNL muß man aus dieser Aufzeichnung für jede A/D-Stufe ihre Auftretenshäufigkeit bestimmen. Bei 16-Bit-Wandlern braucht man dazu ein Integer-Feld mit 65 536 Elementen.

Diese Feldgröße sprengt den Rahmen gewöhnlicher PC-Programmiersprachen, jedenfalls ohne Umwege über Protected Mode oder virtuellen Speicher zu nehmen. Hier bietet sich das Programm autoLAB von SHD an: mit ihm hat man in der Protected-Mode-Version die Möglichkeit, Integer- und Real-Felder bis an die Speichergrenze des PC zu definieren. Daneben enthält es einen pascal-ähnlichen Interpreter, der mit einer Reihe von meßtechnikspezifischen Funktionen aufwartet. Damit vereinfacht sich die Aufgabe, derart große Dateien auszuwerten, erheblich.

Als Signalquelle für den DNL-Test nach dem Histogramm-Verfahren diente ein Analoggenerator, der ein Dreieckssignal mit 20 V<sub>ss</sub> und einer Frequenz von 13 Hz abgab. Der Ausgang des Generators war mit einem Oszilloskop zur Kontrolle der Aussteuerung und dem Meßeingang der jeweiligen Karte verbunden. Die Abtastfrequenz wurde so gewählt, daß sich kein ganzzahliges Verhältnis (Kohärenz) zwischen ihr und der Signalfrequenz einstellte. Wäre Kohärenz vorhanden, überspränge das Eingangssignal bestimmte Stufen, so daß im Histogramm unechte Missing Codes auftraten.

Den Genauigkeitstest (Messung des relativen Fehlers) führten wir wieder mit dem HP-Generator 3425B als hochauflösende Spannungsquelle durch. Pro Spannungswert kamen 20 000 Abtastungen zur Auswertung. Ein in autoLab geschriebenes Programm ermittelte dann für jeden Abtastwert den relativen Fehler. In der Darstellung ist dann der Betrag des arithmetischen Mittels über die 20 000 Werte logarithmisch dargestellt.

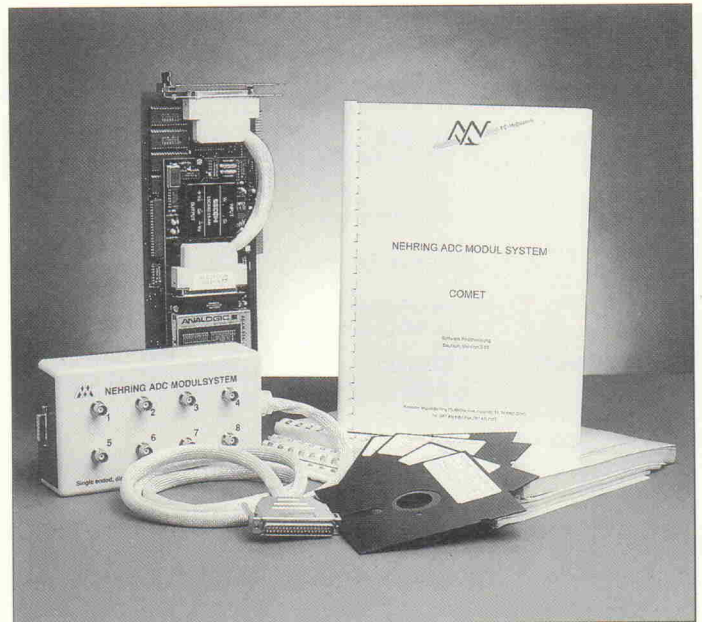


Bild 5. Ein austauschbares A/D-Modul bietet auch die Comet 16/400/8.

Von den drei Timerkanälen des Boards dienen zwei der Triggerimpulserzeugung für den A/D-Wandler im Bereich von 250 kHz bis 1/h. Den dritten Timerkanal kann man beispielsweise zur Ereigniszählung oder in Verbindung mit den anderen zur Frequenz- oder Periodendauerheranziehen.

Das Handbuch besteht aus einem 130 Seiten umfassenden Ringhefter und ist ebenfalls in englischer Sprache verfaßt. Auf die Programmierung der Karte in BASIC geht es ausführlich anhand mehrerer Beispielpprogramme ein. Das Ansprechen der Karte aus eigenen Programmen – auch in C oder Pascal –

# NEU!

Großer Bruder für RULE:

## TARGET 2.0

Schaltplan → Netzliste → Autorouter → Platine

Das neue Schaltplan- und Platinen-CAD-Programm in deutscher Sprache ist da!

- Angenehme graphische Benutzeroberfläche
- 1m x 1m Platine- und Schaltplanfläche
- WYSIWYG ● Weltkoordinaten ● Objektorientierte Datenstruktur bis 65000 Elemente
- Auflösung 1/1000 mm ● Undo ● Kontextbezogene Hilfefunktion ● Kein Dongle
- Umfangreiche erweiterbare Symbolbibliotheken: CMOS, TTL, Analog, Diskret ● Einlesen von ORCAD-Netzlisten ● 240 Schaltplanseiten ● Kupfer-, Lötlack-, Versorgungsebenen, Bestückung, Beschriftung, Lötstop etc. ● interaktives und automatisches Entflechten (Autorouter) ● Ausgabe auf Nadel-, Laser- und Tintenstrahlplotter, HPGL-Stiftplotter, Gerber-Photoplotter, PostScript, EXCELLON- und Sieb-&Meyer-Bohrautomaten ...

**TARGET 2.0 komplett**

**TARGET 2.0 Demo**

**RULE 1.2dM Platinen-Editor ab**

Preise incl. 15% MwSt., zzgl. Versandkosten.

**DM 910,-**

**DM 25,-**

**DM 129,-**

Demo oder Gratis-Info sofort anfordern bei:

**Ing.-Büro FRIEDRICH**  
H. Friedrich Dipl. Wirtsch. Ing.  
Fuldaer Str. 20, 6405 Eichenzell  
Tel.: (0 66 59) 22 49 FAX: (0 66 59) 21 58



# Das Testfeld

Bezeichnung	Analogic ADCD-HSDAS-16	Analog Devices RTI-850-F	ADAC-Board 5508SHR	Axiom AX-5621	Data Translation DT2838
Vertrieb	Stemmer GmbH Gutenbergstr. 11  W-8039 Puchheim	Geitmann GmbH Fröndener Str. 52  W-5750 Menden 1	Cosyco GmbH Westendstr. 26  W-8034 Germering	Spectra GmbH Karlsruher Str. 11  W-7022 Echterdingen	Data Translation GmbH Postfach 12 33  W-7120 Bietigheim- Bissingen
Telefon	08 9/8 09 02-0	0 23 73/50 93	0 89/84 70 87	07 11/79 80 37	07 14 2/5 40 25
Fax	08 9/8 09 02-16	0 23 73/1 09 92	0 89/8 41 61 29	07 11/79 35 69	07 14 2/6 40 42
Preis (zzgl. MwSt.)	5195 DM	5535 DM	3170 DM	2995 DM	7995 DM
Garantie	1 Jahr	1 Jahr	1 Jahr	1 Jahr	1 Jahr
A/D-Kanäle:					
single-ended	16	—	—	—	—
differentiell	8	8	8	8	8
Verstärkung	1	1	1	1/2/4/8	1
Eingangsspannungen:					
unipolar	2,5/5/10 V	—	10 V	1,25/ 2,5/ 5/ 10 V	10 V
bipolar	±2,5/ ±5/ ±10 V	±10 V	±10 V	±1,25/ ±2,5/ ±5/ ±10 V	±10 V
Meßfehler (V = 1):					
relativ	< 0,03 %	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
absolut	< 0,2 %	0,003 % FS	k. A.	k. A.	0,012 % FS
DNL	< ±0,5 LSB	±0,5 LSB bei 14 Bit	k. A.	< 1 LSB	0,0015 % FS
INL	< ±0,5 LSB	0,003 %	< 0,002 %	0,003 % FS	0,0045 % FS
Rauschen	< 0,1 LSB	—	k. A.	k. A.	k. A.
Abtastrate	200 kHz	50 kHz	47 kHz	50 kHz	160 kHz
D/A-Wandler	2	—	—	2	2
Digitaleingänge	8/16/0	—	4/8/0	8	0/1/.../8
Digitalausgänge	0/8/16	—	4/0/8	8	8/7/.../8
Speicher	FIFO, 128 Samples	für 256 KSamples	—	—	—
PC-Konfiguration:					
wählb. Adreßbereiche	32	16	16	64	32
IRQ (einstellb.)	3/5/7/10/11/15	3/5/7/9/10/11/12/15	2/3/4/5/6/7	2/3/4/5/6/7	8/9/10/11/12/13/14/15
DMA-Kanäle (einstellb.)	5/6/7	5/6/7	1/2/3	1/3	5/6/7
Dokumentation	engl., ca. 250 S. A5	engl., ca. 150 S. A5	engl., ca. 50 S. A5	engl., ca. 130 S. A5	engl., ca. 300 S. A5
Bemerkungen	nur 16-Bit-DMA	nur 16-Bit-DMA, A/D-Aufl. auf 15/14 Bit umschaltb.	nur 8-Bit-DMA	nur 8-Bit-DMA	nur 16-Bit-DMA

Alle Angaben laut Anbieter

geschieht über einen mitgelieferten Treiber, der die notwendigen Funktionen bereitstellt.

Zur Datenerfassung legte Spectra das optional erhältliche Programm AX-Stream bei, das den schnellen Transfer der vom Wandler gelieferten Daten auf die Festplatte ermöglicht. So gewappnet, bereitete die Installation der Karte und die Aufnahme der Meßreihen keinerlei Probleme.

## DT 2838

Bei dieser Karte handelt es sich um das Prunkstück des amerikanischen Herstellers Data Translation, in Deutschland durch eine eigene Filiale vertreten. Das 16-Bit-A/D-Teil verfügt über acht differentielle Eingänge mit einer Abtastrate von maximal 160 kHz. Jeder der Eingänge enthält eine eigene S/H-Stufe, was zeitsynchrone Abtastung der Meßsignale möglich

macht. Ein D/A-Abschnitt stellt zwei 16-Bit-Konverter bereit. Die Karte bietet außerdem acht digitale I/O-Kanäle sowie zwei freie Timer/Counter-Kanäle.

Alle Karten aus dieser Reihe werden mit Treibern für QuickBASIC, Pascal und C ausgeliefert. Zur Erfassung und Analyse von Meßwerten legt der Hersteller das Programm GlobalLab bei.

Auch dieser Karte liegt eine sehr ausführliche Dokumentation in englischer Sprache bei, die keinen Anlaß zur Kritik bietet. Bei der Installation und während des Testbetriebs der Karte gab es keinen Grund zu Beanstandungen.

## PCI-10

Dieser Kandidat ist eine Entwicklung aus deutschen Ländern, der direkt vom Hersteller vertrieben wird. Die analogen

Kanäle können als 64 single-ended oder 32 differentielle Eingänge konfiguriert werden. Mit 14,5 kHz liegt die maximale Abtastrate deutlich unter dem der anderen Testkandidaten, wahrscheinlich wird aus diesem Grund auch kein DMA-Daten-transfer unterstützt. Neben dem A/D-Wandler bietet die Karte 20 digitale I/O-Ports, zwei Relais sowie einen freien Timer.

Zum Lieferumfang gehören Beispielprogramme in TurboPascal, die als Ausgangsbasis für Eigenentwicklungen dienen können. Auf diese Beispiele wird im Handbuch leider nicht weiter eingegangen.

Das Handbuch ist, wie man es bei einem deutschen Hersteller erwartet, natürlich in deutsch gehalten. Der Verfasser hat wahrscheinlich zu sehr auf den Leitspruch 'In der Kürze liegt die Würze' gesetzt. So beschreibt er

auf rund 70 Seiten die gesamte Kartenfamilie von PCI-0 bis PCI-13 – immerhin sechs verschiedene Typen – und zeigt im wesentlichen die Konfiguration und Installation dieser Karten auf. Er behandelt die Low-Level-Programmierung allerdings nur sehr kurz. Das Handbuch ist der einzige Anlaß zur Kritik: Installation und Betrieb der Karte verliefen ohne Probleme.

## MFB2

Die Multifunktionskarte MFB2 ist eine Entwicklung der Firma EBRU Gesellschaft für industrielle Elektronik mbH. Diese Karte liefert Ebru den individuellen Wünschen des Kunden entsprechend mit verschiedenen Wandlertypen, digitalen Ein- und Ausgängen, Relaisausgängen und einem Timer bestückt aus.

Der Testteilnehmer verfügt über den obligatorischen 16-Bit-A/D-Wandler, der der 32 single-ended



Disys PCI-10	Ebru MFB2	PCI20041C-3 und PCI20341M-1A	Keithley DAS-HRES 16	National Instruments AT-MIO 16X	Nehring ADC COMET 16/400/8
Disys GmbH Auf der Grefenfurth 1-3 W-5064 Rösrath	Ebru GmbH In den Kreuzwiesen 21 W-6917 Schöna	Intelligent Instrumentation Esslinger Str. 7 W-7022 Leinfelden- Echterdingen	Keithley Instruments GmbH Landsberger Str. 65 W-8034 Germering	National Instruments Germany GmbH Konrad-Celtis-Str. 79 W-8000 München 70	A. Nehring PC-Meßtechnik Hauptstr. 18 W-5401 Dörth
0 22 05/8 40 19 0 22 05/8 52 44	0 62 28/87 81 0 62 28/83 37	0 71 1/9 49 69-0 0 71 1/9 49 69-89	0 89/84 93 07-0 0 89/84 93 07-59	08 9/7 14 50 93 08 9/7 14 60 35	0 67 47/69 67 0 67 47/81 77
2210 DM 1 Jahr	3880 DM 1 Jahr	4390 DM > 5 Jahre	6175 DM 1 Jahr	5125 DM 1 Jahr	6880 DM 1 Jahr
64 32 1	32 — 1/5/20	1 4 1/10/100/200	— 8 1	16 8 1/2/5/10/20/50/100	8 — 1
5/10 V ±2,5/ ±5/ ±10 V	— ±8,192 V	— ±5 V	10 V ±10 V	10 V ±10 V	— ±10 V
0,0075 % FS k. A. k. A. 0,003 % k. A.	k. A. k. A. k. A. ±1 LSB k. A.	k. A. 0,01 % k. A. 0,003 % ±2 LSB	0,003 % FS 0,003 % FS ±1 LSB k. A. < 1,5 LSB	±1 LSB k. A. ±1 LSB k. A. < 0,8 LSB	k. A. < 0,01 % FS ±0,75 LSB k. A. < 2 LSB
14,5 kHz	10 kHz	85 kHz	47,6 kHz	100 kHz	400 kHz
— 20/16/12/8/4/0 0/4/8/12/16/20 —	— 48 (optional) 48 (optional) —	extra Modul 0/8/16/24/32 32/24/16/8/0 —	2 8 8 —	2 8/4/0 0/4/8 —	— 4 1 FIFO, 64 K Samples
1 2/3/9 —	11 IO/16 Mem. 2/3/4 —	1024 Mem. 2/3/4/5/6/7 1/2/3	64 2/3/4/5/6/7 1/3	32 3/4/5/7/10/11/12/15 0/1/2/3/5/6/7	4 9/10/11/12/15 —
deutsch, 70 S. A5	deutsch, 50 S. A4	engl., A4 — je nach Ausbau	engl., ca. 100 S. A4	engl., ca. 200 S. A4	engl./deutsch, ca. 100 S. A4
kein DMA 2 Relais	kein DMA, Preisangabe für Ausbau inkl. je 48 digit. I/O u. 8 Relais	Garantie bis 5 J. nach Produktankündigung, Preisangebot für Carrier u. 1 A/D-Modul	nur 8-Bit-DMA		kein DMA, belegt 2 Slots wg. Bauhöhe u. Anschluß, Preis für Controller u. A/D-Modul

Analogeingänge erfaßt. Der A/D-Teil arbeitet standardmäßig mit Verstärkungen von 1, 5 oder 20, wobei jedoch auch diese Bereiche an die Bedürfnisse des Kunden angepaßt werden können. Digitale I/O-Ports gibt es ja nach Bedarf zwischen 0 und 48 in Stufen zu 16 Bit. Außerdem faßt die Karte acht Relais.

Die Programmdiskette enthält ein Testprogramm für die Karte. Gleichzeitig lassen sich damit die momentanen Meßwerte in tabellarischer Form auf dem Bildschirm anzeigen. Sollte das Testprogramm Alarm schlagen, was bei dem vorliegenden Exemplar zum Glück nicht der Fall war, hilft ein weiteres Programm bei der Lokalisierung des Fehlers. Die C-Quelltexte dieser beiden Hilfen befinden sich gemeinsam mit den zur Programmierung der Karte erforderlichen C-Bibliotheken ebenfalls auf der Diskette.

Der Einbau der Karte in den Testrechner verlief nicht ganz ohne Probleme, diese ließen sich aber recht einfach lösen. Die Steckerleisten am unteren und oberen Rand der Karte sorgten dafür, daß sich die Karte nicht in die dafür vorgesehenen Führungsschienen des PC-Gehäuses schieben ließ. Nach der Demontage dieser Führungen stand der erfolgreichen Installation buchstäblich nichts mehr im Wege.

Der Praktiker freut sich beim Betrachten der Dokumentation über die kompletten Schaltpläne samt Stückliste. Da alle Chips auf der Karte gesockelt sind, sollte er die Karte eigentlich, falls ihm mal etwas 'hochgeht', selbst reparieren können. Für einen anderen Leserkreis scheint die Dokumentation allerdings auch nicht gedacht zu sein, die Darstellungen sind recht kompakt, das erforderli-

che Fachwissen wird vorausgesetzt.

## PCI-20000

Für den Entwickler funktionell komplexer Meßsysteme könnte das Konzept des als PCI-20000 bezeichneten Meßsystems der Firma Intelligent Instrumentation interessant sein.

Grundlage dieses Systems sind sogenannte Carrier-Boards, die das Interface zwischen dem PC-Bus und unterschiedlichen Meßmodulen darstellen. Jeder Carrier faßt drei Module, von denen jedes eine bestimmte Eigenschaft, wie Digital-I/O, analoge Ein- und Ausgänge, Frequenzmessung oder anderes bietet. Ein Meß-PC kann mehrere solcher Carrier aufnehmen, von denen einer die Oberaufsicht über die restlichen erhält. Für den Test erhielten wir ein Board mit der Bezeichnung

PCI-20041C High Performance Carrier. Dieses Board verfügt über 4 × 8 digitale Ports, die sich jeweils als Ein- oder Ausgänge schalten lassen. Ein Timer auf dem Board dient bei Bedarf als Zeitbasis für verschiedene Datenerfassungsapplikationen. Um die Daten schnell genug in den PC zu bekommen, unterstützt die Karte DMA.

Dem Carrier lagen zwei Module bei. Das eine (PCI-20364) stellt einen hochgenauen integrierenden 18-Bit-A/D-Wandler dar, der auch als 12- oder 16-Bit-Wandler arbeiten kann. Dieser Wandler paßte allerdings wegen des geringen Durchsatzes von 50 Werten/sec bei 16 Bit Auflösung nicht in den Test. Daher wurden nur Meßreihen mit dem PCI-200341M-1 aufgenommen, das eine Abtastrate von 85 kHz erlaubt und über vier differentielle Eingänge verfügt. Der Meßverstärker ist auf Werte



zwischen 1 und 200 programmierbar.

Zur Programmierung der Module sind Treiber für verschiedene Sprachen optional erhältlich. Der Umfang der Dokumentation hängt natürlich von der Ausbaustufe des Systems ab. Sie ist in englischer Sprache und recht ausführlich gehalten. Aufgrund der zahlreichen Möglichkeiten bei der Konfiguration des Carrier-Boards muß man sich für die Installation etwas mehr Zeit nehmen.

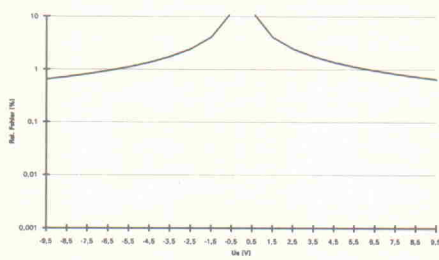
## DAS-HRES 16

Auch die Firma Keithley nutzte die Gelegenheit und schnürte gleich zwei Karten in ihr Bündel. Wir griffen die Karte mit den besseren Werten heraus: die DAS-HRES 16. Dabei handelt es sich um eine Karte mit 16-Bit-A/D-Konverter, die per DMA einen maximalen Durchsatz von 47,6 kHz schafft. Die Verstärkung ist auf Werte von 1, 2, 4 oder 8 einstellbar. Weiter existieren zwei 16-Bit-D/A-Wandler sowie jeweils acht digitale Ein- und Ausgänge auf der Karte. Von den drei Timern versorgt einer den A/D-Wandler mit Impulsen zwischen 50 kHz und 1/h, die anderen beiden arbeiten als Teiler eines internen 1-, 8- oder 10-MHz-Taktes.

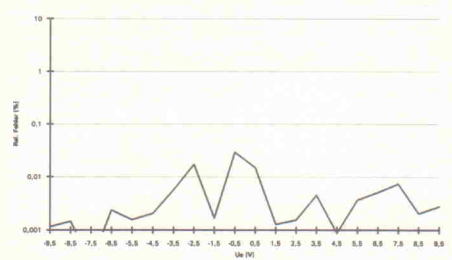
Für den Programmierer gehört ein eigenständiges Treiberprogramm zum Lieferumfang. Dazu gibt es einige Beispiele, aus denen hervorgeht, wie man den Treiber aus der Programmiersprache BASIC heraus anspricht. Zur Datenerfassung und -analyse sind verschiedene Programmpakete erhältlich. Leider konnte Keithley ein solches Programm nicht rechtzeitig beistellen, so daß wir mit dieser Karte keine Meßreihen durchführten. Über Probleme beim Betrieb kann daher keine Aussage getroffen werden. Auch bei diesem Produkt hinterläßt

Die Darstellung des relativen Fehlers bezogen auf den Meßwert gibt die Genauigkeit der Karte bei statischen Signalen an. Hier sticht die HSDAS-16 mit stellenweise über 10 % hervor – verursacht durch einen von der Auswertesoftware produzierten Offsetfehler.

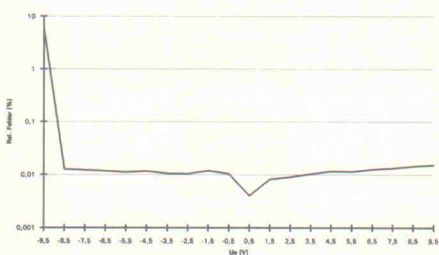
HSDAS-16



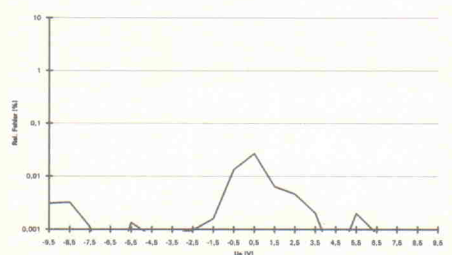
RTI-850F



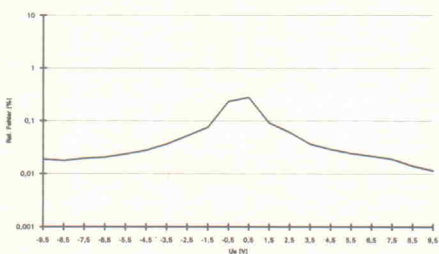
5508SHR



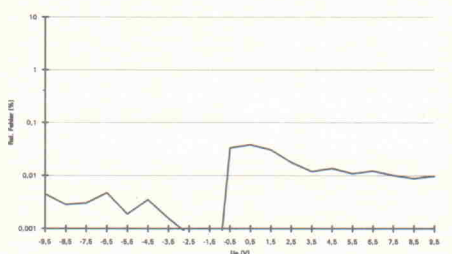
AX-5621



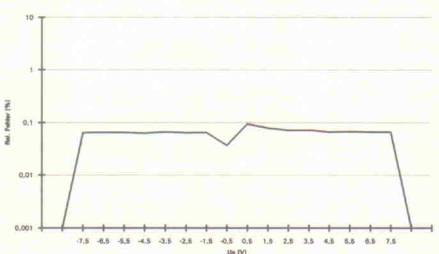
DT2838



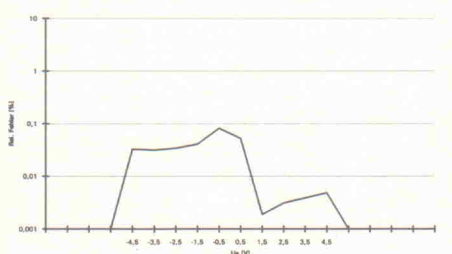
PCI-10



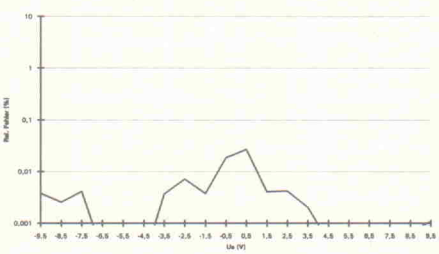
MFB2



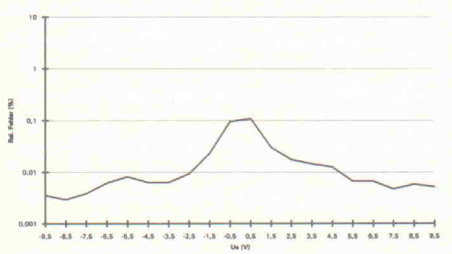
PCI-20000



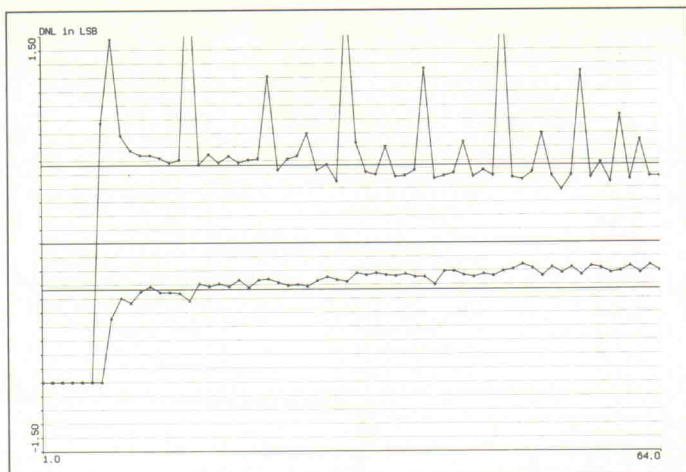
AT-MIO-16X



COMET 16/400/8







**Beispiel einer DNL, wie sie nicht aussehen sollte. Ursache ist hier offenbar ein defekter Wandler.**

die Dokumentation einen guten Eindruck.

## AT-MI/O-16X

Die Eingangskanäle dieser Karte von National Instruments lassen sich als 16 single-ended oder acht differentielle Eingänge betreiben. Die Eingangsverstärkung ist in sieben Stufen zwischen 1 und 100 wählbar. Ein 512 Werte tiefes FIFO sorgt dafür, daß bei der maximalen Abtastrate von 100 kHz keine Werte verlorengehen. Auch auf dieser Karte findet man zwei 16-Bit-D/A-Wandler, die ebenfalls aus einem FIFO gespeist werden. Wie bei den anderen Karten trifft man auch hier digitale I/O-Ports und Timer an.

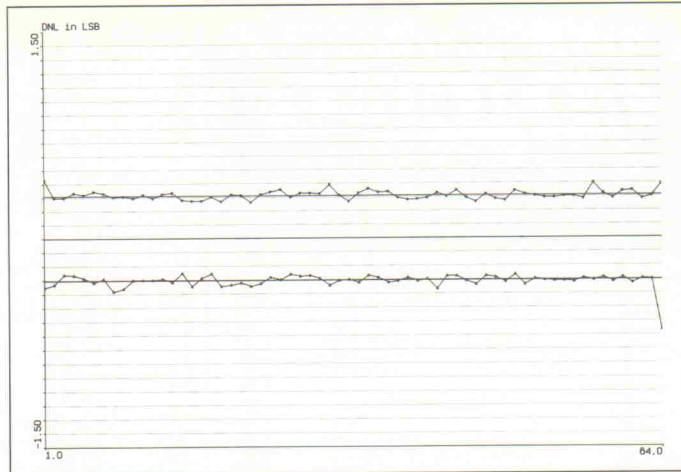
Mit zum Lieferumfang der Karte gehört der Treiber NI-DAQ, der im Vergleich zu denen anderer Karten wesentlich umfangreicher ist. Er unterstützt die Programmierung in BASIC, Pascal, C und C++. Damit kann man Programme für DOS, Windows, und LabWindows programmieren, sofern man im Besitz passender Entwicklerpakete ist.

Auch zu diesem Board gehört ein sehr ausführliches, englisches Handbuch. Bei der Beschreibung der Installation und Konfiguration der Karte findet man Tips für den Anschluß der Meßsignale. Der internen Funktionsweise der Karte ist ein ganzes Kapitel gewidmet und das Manual geht sehr ausführlich auf die Low-Level-Programmierung ein. Mit der Hochsprachenprogrammierung via NI-DAQ befaßt sich ein zweites, genauso ausführliches Handbuch.

## COMET 16/400/8

Bei dieser Karte handelt es sich um eine Eigenentwicklung des Ingenieurbüros Nehring. Bereits beim Auspacken des Testpakets fiel auf, daß zwecks Verpackung ausschließlich Papier und Holzwolle zum Einsatz kamen. Auch die Dokumentation ist auf Recyclingpapier gedruckt, was zeigt, daß der dahinterstehende Gedanke konsequent verfolgt wird.

Das Board macht einen äußerst soliden Eindruck, allerdings belegt es durch seine Bauhöhe zwei PC-Slots. Das A/D-Modul



**Bei diesem Umsetzer liegt ein guter Verlauf vor. Die DNL beträgt zwischen den Clipping-Enden weniger als 0,5 LSB.**

verfügt über acht single-ended Eingänge und zeichnet sich durch die hohe Abtastrate von 400 kHz aus. Damit bei dieser Geschwindigkeit nichts verlorengelassen, verfügt auch diese Karte über einen FIFO-Speicher für 64K Abtastwerte. Daneben bietet sie vier Triggereingänge und einen digitalen Ausgang.

Die Dokumentation besteht aus zwei Handbüchern, jeweils in englischer oder deutscher Sprache. Sie sind in einem lockeren Stil geschrieben, der sich angenehm lesen läßt.

Einziges Problem beim Betrieb: mit einem Oszilloskop konnte man beim Probanden an den analogen Eingängen Spannungsspitzen nachweisen, deren Frequenz von der eingestellten Abtastrate abhängig war. Diese Spitzen lassen sich mit einer optionalen Bufferbox beseitigen.

## Fazit

Auf die zu erwartenden Meßergebnisse angesprochen, hörte man von Meßtechnikexperten und einigen Anbietern quasi 'hinter vorgehaltener Hand', daß man

16-Bit-A/D-Karten im Endeffekt als 14-Bit-System hoher Genauigkeit betrachten sollte. Dabei stellt sich zunächst die Frage, ob nicht ein 'echtes' 14-Bit-Board für individuelle Erfordernisse ausreicht – kostengünstiger ist es in jedem Fall. Doch selbst dort, wo Messungen mit realen 16 Bit möglich sind, sollte man auch den für die entsprechende Meßumgebung erforderlichen Kostenaufwand nicht vergessen. So entspricht beispielsweise für einen Eingangsspannungsbereich von  $\pm 1$  V – dank des oft vorhandenen Eingangsverstärkers kein Problem – das LSB einer Spannungsdifferenz von nur 30,5  $\mu$ V. Die letzten Wandler-Bits lösen also mit einiger Sicherheit vor allem Rauschen und andere Störungen auf. *ea, kle*

## Literatur

- [1] Eckl/Pütgens/Walter, A/D- und D/A-Wandler, 2. Aufl., Franzis-Verlag, München 1990
- [2] Haasz/Snorek/Schumny, PTB-Bericht: PC Instrumentation for Data Acquisition and Measurement, Berlin 1992, Wirtschaftsverlag NW

**NEU**

## Ab 01.04.1993 Distributor für Produkte der Firma THEL Audio Engineering

MOSFET-Endstufen, High-End-Vorverstärker, Aktivweichen mit Analogrechner, Leitplastik-Potis  
Polypropylen-Kond. 1%, Metallfilmwiderst. 0,1%, MKP bis 47 $\mu$ F/250V und die neuesten Super-Audio-ICs

**NEU**

<b>TRANSISTOREN</b>	BUT 11A	1.22	4020/40/60	0.68	74 HCT 241/42/43/44	0.71	LM 311/358 P	0.33	UA 78 L 05/12/15	0.41	FL 20	0.94
BC 140-10/141-10	BUV 46	1.21	4024/28	0.48	74 HCT 245/57	0.68	LM 317-TQ 220	0.61	UA 7905/12/15	0.43	FL 34	1.48
BC 160-10/161-10	BUX 81	4.26	4027/42	0.46	74 HCT 373/74	0.80	LM 324/339/393	0.31	UA 79 L 05/12/15	0.45	FL 40	1.99
BC 327/283/738-40	BUZ 10	1.15	4043/51/53	0.55	74 HCT 573/74	0.70	LM 351/415	4.60	UA 741 DIP-8	0.31	FL 50	2.50
BC 516/517	BUZ 11	2.12	4067	2.78	74 ALS 138/39	0.83	LT 1028 CN-8	14.32	ULN 2803 / 2804 N	0.57	KURZEN AUSWURFBEHÄLT	1.18
BC 546B/547C/548C	BUZ 71A	0.87	4068/70/71/72/75	0.32	74 ALS 244/45	1.33	LT 1037 CN-8	8.01	ULN 2803 / 2804 A	0.88	ML 10 GK	1.18
BC 550C/560C	IRF 820	1.22	4069/73	0.30	74 ALS 373/74	1.25	MC 1458 P / NE 555 P	0.31	XR 2206 CP	5.64	ML 20 GK	1.67
BC 556B/557B/558C	IRF 530	1.78	4081/82/93	0.37	74 ALS 573/74	1.47	NE 5532 AN DIP-8	1.61	XR 8038 ACP	5.81	ML 34 GK	2.53
BC 639/640	IRF 540	2.75	4094/518/520	0.60	74 F 138/39	0.62	NE 5534 AN DIP-8	1.38	PRÄZISIONS-ROCKELT...	1.38	ML 40 GK	2.77
BD 137-10/138-10	MJ 2501	2.36	40106	0.62	74 F 240/41/45	0.86	OP 07 CP	1.80	GERÄTE, VERGOLDET	1.80	ML 50 GK	3.55
BD 139-16/140-16	MJ 2955	1.44	74 LS 00/04/08/32	0.28	74 F 373/74	0.71	RC 4136	0.91	PF 08	0.24	DSUB-STECKER-LÖTLECH	0.38
BD 437/438	MJ 4502	3.22	74 LS 02/05/09/20	0.28	LINEARE SCHALTUNGEN		RC 4558	0.56	PF 14	0.42	DSUB-STECKER-LÖTLECH	0.38
BD 137-10/138-10	MJ 15003	4.89	74 LS 141/32	0.30	CA 3140 E	0.95	SA 1027	7.46	PF 16	0.48	DS 08 L STIFT	0.38
BD 139-16/140-16	MJ 15004	5.98	74 LS 138/139	0.45	CA 3240 E	2.07	TCA 785	5.56	PF 24-3 SCHMAL	0.74	DF 09 LL BUCHSE	0.38
BF 199	MPSA 42	0.18	74 LS 240/241/373/374	0.59	ICL 7106/7107 CPL	4.03	TCA 965	3.57	PF 28	0.74	DS 25 L STIFT	0.53
BF 245A/245B/245C	TIP 140/145/147	1.50	74 LS 245	0.62	ICL 7109 CPL	10.29	TCM 3105 N	17.90	PF 32	0.86	DF 25 LL BUCHSE	0.56
BF 256A/256B/256C	TIP 2955/3055	1.15	74 LS 640/641	1.44	ICL 7126/7136 CPL	6.33	TDA 1524 A	4.03	PF 32	0.98	DSUB-HAUBEN, METALLIS.	
BF 422	2 SK 135	8.24	74 HC 00/04/08/32	0.27	ICL 7135 CPL	11.44	TDA 2030 V	1.38	PF 40	1.22	MIT LANGEN RÄNDELSSCHR.	
BF 458	2 SJ 50	8.56	74 HC 74/138/139	0.44	ICL 7136 CPL	11.44	TDA 2595	3.44	PF 40	1.22	GP 09 GMT	1.07
BF 469 - 472	CMOS/74LS/HCT/ALS/F	0.45	74 HC 244/373/374	0.62	ICM 7555	0.58	TL 061/071/081 CP	0.52	PLCC 44 / 68	2.70	GP 25 GMT	1.21
BF 494	4001/11/12/23/25	0.30	74 HCT 00/04/08	0.27	L 298/298	7.48	TL 074/084 CN	0.64	PLCC 84	3.45	ELKOS STEHEND FORM 051	27.60
BS 171/872	4013/16/30/49/50	0.38	74 HCT 42/151/273	0.75	L 287	10.08	TL 271 CP	6.50	PF 01ENSTECKER FÜR		051 63V 22000 $\mu$ F	27.60
BS 170	4015/21/22	0.72	74 HCT 138	0.46	LF 355/356/357	1.15	U 2400 B	4.27	FLACHKABEL, VERGOLDET		051 40V 47000 $\mu$ F	29.90
BS 250	4017/29/47	0.62	74 HCT 139	0.48	LF 411 CN	1.61	UA 7805/12/15	0.41	FL 10	0.60	051 100V 10000 $\mu$ F	27.37

... wenn Ihnen unser Angebot gefällt und Sie nun gern die restlichen mehr als 25000 Preise erfahren möchten, dann senden Sie bitte einen Brief mit Ihrem Absender und 10,- DM in Briefmarken. Unser Katalog mit über 400 Seiten technischen Daten, Produktbeschreibungen und aktuellen Preisen kommt umgehend zu Ihnen - Für den THEL-Audioteilekatalog allein bitte 5,- DM senden.

**Schuro Elektronik GmbH, Untere Königsstrasse 46a, 3500 Kassel, Tel. 05 61 - 1 64 15 - Fax 05 61 - 77 03 18**



REICHELT

ELEKTRONIK

Kaiserstraße 14 2900 Oldenburg  
Marktstraße 101-103 2940 Wilhelmshaven

2940 Wilhelmshaven 1  
Marktstraße 101 - 103

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

Katalog kostenlos!

Versand ab DM 10,-/Ausland ab DM 50,-  
Versand per Nachnahme oder Bankinzug  
(außer Behörden, Schulen usw.)  
Versandkostenpauschale: Nachnahme DM 6,95  
Bankinzug DM 5,75  
UPS DM 8,95

Fachhändler und Großabnehmer erhalten auch  
bei gemischter Abnahme folgenden Rabatt:

ab DM 500,- = 5 %  
ab DM 750,- = 10 %  
ab DM 1000,- = 15 %  
ab DM 2000,- = 20 %

Transistoren

BC	BD	BDX	BFQ	BUX
107A 0.26	239C 0.60	33C 0.73	69 4.15	84 1.20
107B 0.26	240C 0.61	34 0.76		85 1.30
108B 0.27	241B 0.62	34C 0.73		86 1.05
108C 0.26	241C 0.62	53A 0.72		87 1.05
140-10 0.41	242B 0.62	53C 0.76		98 9.30
140-16 0.41	242C 0.57	54A 0.72		
141-10 0.39	243 0.65	54C 0.72		
141-16 0.39	243B 0.60	66B 3.80		
160-10 0.41	243C 0.60	66C 3.80		
160-16 0.41	244 0.64	67B 3.50		
161-10 0.39	244B 0.62	67C 3.50		
161-16 0.39	244C 0.63	87C 2.45		
177A 0.31	245B 1.45	88C 2.55		
177B 0.26	245C 1.35			
237A 0.08	246B 1.45			
237B 0.08	246C 1.45			
238A 0.09	249 1.75			
238B 0.08	249B 1.85			
239B 0.07	249C 1.80			
307A 0.07	250 1.90			
307B 0.07	250B 2.00			
327-25 0.09	250C 1.85			
327-40 0.09	317 2.40			
328-25 0.09	318 2.40			
328-40 0.09	410 0.79			
337-25 0.09	433 0.49			
337-40 0.09	434 0.53			
338-25 0.09	435 0.53			
338-40 0.09	436 0.53			
368 0.25	437 0.53			
369 0.21	438 0.53			
516 0.21	439 0.53			
517 0.22	440 0.53			
546A 0.07	441 0.53			
546B 0.07	442 0.53			
547A 0.07	517 1.60			
547B 0.07	529 1.60			
547C 0.07	530 1.60			
548A 0.07	645 0.74			
548B 0.07	646 0.69			
549C 0.07	647 0.63			
549B 0.07	648 0.63			
549C 0.06	649 0.78			
550B 0.09	650 0.78			
550C 0.09	675 0.47			
556A 0.07	676 0.46			
556B 0.07	677 0.47			
557A 0.07	678 0.48			
557B 0.07	679 0.49			
557C 0.07	680 0.49			
558A 0.07	689 0.90			
558B 0.07	810 0.90			
558C 0.07	879 1.05			
559A 0.08	880 1.20			
559B 0.07	901 0.85			
559C 0.07	902 0.85			
560B 0.09	911 0.95			
560C 0.09	912 0.95			
635 0.24				
636 0.24				
637 0.24				
638 0.24				
639 0.26				
640 0.26				
875 0.56				
876 0.56				
879 0.56				
880 0.56				
BD				
135 0.34				
136 0.33				
137 0.35				
138 0.35				
139 0.33				
140 0.33				
175 0.48				
179 0.53				
180 0.54				
189 0.69				
190 0.69				
234 0.48				
235 0.48				
236 0.48				
237 0.48				
238 0.48				
BDT				
85 2.60				
86 2.95				
87 2.40				
96 2.40				
BDV				
64B 2.10				
64C 2.25				
65B 1.85				
65C 2.25				
BDW				
51C 2.10				
52C 2.10				
83B 2.40				
83C 1.85				
83D 2.00				
84B 2.45				
84C 2.15				
84D 2.00				
93B 0.88				
93C 0.90				
94B 0.87				
94C 0.87				
BFG				
65 1.95				
BFR				
34A 1.40				
30 0.92				
91 0.92				
96 1.05				
11A 1.45				
11AF 1.70				
12A 1.80				
12AF 2.20				
18AF 2.05				
56A 1.30				
76A 1.30				
90 1.25				
95 0.38				
96 0.58				
96A 0.73				
96B 0.75				
97 0.75				
97A 0.75				
98 1.05				
98A 0.75				
98B 0.87				
BUW				
11A 2.05				
12A 2.90				
13A 2.90				
141 1.70				
142 1.60				
145 1.70				
146 1.80				
147 1.55				
161 2.75				
30 3.30				
3055 1.25				
BUX				
41 4.10				
48 3.80				
48A 3.90				
30 3.30				
81 3.70				
CA				
3028A 3.50				
3046DIL 0.63				
3053 2.40				
3059 2.90				
3080DIL 1.15				
3081DIL 0.87				
3086DIL 0.87				
3089DIL 2.70				
3094DIL 2.60				
3096DIL 1.40				
3100DIP 2.45				
LM				
239DIL 1.15				
258DIP 0.65				
301DIP 0.65				
308DIP 0.80				
309T03 3.65				
310DIP 0.38				
318DIP 0.56				
319DIL 1.40				
323T03 4.20				
324DIL 0.27				
LM				
239DIL 1.15				
258DIP 0.65				
301DIP 0.65				
308DIP 0.80				
309T03 3.65				
310DIP 0.38				
318DIP 0.56				
319DIL 1.40				
323T03 4.20				
324DIL 0.27				

ICs - ICs - ICs

uA	CA
7805 0.39	3130DIP 1.75
7805K 1.70	3130T0 2.45
7807 0.42	3140DIP 0.99
7807 1.00	3140T0 2.60
7808 0.42	3160DIP 1.60
7809 0.60	3161DIL 1.80
7810 0.57	3162DIL 7.95
7812 0.42	3189DIL 2.65
7812K 1.70	3240DIP 1.95
7815 0.42	
7815K 1.70	
7818 0.42	
7820 0.42	
7824 0.42	
7824K 1.70	
78805 23.20	
78805 1.70	
78805 0.58	
78805 0.42	
78806 0.42	
78807 0.86	
78808 0.42	
78809 0.45	
78810 0.45	
78812 0.42	
78815 0.42	
78824 0.62	
78805 0.75	
78809 0.75	
78810 0.83	
78812 0.73	
78815 0.81	
78818 0.82	
78824 0.82	
7905 0.42	
7908 0.42	
7909 0.79	
7910 0.96	
7912 0.42	
7915 0.42	
7918 0.48	
7920 0.49	
7924 0.49	
7925 1.10	
7926 1.10	
7927 0.76	
7928 0.76	
7929 0.76	
7930 0.76	
7931 0.76	
7932 0.76	
7933 0.76	
7934 0.76	
7935 0.76	
7936 0.76	
7937 0.76	
7938 0.76	
7939 0.76	
7940 0.76	
7941 0.76	
7942 0.76	
7943 0.76	
7944 0.76	
7945 0.76	
7946 0.76	
7947 0.76	
7948 0.76	
7949 0.76	
7950 0.76	
7951 0.76	
7952 0.76	
7953 0.76	
7954 0.76	
7955 0.76	
7956 0.76	
7957 0.76	
7958 0.76	
7959 0.76	
7960 0.76	
7961 0.76	
7962 0.76	
7963 0.76	
7964 0.76	
7965 0.76	
7966 0.76	
7967 0.76	
7968 0.76	
7969 0.76	
7970 0.76	
7971 0.76	
7972 0.76	
7973 0.76	
7974 0.76	
7975 0.76	
7976 0.76	
7977 0.76	
7978 0.76	
7979 0.76	
7980 0.76	
7981 0.76	
7982 0.76	
7983 0.76	
7984 0.76	
7985 0.76	
7986 0.76	
7987 0.76	
7988 0.76	
7989 0.76	
7990 0.76	
7991 0.76	
7992 0.76	
7993 0.76	
7994 0.76	
7995 0.76	
7996 0.76	
7997 0.76	
7998 0.76	
7999 0.76	
8000 0.76	

Präzisions-Fassungen  
superflach, gedreht, vergoldet

Bestellnummer:	GS
6P	0.20
8P	0.26
14P	0.45
16P	0.51
18P	0.58
20P	0.64
22P	0.70
24P	0.77
24P-S (schmal)	0.90
28P	0.89
28P-S (schmal)	0.96
32P	1.20
40P	1.30
48P	1.55
64P	2.30

PLCC-Fassungen

Bestellnummer:	PLCC
28	2.50
32	2.50
44	2.35
52	3.15
68	2.65
84	3.25

KONTAKTBUCHSE  
Präzisionskontakte

Bestellnummer:	SPL	20pol	0.72
32	32pol	1.10	
64	64pol	3.10	

ADAPTERLEISTE  
vergoldet

Bestellnummer:	AW	122/20	20pol	1.60
122/32	32pol	3.10		
122/64	64pol	7.10		

SMD-PLCC-Fassungen

Bestellnummer:	SMD-PLCC
20	3.40
28	3.60
32	3.65
44	4.00
52	4.35
68	5.00
84	5.30

UHER -  
Telefonanlagen

- 7 Sprechstellen
- Mikroprozessorgesteuerte Nebenstellenanlage, Programm im E-Prom
- Jede Sprechstelle hat jederzeit Zugang zur freien Amtsleitung
- Bei Netzausfall ist die Amtsleitung nutzbar
- Halten und Übergeben von Amtsverbindungen
- Umlegen besonderer Art
- 3 geheime Innenverbindungswege
- Coderuf, Dringlichkeitsruf und Sammelruf
- Interne Konferenzschaltung mit allen Sprechstellen möglich
- Abfrage, Heranholen von internen Gesprächen (Pick up)
- Amtsanruf: Zu- und abschaltbar
- Rufunterscheidung intern/extern
- Vormerken der Amtsleitung
- Automatischer Rückruf
- Amtsrufweiterstellung
- Nachschaltung
- Externer Wecker
- Anrufschutz
- Anklopfen

1 Amtsleitung  
Bestellnummer:  
UHER TNA 1/7 425,00 DM

2 Amtsleitungen  
Bestellnummer:  
UHER TNA 2/7 575,00 DM

24-Std.-  
Service

Anrufbeantworter  
tipitel Lettera

- Digitale Ansagespeicherung durch Sprachchip der neuesten Generation
- Sprachgesteuerte Aufzeichnung bis 30Min, Ansprechzeit einstellbar
- Mitschneiden von Telefongesprächen
- Mithören bei Aufzeichnungen
- Ansagestart 1-5. Rufton
- Nachrichtenzähler
- und vieles mehr

Bestellnummer:  
Lettera  
199,50 DM

mit Fern



## IC-Fassungen mit Abblockkondensator 100nF/50V Präzisionskontakte

Bestellnummer:	
GS-KO 14P	1.40
GS-KO 16P	1.55
GS-KO 18P	1.80
GS-KO 20P	1.95
GS-KO 24P	2.00
GS-KO 24P-S	2.00
GS-KO 28P	2.15
GS-KO 40P	2.75

## SIMM-Sockel

Bestellnummer:	
SSE 30C	1x30pol gerade 2.30
SSE 30W	1x30pol gewinkelt 4.45
SSD 30G	2x30pol gerade 5.30
SSD 30W	2x30pol gewinkelt 7.90

## IC-Fassungen Raster 1,778mm Doppel-Federkontakt

Bestellnummer:	
GS-KR 24	0.86
GS-KR 28	1.00
GS-KR 30	1.10
GS-KR 40	1.45
GS-KR 42	2.30
GS-KR 64	2.95

## Integrierte Schaltungen

LM	LT	SAA	TDA	TL
317-220 0.56	1086 7.10	1004 11.90	1518Q 6.20	061DIP 0.47
318DIP 1.25	1086-5 7.10	1024 9.10	1521 5.80	062DIP 0.47
319DIP 1.40	1086-12 7.10	1025 8.95	1522 2.50	064DIP 0.61
323T03 4.20	1090CN 45.65	1027 7.80	1524A 3.95	071DIP 0.45
324DIP 0.27	1123 5.20	1029 6.15	1576 4.50	072DIP 0.51
334T092 1.50		1043P 14.35	1670A 4.35	074DIP 0.67
335T092 1.75		1044P 6.15	1770A 4.30	081DIP 0.47
336T092 1.65		1057 12.10	1870A 4.30	082DIP 0.47
337T03 5.05		1058 6.70	1905 1.95	083DIP 1.60
337-220 0.78		1059 25.90	1908 2.60	084DIP 0.65
338T03 9.50		1060 8.00	1910 4.75	117T092 1.05
339DIP 0.31		1070 14.60	1940 3.55	321DIP 1.20
		1074 8.30	1950 3.55	431T092 0.50
		1075 9.65	2002 1.05	494DIP 1.25
		1082 20.10	2003 1.15	496DIP 1.65
		1094-2 6.20	2004 2.20	497ADIP 1.95
		1124 7.95	2005 2.20	604DIP 3.25
		1250 5.50	2005S 2.50	783CKC 4.65
		1251 11.20	2006 1.65	7705DIP 1.15
		1274 8.40	2008 2.75	
		1293 25.00	2009 3.50	
		3004P 4.30	2010 2.10	
		3006P 4.00	2020 3.50	
		3007P 4.50	2030 1.25	
		3009P 10.80	2030AV 2.40	
		3010P 5.55	2030H 2.30	
		3049P 8.55	2040 2.05	
		5030 12.10	2054M 2.65	
		5246 24.70	2170 5.80	
			2270 4.20	
			2320 0.94	
			2532 2.15	
			2540 2.40	
			2541 1.95	
			2543 5.00	
			211B 5.35	
			211B 5.35	
			212B 9.00	
			217B 2.00	
			237B 2.50	
			244B 2.50	
			247B 2.50	
			254B 2.50	
			257B 2.45	
			267B 2.40	
			336M 17.00	
			338M 5.50	
			413B 1.40	
			420B 1.40	
			427B 1.90	
			664B 5.05	
			665B 6.55	
			666B 3.95	
			667B 2.00	
			668B 6.55	
			669B 4.15	
			670B 4.10	
			671B 3.75	
			672B 11.50	
			673B 10.15	
			674B 10.15	
			675B 10.15	
			676B 10.15	
			677B 10.15	
			678B 10.15	
			679B 10.15	
			680B 10.15	
			681B 10.15	
			682B 10.15	
			683B 10.15	
			684B 10.15	
			685B 10.15	
			686B 10.15	
			687B 10.15	
			688B 10.15	
			689B 10.15	
			690B 10.15	
			691B 10.15	
			692B 10.15	
			693B 10.15	
			694B 10.15	
			695B 10.15	
			696B 10.15	
			697B 10.15	
			698B 10.15	
			699B 10.15	
			700B 10.15	
			701B 10.15	
			702B 10.15	
			703B 10.15	
			704B 10.15	
			705B 10.15	
			706B 10.15	
			707B 10.15	
			708B 10.15	
			709B 10.15	
			710B 10.15	
			711B 10.15	
			712B 10.15	
			713B 10.15	
			714B 10.15	
			715B 10.15	
			716B 10.15	
			717B 10.15	
			718B 10.15	
			719B 10.15	
			720B 10.15	
			721B 10.15	
			722B 10.15	
			723B 10.15	
			724B 10.15	
			725B 10.15	
			726B 10.15	
			727B 10.15	
			728B 10.15	
			729B 10.15	
			730B 10.15	
			731B 10.15	
			732B 10.15	
			733B 10.15	
			734B 10.15	
			735B 10.15	
			736B 10.15	
			737B 10.15	
			738B 10.15	
			739B 10.15	
			740B 10.15	
			741B 10.15	
			742B 10.15	
			743B 10.15	
			744B 10.15	
			745B 10.15	
			746B 10.15	
			747B 10.15	
			748B 10.15	
			749B 10.15	
			750B 10.15	
			751B 10.15	
			752B 10.15	
			753B 10.15	
			754B 10.15	
			755B 10.15	
			756B 10.15	
			757B 10.15	
			758B 10.15	
			759B 10.15	
			760B 10.15	
			761B 10.15	
			762B 10.15	
			763B 10.15	
			764B 10.15	
			765B 10.15	
			766B 10.15	
			767B 10.15	
			768B 10.15	
			769B 10.15	
			770B 10.15	
			771B 10.15	
			772B 10.15	
			773B 10.15	
			774B 10.15	
			775B 10.15	
			776B 10.15	
			777B 10.15	
			778B 10.15	
			779B 10.15	
			780B 10.15	
			781B 10.15	
			782B 10.15	
			783B 10.15	
			784B 10.15	
			785B 10.15	
			786B 10.15	
			787B 10.15	
			788B 10.15	
			789B 10.15	
			790B 10.15	
			791B 10.15	
			792B 10.15	
			793B 10.15	
			794B 10.15	
			795B 10.15	
			796B 10.15	
			797B 10.15	
			798B 10.15	
			799B 10.15	
			800B 10.15	

## C-Mos / TTL

MOS	LS	74F	
4000	0.31	00	0.33
4001	0.29	01	0.33
4002	0.29	02	0.33
4003	0.29	03	0.33
4006	0.52	03	0.29
4007	0.29	04	0.26
4008	0.60	05	0.29
4009	0.37	06	0.70
4010	0.37	07	0.70
4011	0.27	08	0.29
4012	0.29	09	0.29
4013	0.35	10	0.32
4014	0.59	11	0.37
4015	0.57	12	0.29
4016	0.37	13	0.31
4017	0.48	14	0.37
4018	0.54	15	0.29
4019	0.37	20	0.29
4020	0.56	21	0.29
4021	0.61	22	0.29
4022	0.58	24	2.00
4023	0.29	27	0.29
4024	0.52	28	0.29
4025	0.29	30	0.29
4026	0.91	31	1.65
4027	0.38	32	0.29
4028	0.56	33	0.34
4029	0.55	37	0.29
4030	0.36	38	0.29
4031	0.91	40	0.29
4032	0.69	42	0.52
4033	0.79	43	0.63
4034	2.00	44	0.63
4035	0.59	47	0.86
4038	0.68	48	0.94
4040	0.60	49	1.30
4041	0.53	51	0.29
4042	0.49	54	0.29
4043	0.52	55	0.29
4044	0.54	73	0.55
4045	1.20	74	0.28
4046	0.69	75	0.34
4047	0.59	76	0.57
4048	0.58	78	0.55
4049	0.40	83	0.53
4050	0.40	85	0.67
4051	0.53	86	0.36
4052	0.53	90	0.51
4053	0.51	91	0.78
4054	0.74	92	0.61
4055	0.64	93	0.35
4056	0.93	95	0.51
4059	6.25	96	0.63
4060	0.59	107	0.42
4063	0.61	109	0.36
4066	0.37	112	0.36
4067	2.55	113	0.36
4068	0.29	114	0.44
4069	0.29	123	0.57
4070	0.29	125	0.36
4071	0.29	132	0.37
4072	0.29	138	0.42
4073	0.29	140	0.57
4075	0.29	145	1.05
4076	0.61	148	1.05
4077	0.29	151	0.54
4078	0.29	153	0.46
4081	0.29	154	1.40
4082	0.29	157	0.39
4085	0.39	161	0.69
4086	0.41	163	0.65
4089	0.79	174	0.52
4093	0.35	166	0.63
4094	0.62	174	0.52
4095	0.77	175	0.46
4096	0.79	190	0.53
4097	2.55	191	0.48
4098	0.60	192	0.55
4099	0.72	193	0.53
4104	1.00	194	0.47
4105	1.00	196	0.51
4493	0.34	721	0.84
4501	0.62	240	0.64
4502	0.59	241	0.64
4503	0.59	244	0.66
4505	3.70	245	0.58
4506	2.20	247	0.87
4508	2.40	266	0.31
4510	0.65	273	0.64
4511	0.69	279	0.49
4512	0.58	283	0.50
4513	1.55	367	0.38
4514	1.80	373	0.65
4515	1.90	374	0.57
4516	0.69	390	0.53
4517	1.20	393	0.46
4518	0.56	541	0.83
4519	0.69	641	1.25
4520	0.56	688	2.75
4521	1.25		
4522	1.00		
4526	0.80		
4527	0.80		
4528	0.86		
4530	1.40	00	0.55
4531	1.00	01	0.92
4532	0.71	02	0.55
4534	5.35	03	0.93
4536	1.35	04	0.55
4538	0.64	05	0.63
4539	0.95	08	0.57
4541	0.63	10	0.38
4543	1.00	20	0.55
4553	2.65	32	0.55
4555	0.61	74	0.84
4556	0.61	175	1.10
4557	2.50	193	1.35
4560	1.45	244	1.25
4572	0.52	245	1.25
4574	0.54	371	1.35
4582	0.65	374	1.65
40098	1.05	541	1.85
40106	0.46	573	1.70
40109	0.80	574	1.70

REICHEL

ELEKTRONIK

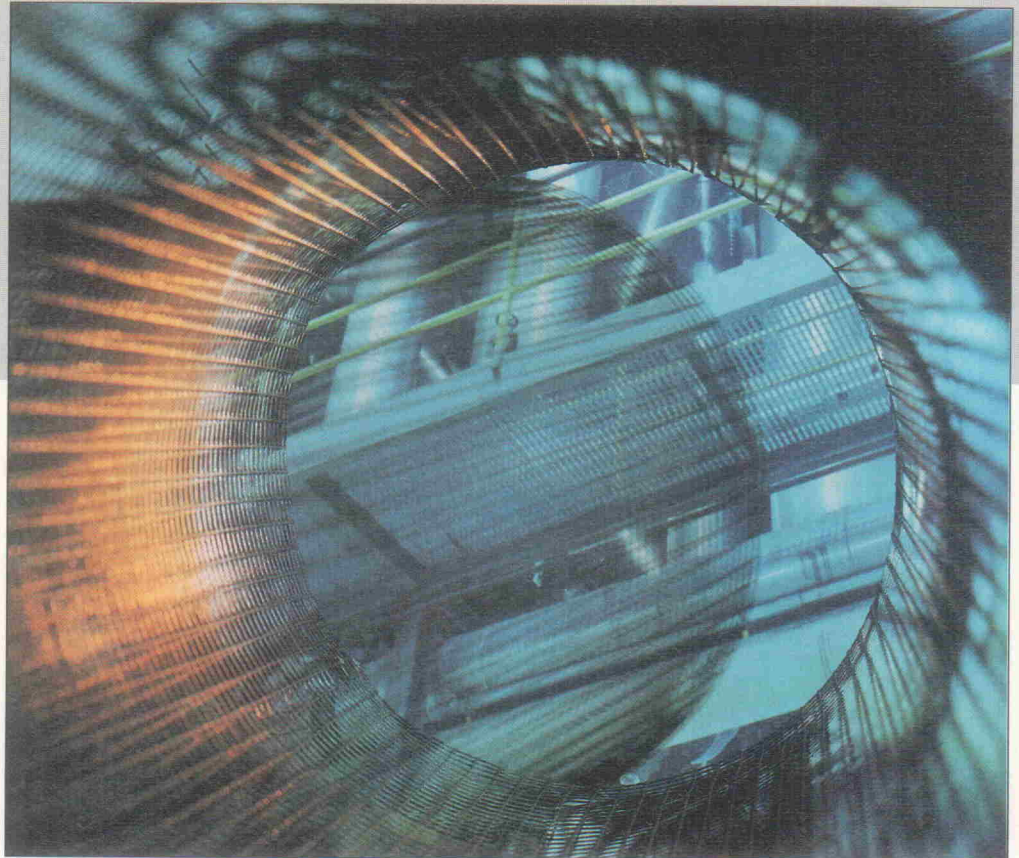


# Feldbussysteme

## Teil 1: Grundlagen der offenen Kommunikation

**Matthias Arnold**

Die Lage auf dem Markt der Feldbussysteme ist verwirrend. Der potentielle Anwender steht ratlos vor dem unübersichtlichen Angebot und wird durch die in den Fachmedien und auf Kongressen heftig geführte 'Feldbusdiskussion', die nicht immer ganz frei von Polemik ist, eher verunsichert, als bei der Lösung seiner Problemstellungen unterstützt. Die Situation wird durchsichtiger, wenn man sich die im vorliegenden ersten Teil des Beitrags beschriebenen Aufgaben und die daraus resultierenden Anforderungen, die ein Feldbus im unternehmensweiten Informationsverbund erfüllen muß, vor Augen führt. Teil 2 wird sich dann mit den realisierten Systemen beschäftigen.

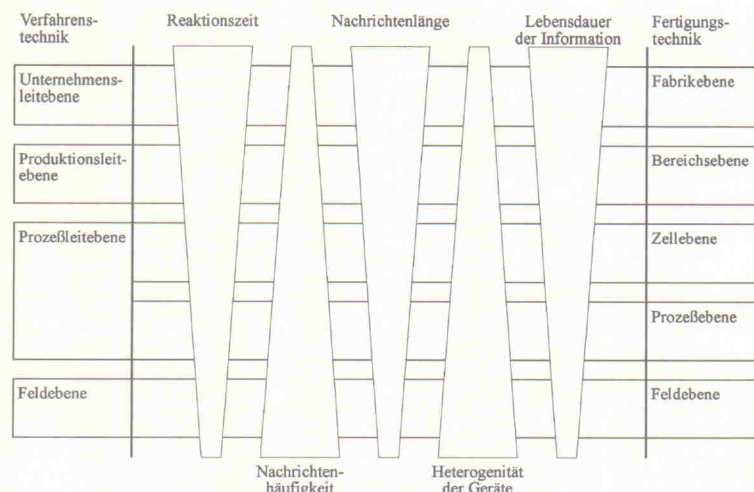


Information ist neben den klassischen Produktionsfaktoren wie Energie, Rohstoff, Arbeitskraft et cetera nicht nur zu einem zusätzlichen, sondern wahrscheinlich zum wichtigsten Faktor geworden. CIM (Computer Integrated Manufacturing) und CIP (Computer In-

tegrated Processing) sind heute nicht mehr nur Schlagworte. Anforderungen der Gesellschaft wie geschärftes Umweltbewußtsein, Forderungen des Marktes nach besserer Produktqualität, hoher Lieferbereitschaft sowie die Forderung nach wirtschaftlicher Unterneh-

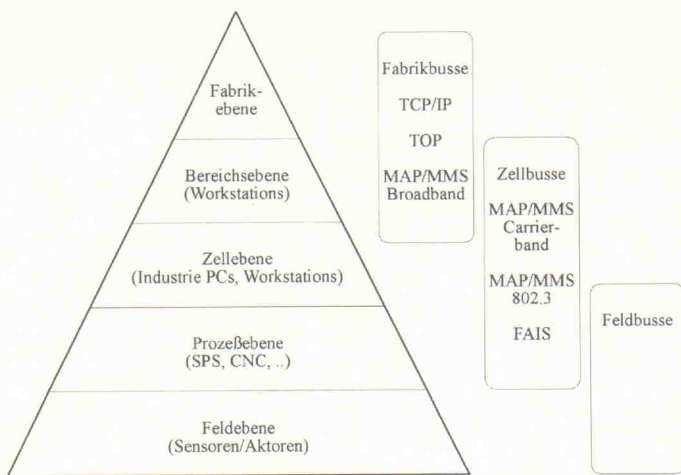
mensführung und geringen Entwicklungszeiten (Time to Market) machen eine unternehmensweite Informationsintegration erforderlich.

Die zur Informationsübertragung eingesetzten Kommunikationssysteme nehmen hierbei



**Bild 1.** Kommunikationsanforderungen in den Ebenen der Automatisierung.





**Bild 2. Die Automatisierungspyramide und ihre Kommunikationssysteme.**

eine Schlüsselrolle ein. Je nach Einsatzbereich werden die zu übertragenden Informationen von sehr unterschiedlicher Art und Weise und dementsprechend die Anforderungen an das Kommunikationssystem sehr gegensätzlich sein (Bild 1). Im Sekretariat des Unternehmensvorstands beispielsweise werden alle paar Tage bunte Präsentationsgrafiken mit den aktuellen Umsatzsteigerungen (-einbußen) erstellt und die entsprechenden, megabyte-schweren Grafikdateien durch das Büronetzwerk geschickt. Das eingesetzte Kommunikationssystem muß sporadisch Nachrichten einer großen Länge übertragen. Betrachtet man im Gegensatz dazu die Informationsübertragung innerhalb einer CNC-Maschine, so zeigt sich, daß die Anforderungen an das Kommunikationssystem hier von ganz anderer Natur sind: Zur Lageregelung einer Bearbeitungssache müssen im Submillisekundenbereich die aktuellen Positionsdaten vom Sensor zum regelnden µ-Prozessor und von diesem das Stellsignal zum Antrieb übertragen werden. Die Nutzdatenlänge beträgt lediglich einige Bytes, und die Nachrichtenhäufigkeit kann bis zu einigen tausend Nachrichten pro Sekunde betragen.

## Kommunikationssysteme

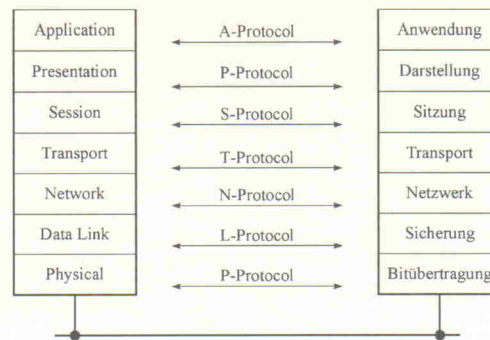
Diese unterschiedlichen Anforderungen können natürlich nicht von ein und demselben Kommunikationssystem erfüllt werden. Eine mögliche Einteilung der eingesetzten Kommunikationssysteme in verschiedene Klassen zeigt Bild 2. Hierbei treten große Überlappungen zwischen den einzelnen Bereichen auf, das

heißt, die Einteilung bietet nur einen groben Anhaltspunkt.

Fabrikbusse dienen zur Vernetzung verschiedener Fertigungseinrichtungen beziehungsweise Produktionsanlagen. Je nach Ausrichtung werden in diesem Bereich Kommunikationssysteme aus der Workstation-Welt wie TCP/IP, Büronetzwerke (PC-LANs) oder auch MAP-Breitbandsysteme (Manufacturing Automation Protocol) eingesetzt. Mit Hilfe von Zellbussen werden die verschiedenen Operationen innerhalb einer Produktionszelle beziehungsweise -einrichtung koordiniert. Die hier eingesetzten Netzwerke müssen die gestellten Echtzeitanforderungen erfüllen können. Bei den Kommunikationsprotokollen hat sich die Verwendung von MMS (Manufacturing Message Specification, siehe Kasten S. 59/60) herauskristallisiert.

## Durch 7 Schichten muß du gehn ...

Grundlage jedes offenen Kommunikationssystems ist heutzutage das durch die Norm ISO 7498 beschriebene ISO/OSI-Referenzmodell (OSI, Open Systems Interconnection). Das Referenzmodell strukturiert Kommunikationssysteme durch die Unterteilung in Schichten, denen Teilaufgaben von Kommunikationsfunktionen zugeordnet sind. Diese hierarchische Aufteilung erhöht die Übersichtlichkeit und verteilt die Komplexität auf die einzelnen Schichten (Bild 3). Die Teilschichten (genauer genommen handelt es sich um die Instanzen beziehungsweise Entities in den jeweiligen Teilschichten) der verschiedenen



**Bild 3. Die sieben Schichten des ISO/OSI-Referenzmodells.**

Teilnehmer kommunizieren untereinander über sogenannte Schichtprotokolle, das heißt, die Anwendungsschichten kommunizieren zum Beispiel auf Grundlage des A-Protokolls. Die dabei ausgetauschten Daten sind in Protokolldateneinheiten (PDU, Protocol Data Unit) enthalten. Wie in Bild 3 gezeigt, besteht jedoch keine direkte Verbindung zwischen beispielsweise den Anwendungsschichten der beiden Teilnehmer. Eine Schicht benutzt vielmehr die Dienste (Service) der darunterliegenden Schichten, um die Kommunikation durchzuführen.

Im ISO/OSI-Referenzmodell werden insgesamt sieben Schichten festgelegt und deren Funktionalität beschrieben (siehe Bild 3):

**Schicht 1:** Bitübertragungsschicht (Physical Layer).

Diese Schicht sorgt für die transparente Übertragung von Bits über das physikalische Medium in der Reihenfolge, wie sie von der Sicherungsschicht (Schicht 2) übergeben werden. Hier sind die elektrischen und mechanischen Eigenschaften sowie die Übertragungsarten festgelegt.

**Schicht 2:** Sicherungsschicht (Data Link Layer).

Dieser Layer hat die Aufgabe, die Übertragung von Bit-Strings zwischen zwei Systemen sicherzustellen. Hierzu gehört die Erkennung und Behebung beziehungsweise Weitermeldung von Übertragungsfehlern sowie die Flußkontrolle. In lokalen Netzen sorgt die Sicherungsschicht zusätzlich für den exklusiven Zugriff zum Übertragungsmedium. Dazu wird die Schicht in zwei Teilschichten, Medium Access Control (MAC) und Logical Link Control (LLC), unterteilt, die auch Schicht 2a beziehungsweise Schicht 2b genannt werden. Die bekanntesten Normen für die in der MAC-Teilschicht angewandten Medienzugriffsverfahren sind:

IEEE 802.3 (Ethernet, CSMA/CD),

IEEE 802.4 (Token Bus),

IEEE 802.5 (Token Ring).

Für die LLC-Teilschicht wendet man meistens die Norm IEEE 802.2 an. Aufgrund der besonderen Echtzeitanforderungen, die an Feldbussysteme gestellt werden, kommen bei diesen teilweise stark modifizierte Zugriffsverfahren zum Einsatz.

**Schicht 3:** Netzwerkschicht (Network Layer).

Diese Schicht befaßt sich mit der Vermittlung von Daten zwischen den Endsystemen. Als Endsysteme sind der Sender und Empfänger einer Nachricht anzusehen, deren Weg unter Umständen über mehrere Transitsysteme führt. Dazu ist von der Netzwerkschicht eine Wegewahl (Routing) durchzuführen.

**Schicht 4:** Transportschicht (Transport Layer).

Die Transportschicht hat die Aufgabe, dem Benutzer eine zuverlässige Ende-zu-Ende-Verbindung zur Verfügung zu stellen. Die angebotenen Dienste beinhalten den Aufbau einer Transportverbindung, die Datenübertragung sowie den Verbindungsabbau. Dabei kann der Dienstbenutzer im allgemeinen eine bestimmte Dienstgüte (QoS, Quality of Service) verlangen. Güteparameter sind beispielsweise die Übertragungsgeschwindigkeit und die Restfehlerrate.

**Schicht 5:** Sitzungsschicht (Session Layer).

Die Hauptaufgabe der Sitzungsschicht ist die Synchronisation von Kommunikationsbeziehungen. Dafür stehen logische Token bereit. Darüber hinaus können mit den Diensten der Sitzungsschicht innerhalb einer längeren Übertragung Synchronisationspunkte gesetzt werden,



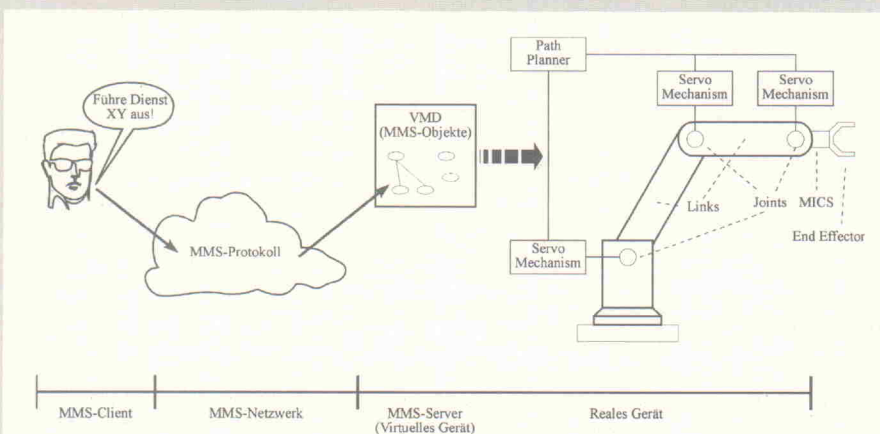
# Manufacturing Message Specification (MMS)

„Mit MMS sind international standardisierte und allgemein akzeptierte Funktionen der Schicht 7 des ISO/OSI-Referenzmodells definiert, die bei der zunehmenden Vernetzung industrieller Automatisierungssysteme eine geeignete, allgemein anerkannte und abgesicherte Basis bieten, um das 'Kommunikationschaos' in der industriellen Kommunikation zu vermeiden beziehungsweise zu reduzieren und die Interoperabilität der Automatisierungskomponenten verschiedener Produktfamilien, Generationen und Komplexität zu ermöglichen.“

Dieses Zitat aus [1] zeigt die Bedeutung, welche heutzutage MMS bei der Kommunikation in der Automatisierung zukommt. Auch die Trends bei der Feldbusentwicklung bestätigen diese Einschätzung: die Anwendungsschicht (Schicht 7) der Feldbussysteme PROFIBUS, FICIM, ISA SP50 oder IEC SC65C/WG6 ist nah an MMS angelehnt. Für die Feldbusse CAN, DIN-Meßbus und InterBus-S sind entsprechende Anwendungsschichten optional vorgesehen. Gateways zu übergeordneten MMS-Netzen für viele Feldbussysteme sind in Entwicklung oder bereits verfügbar (P-Net, Bitbus, Profibus etc.).

Grundlage von MMS (ISO 9506/1, ISO 9506/2) ist ein Client-Server-Modell, das die durch das Netzwerk sichtbare Struktur und das Verhalten einer Automatisierungskomponente definiert.

Das Virtual Manufacturing Device (VMD) im MMS-Server enthält ein objektorientiertes abstraktes Modell des realen Automatisierungsgeräts wie beispielsweise den in Bild 1 gezeigten Roboter. Der reale Roboter kann für den Benutzer, den MMS-Client, einen bestimmten Dienst erbringen. Dazu kann der Benutzer über das Netzwerk mit Hilfe von MMS-Diensten auf das VMD-Objekt und diesem unterlagerte MMS-Objekte zugreifen. Typische Dienste sind beispielsweise das Lesen und Schreiben von Variablenobjekten, das Hoch- und Runterladen von Speicherbereichen (Domain-Objekte) und das Starten, Stoppen und Löschen von Programmen ('Program Invocation'-Objekte) im MMS-Server. Der Anwendungsprozeß im MMS-Server führt die Abbildung des abstrakten VMD-Modells auf die Funktionalität des realen Geräts durch. Diese Abbildung ist für den MMS-Client unsichtbar.



**Domain:** Ein Domain-Objekt stellt einen Speicherbereich dar, der Programmcode und Daten in beliebiger Kombination enthalten kann. Die zugeordneten Domain-Management-Dienste behandeln im wesentlichen das Hoch- und Runterladen des Speicherinhalts über das Netzwerk.

**Program Invocation:** Ein Program-Invocation-Objekt stellt ein ausführbares Programm dar, das aus einem oder mehreren Domain-Objekten besteht. Um den Client von Zustandsänderungen, zum Beispiel Programmbeendigung, informieren zu können, kann ein Program-Invocation-Objekt auch Event-Objekte enthalten. Die Dienste umfassen das Erzeugen, Starten, Anhalten, Wiederanlaufen, Rücksetzen und Löschen von Program-Invocation-Objekten.

Bild 1. Das MMS-Konzept.

wodurch bei einem ungewollten Verbindungsabbruch nicht der gesamte Übertragungsvorgang wiederholt, sondern ab einem bestimmten Synchronisationspunkt wieder aufgesetzt werden kann.

**Schicht 6:** Darstellungsschicht (Presentation Layer).

In der Regel sprechen verschiedene Systeme bei einem Datenaustausch zunächst unterschiedliche Sprachen. Die Darstellungsschicht übersetzt die unter-

schiedlichen Sprachen der Kommunikationsteilnehmer in eine einheitliche Sprache mit einer abstrakten Syntax. In den meisten Fällen wird hierzu die in ISO 8824 definierte Abstract Syntax Notation One (ASN.1) und die dazugehörigen Basic Encoding Rules (BER) eingesetzt.

**Schicht 7:** Anwendungsschicht (Application Layer).

Die Anwendungsschicht umfaßt die anwendungsspezifischen

## Virtual Manufacturing Device (VMD)

Der typische Aufbau eines VMD läßt sich am Beispiel des gezeigten Roboters erläutern. Dabei wird der Companion Standard für Roboter (ISO 9506/3, siehe Listing 1) zugrunde gelegt. Neben anderen Objekten enthält das Roboter-VMD für jeden Roboterarm ein Domain-Objekt und ein zugeordnetes Program-Invocation-Objekt. Während die dem Domain-Objekt untergeordneten Variablenobjekte die Eigenschaften des Roboterarms, wie beispielsweise Kalibrierungsstatus, Anzahl und Zustand der Gelenke und deren Servoantriebe et cetera beschreibt stellt das Program-Invocation-Objekt die grundlegenden Funktionen zur Ansteuerung des Roboterarms zur Verfügung. Den Aufbau des Domain-Objekts für den Roboterarm zeigt Listing 1.

Die Domain-Beschreibung ähnelt einer hierarchischen Strukturdeklaration (z. B. Record-Deklaration in Pascal) einer höheren Programmiersprache. In diesem speziellen Fall enthält das Domain-Objekt nur Variablenobjekte. Im allgemeinen Fall kann es Objekte der verschiedensten MMS-Objektklassen enthalten. Interessanterweise läßt MMS zur Typstrukturierung Listen beliebiger Länge (siehe Listing 1, Zeile 8) und bedingte Deklarationen (Constraint, siehe Listing 1, Zeile 12), die den Varianten-Records in Pascal entsprechen, zu.

## MMS-Objekte und -Dienste

MMS-Objekte stellen standardisierte Grundbausteine zur abstrakten Modellierung realer Geräte und Systeme dar. MMS definiert 17 Objektklassen und 11 Dienstkategorien, mit denen die Objekte manipuliert werden können. Die wichtigsten Objekte und die Dienste, die auf sie angewendet werden können, sollen im folgenden kurz dargestellt werden:

**VMD:** Das VMD enthält alle anderen Objekte und repräsentiert damit die vom Client aus sichtbare Funktionalität eines Servers. Mit Hilfe der VMD-Support-Dienste kann ein Benutzer die Eigenschaften eines VMD, insbesondere auch die Struktur der im VMD enthaltenen Objekte, ermitteln.

Dienste der verschiedenen Kommunikationsanwendungen. Da es eine Vielzahl von Anwendungen gibt, ist es besonders schwierig, zu einheitlichen Standards zu kommen. Der für die Automatisierungstechnik wichtigste Standard ist die Manufacturing Message Specification (MMS, siehe Kasten), welche die Dienste und Protokolle der MAP-Anwendungsschicht (MAP, Manufacturing Automation Protocol) beschreibt. Moderne Feldbussysteme orientieren sich beim Design

der Anwendungsschicht sehr stark an MMS.

## Päckchenpacken theoretisiert

Das bei der Interaktion zwischen zwei Schichten des Referenzmodells angewandte Prinzip zeigt Bild 4. Die (N)-Schicht benutzt zur Erfüllung ihrer Funktionalität die Dienste der (N - 1)-Schicht. Die Schnittstelle zwischen den Schichten wird durch Dienstzugangspunkte (Service



**Semaphore:** Mit Hilfe von Semaphore-Objekten kann der mehrfache Zugriff auf Ressourcen verwaltet und Prozesse synchronisiert werden.

**Variablenobjekte:** MMS definiert mehrere Variablenobjekte. *Unnamed-Variable*-Objekte beschreiben den Zugriff auf eine reale Variable eines Anwendungsprozesses, wobei gerätespezifische Adressen verwendet werden. *Named-Variable*-Objekte beschreiben den Zugriff auf eine reale Variable, wobei vom Anwendungsprozeß definierte Bezeichner verwendet werden. Das *Scattered-Access*-Objekt ordnet einem MMS-Bezeichner eine Struktur unabhängiger MMS-Variablen zu. Die Abbildung eines MMS-Bezeichners auf eine Liste unabhängiger MMS-Variablen wird durch ein *Named-Variable-List*-Objekt vorgenommen. Mit Hilfe des *Named-Type*-Objekts wird einem Bezeichner eine MMS-Typdeklaration zugewiesen. Neben den Diensten zur Definition der genannten Variablenobjekte sind an dieser Stelle die Dienste zum Variablenzugriff zu nennen:

- Read. Mit Hilfe des bestätigten Dienstes Read kann ein Client den Inhalt einer Variablen lesen.
- Write. Durch Aufruf des bestätigten Dienstes Write kann ein Client den Inhalt einer Variablen schreiben.
- Information Report. Mit dem unbestätigten Dienst Information Report wird der Inhalt einer Variablen im Broadcast-(Rundsende-)Verfahren gesendet.

**Ereignisobjekte:** Auf Wunsch kann bei einer Zustandsänderung im VMD, wie beispielsweise der Programmbeendigung eines Program-Invocation-Objekts, mit Hilfe eines Event-Condition-Objekts eine Ereignismeldung erzeugt werden. Trifft bei einem Event-Action-Objekt eine Aktionsanforderung ein, so kann dieses einen bestimmten MMS-Dienst auslösen. Die Zuordnung von Ereignismeldung zu Aktionsanforderung wird von Event-Enrolment-Objekten vorgenommen. Diese können optional eine Ereignismeldung mittels einer Event-Notification an einen Client weiterleiten.

## Companion Standards (CS)

Die MMS-Definitionen sind sehr allgemein gehalten. Hierdurch wird eine hohe Flexibilität erreicht. Die Interoperabilität funktionell gleichartiger Geräte, die von verschiedenen Herstellern stammen, ist jedoch fraglich, da in MMS keine Anleitungen zum Design von Geräten spezieller Funktionsklassen gegeben werden. Dieser leere Raum wird von den Companion Standards gefüllt. Das Ziel der Interoperabilität soll durch folgende Definitionen innerhalb der Companion Standards erreicht werden: Standardkonfigurationen von MMS- und CS-Objekten werden angegeben und ihre Semantik in einem bestimmten Anwendungsgebiet definiert. Darüber hinaus werden auch die Bezeichner der Objekte festgelegt (z. B. gibt die VMD-Variable R\_CAL eines CS-konformen Roboters an, ob der Roboter kalibriert ist). Unter Umständen werden durch Spezialisierung neue MMS-Objektklassen definiert, zusätzliche Dienste eingeführt oder MMS-Objekte um Attribute erweitert.

Die folgende Aufstellung gibt einen Überblick über die zur Zeit in Entwicklung befindlichen beziehungsweise verfügbaren Companion Standards:

```

1  Attribute: Local control (TRUE, FALSE)
2  Attribute: Device power on (TRUE, FALSE)
3  Attribute: Device calibrated (CALIBRATED, NOTCALIBRATED,
   CALIBRATING)
4  Attribute: Number of joints - integer
5  Attribute: Base world - pose
6  Attribute: Servomechanism
7  Attribute: MICS-base - pose
8  Attribute: List of joints
9      Attribute: Joint type (REVOLUTE, PRISMATIC)
10     Attribute: Calibrated (CALIBRATED, NOTCALIBRATED,
   CALIBRATING)
11     Attribute: Joint brakes (TRUE, FALSE)
12     Constraint: Joint brakes=TRUE
13     Attribute: Brakes on (TRUE, FALSE)
14     Attribute: Upper bound - floating point
15     Attribute: Lower bound - floating point
16     Attribute: Joint servo
17     Attribute: Actual joint value - floating
   point
18     Attribute: Moving enabled (TRUE, FALSE)
19     Attribute: End effector
20     Attribute: ID number
21     Attribute: Tool descriptor
22     Attribute: Tool-MICS - pose
23     Attribute: Path planner
24     Attribute: User-base - pose
25     Attribute: Desired tool-user - pose
26     Attribute: Speed factor - floating point
27     Attribute: Programmed speed - floating point
28     Attribute: Acceleration factor - floating point
29     Attribute: Programmed acceleration - floating point

```

**Listing 1. Typische MMS-Objekte: Attribute eines Roboterarm-Domain nach ISO 9506/3.**

- Robot Message Specification, ISO 9506/3
- Numerical Control Message Specification, ISO 9506/4
- Programmable Controller Message Specification, ISO 9506/5
- Process Control Message Specification, ISO 9506/6
- Production Management Message Specification, ISO 9506/7

Die Pendants der MMS Companion Standards im Feldbusbereich sind die sogenannten Profile. Beispiele für bereits vorhandene Feldbusprofile sind:

- PROFIBUS Sensor-Aktor Profil
- PROFIBUS Antriebsprofil ProfiDrive
- InterBus-S Antriebsprofil DriveCom
- InterBus-S Winkelgeberprofil EnCom

## Literatur

- [1] Schwarz, K.: *Manufacturing Message Specification (MMS), Übersicht über die Methoden, Modelle, Objekte und Dienste, Automatisierungstechnische Praxis, atp 33 (1991) Heft 7, S. 369–378*
- [2] Valenzano, A., Demartini, C. und Ciminiera, L.: *MAP and TOP Communications, Standards and Applications, Addison-Wesley Publishing Company, Wokingham (England), Reading (Massachusetts) 1992*

Access Point, SAP) realisiert. Zur Durchführung der Dienste übergibt die (N)-Schicht eine (N)-Protokolldateneinheit (Protocol Data Unit, PDU) an die unterlagerte (N – 1)-Schicht. Für die (N – 1)-Schicht stellt die übergebene (N)-PDU eine sogenannte Dienstdateneinheit (Service Data Unit, SDU) dar, deren Inhalt sie nicht weiter interessiert. Durch Hinzufügen von Protokollsteuerinformationen (Protocol Control Information, PCI) entsteht daraus eine (N

– 1)-PDU, die wiederum an die darunterliegende Schicht weitergeleitet wird, bis die Daten dann über das physikalische Medium übertragen werden und das Partnersystem in umgekehrter Reihenfolge durchlaufen. Dabei werden die einzelnen PDUs wieder ausgepackt und nach oben weitergereicht.

Die Dienste untergliedern sich in sogenannte Dienstelemente (Services Primitives). Diese Elemente stellen auch eine Be-

schreibung für den Ablauf des Dienstes dar. Der Ablauf eines bestätigten Dienstes wird in Bild 5 dargestellt.

Betrachtet wird die Kommunikation zwischen einem Requester (Diensteanforderer) und einem Responder (Dienstbringer), die beide in der gleichen Schicht (z. B. Anwendungsschicht), jedoch in verschiedenen Kommunikationsteilnehmern lokalisiert sind. Der Service-Provider (Dienstunterstützer) stellt die

dem Requester und dem Responder unterlagerten Schichten inklusive des physikalischen Mediums dar. Der Requester initiiert den Dienst, wie beispielsweise das Lesen einer Variablen im Responder, durch eine Anforderung an seine unterlagerte Schicht mit dem Dienstelement XXX.Request (z. B. Read.Request). Dabei übergibt er, wie in Bild 4 gezeigt, eine PDU. Nach dem Durchlaufen des Übertragungssystems wird das Eintreffen der PDU dem Responder



durch das Dienstelement XXX .Indication von seiner unterlagerten Schicht angezeigt und die PDU an ihn weitergereicht. Der Kommunikationsvorgang eines unbestätigten Dienstes wäre hiermit abgeschlossen. Bei einem bestätigten Dienst antwortet der Responder, indem er eine entsprechende PDU mit Hilfe des Dienstelements XXX.Response an seine unterlagerte Schicht übergibt. Das Eintreffen dieser Rückantwort wird dem Requester von seiner unterlagerten Schicht durch das Dienstelement XXX.Confirmation bestätigt. Im folgenden noch einmal die Dienstelemente und die gebräuchlichen Abkürzungen:

Request (Req). Dienstanforderung eines Requesters.

Indication (Ind). Ein Responder wird über eine Dienstanforderung informiert.

Response (Res). Ein Responder antwortet auf eine Dienstanforderung.

Confirm (Con). Ein Requester informiert über das Ergebnis einer Dienstanforderung.

## Feldbusse

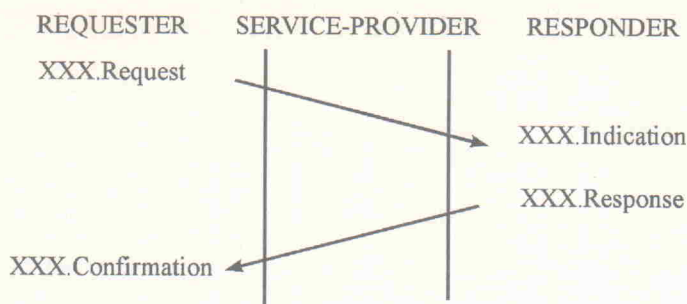
Feldbusse werden sowohl in der Prozeßebene zur Kopplung von SPSen und CNC-Maschinen untereinander als auch in der Feldebene zur Ankopplung von verschiedensten Sensoren und Aktoren an die prozeßnahen Steuerungen eingesetzt. Die Feldebene zeichnet sich insbesondere durch eine schnelle, sich periodisch wiederholende Abfolge von kurzen Nachrichten wie beispielsweise Positionswerten, Drücken, Temperaturen et cetera aus. Neben diesen zyklischen Prozeßdaten ist die Übertragung von

azyklischen Bedarfsdaten, zum Beispiel zur Einstellung des Meßbereichs eines Sensors oder zur Definition der Anfahrrampe eines elektronisch gesteuerten Antriebs, wünschenswert. Um den Gerätepreis nicht wesentlich zu erhöhen, muß die Kommunikationsanschaltung des netzwerkfähigen Feldgeräts möglichst kostengünstig ausgeführt werden. Die Kommunikation in der Prozeßebene erfordert die Übertragung von Programmen, Parametersätzen und die Synchronisation mehrerer Kommunikationsteilnehmer. Dies erfordert die Bereitstellung leistungsfähiger, MMS-ähnlicher Kommunikationsdienste (siehe Kasten MMS auf S. 59/60) und damit ein entsprechend aufwendiges Feldbussystem. Faßt man die bisher gemachten Aussagen zusammen, so zeigt sich, daß ein Feldbus ein breites Spektrum von Anforderungen erfüllen muß:

1. Hohe Echtzeitanforderungen bei der Übertragung von Prozeßdaten, das heißt kurze Reaktionszeiten.
2. Eine große Anzahl von Nachrichten mit kurzer Länge bewältigen.
3. Leistungsfähige Dienste bei der Übertragung von Bedarfsdaten anbieten. Das heißt, ein Angebot von MMS-ähnlichen Diensten, zur Parametrisierung und Wartung der Feldgeräte zur Verfügung stellen.
4. Unterschiedlichste Geräte müssen integrierbar sein.

## Anwender-Wunschliste

Zu den allgemeinen Anforderungen an ein Feldbussystem gesellen sich noch die speziellen



**Bild 5. Dienstelemente beim Ablauf eines bestätigten Dienstes XXX.**

Anforderungen der Anwender aus den verschiedenen Einsatzbereichen, wie beispielsweise:

1. Akzeptierte internationale Feldbusnorm zur Sicherung eines breiten Marktangebots.
2. Einheitliche herstellernunabhängige Anzeige- und Bedienoberflächen der Feldgeräte, damit die Feldbusanwender nicht an den Kosten zur Schulung des Wartungspersonals zugrunde gehen.
3. Eigensicherheit und Speisung über das Netzkabel.
4. Verkabelungstechnik je nach Einsatzgebiet.
5. Robustheit gegen äußere Einflüsse,
6. EM-Verträglichkeit.

## Zyklisch versus azyklisch

Die genannten Anforderungen sind nicht ohne weiteres mit ein und demselben System zu erfüllen. Dies wird zum Beispiel dann deutlich, wenn man die Eigenschaften von Prozeß- und Bedarfsdaten gegenüberstellt. Prozeßdaten sind durch ihre unmittelbare Auswirkung auf den Prozeß gekennzeichnet. Sie müssen in Echtzeit von beziehungsweise zu den Sensoren und Aktoren übertragen werden. Ihre Komplexität ist sehr gering und umfaßt im typischen Fall nur wenige Bits. Prozeßdaten fallen zyklisch an und müssen bei regelungstechnischen Anwendungen in garantiert äquidistanten Zeitabständen aktualisiert werden. Die Anforderungen an die Übertragungsgeschwindigkeit lassen sich aus den Dynamikanforderungen des Prozesses ableiten. Beachtet man zusätzlich die aktuellen Trends bei der Entwicklung der Automatisierungsgeräte, resultieren für die Prozeßdatenübertragung Abtastzyklen in der Größenordnung einiger ms, bei der Regelung von

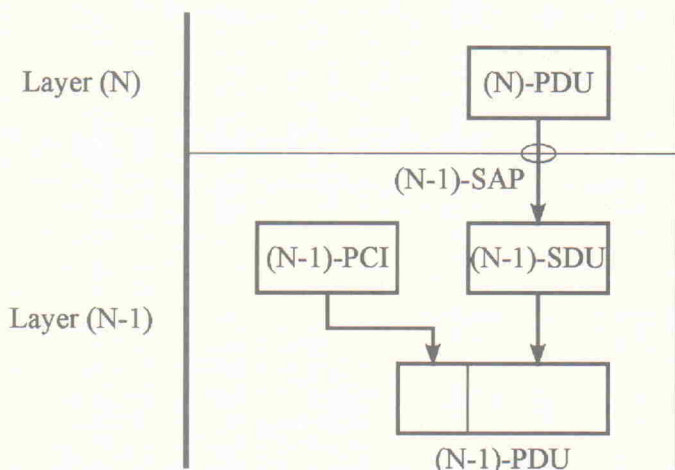
Positionierantrieben sogar im Bereich von 100 µs.

Bedarfsdaten dienen zur Parametrisierung, Diagnose et cetera von Feldgeräten. Die Komplexität eines Bedarfsdatenblocks reicht von einigen Byte bis zu einigen hundert Byte. Bedarfsdaten sind durch Einmaligkeit der Information gekennzeichnet, das heißt, sie werden azyklisch ausgetauscht. Ihre Übertragung bedarf daher besonderer Sicherungs- und Quittierungsmechanismen. Im Vergleich zu den hochdynamischen Prozeßdaten können die Zeitanforderungen im allgemeinen als relativ unkritisch angesehen werden. Sie liegen in dem Bereich von einigen 10 ms...100 ms. Aufgrund der Komplexität erfordert die Übertragung von Bedarfsdaten leistungsfähige, MMS-ähnliche Kommunikationsdienste. Die Integration dieser beiden Datenklassen in ein Feldbussystem erweist sich als schwierig und konnte in der Praxis noch nicht vollkommen zufriedenstellend gelöst werden.

Wird, wie bei LAN-Systemen üblich, ein nachrichtenorientiertes Protokoll zugrunde gelegt, so sind die bei der Übertragung von Prozeßdaten kritischen Echtzeitanforderungen kaum zu erfüllen. Feldbussysteme, die zur Übertragung von zyklischen Prozeßdaten besonders geeignet sind, die sogenannten Sensor-/Aktorbusse, weisen typischerweise eine Monomaster-Struktur auf und bieten daher für manche Einsatzbereiche keine ausreichende Flexibilität. Im Endeffekt muß der Anwender den für seinen Einsatzfall am besten geeigneten Feldbus auswählen. hr

## Literatur

- [1] Tanenbaum, A. S.: *Computer-Netzwerke*, 2. Aufl. 1990  
Wolfram's Fachverlag



**Bild 4. Die Schnittstelle zwischen zwei Schichten des Referenzmodells.**

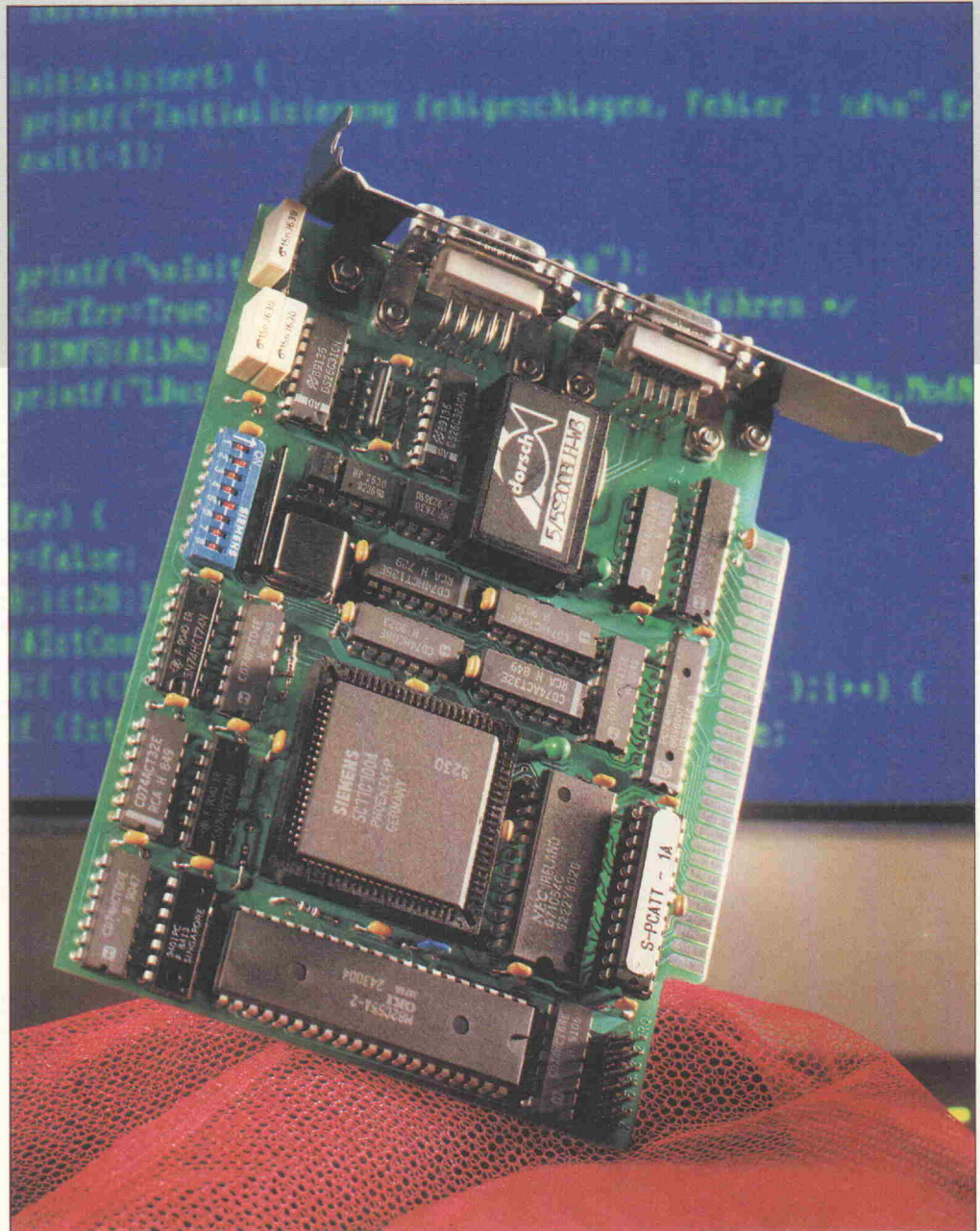


# InterBus-S-Chauffeur

## PC-Karte als InterBus-S-Master/Slave

**Ernst Ahlers  
Peter Stange**

Ein Ziel industrieller Vernetzung ist, der Kupfermassen, die in vieladrigen Stammkabeln in der Anlage 'begraben' liegen, Herr zu werden. Der InterBus-S ist als Sensor/Aktor-Bus in der Lage, auf einer fünfadrigen Leitung bis zu 4000 binäre Signale in einem Zyklus zu übertragen. Die vorliegende Karte macht einen PC zum steuernden Kopf des Prozesses.



**N**eben der Einsparung von Rohkupfer und Verkabelungsaufwand in Form von Rangier- und Unterverteilern ergibt sich als weiterer Vorteil, daß Erweiterungen der Anlage um einzelne Geber oder Stellglieder leichter fallen. Sie treten jetzt hauptsächlich in der Software und somit an zentraler Stelle auf. Ebenso vermindert sich der Projektierungs- und Inbetriebnahmebedarf an der Schnittstel-

le von Teilanlagen verschiedener Hersteller. Die bisher nötige Schaffung eines definierten Signalaustausches – in Form von potentialfreien Kontakten oder Standard-Analogsignalen – fällt mit einer InterBus-S-Schnittstelle erheblich einfacher aus.

Ein funktionsfähiges InterBus-S-System besteht aus einem Busmaster und mindestens einem Slave-Modul. Jedes

Modul birgt ein internes Register, das je nach anfallender Datenmenge typischerweise eine Länge von ein bis vier Worten zu 16 Bit umfaßt. Dieses Register enthält die Ein- und/oder Ausgangsdaten des Moduls, die es über den Bus sendet oder empfängt. Alle Module sind über das Buskabel seriell miteinander verbunden, so daß ihre einzelnen Register zusammengekommen ein großes Schiebe-



## Register

Rel. Adresse	Master-Modus	Slave-Modus
0	SUPI 4	SUPI 0
1	SUPI 5	SUPI 1
2	SUPI 6	SUPI 2
3	SUPI 7	SUPI 3
4	Timer 0	SUPI 4
5	Timer 1	SUPI 5
6	Timer 2	SUPI 6
7	Timer 3	SUPI 7
8	Parallel-Port 0	SUPI 8
9	Parallel-Port 1	reserviert
10	Parallel-Port 2	SUPI 10
11	Parallel-Port 3	SUPI 11
12	PISO	SUPI 12
13	PISO	SUPI 13
14	PISO	SUPI 14
15	PISO	SUPI 15

register bilden. Im Buskabel ist neben dem Hinweg vom Master zu den Slaves auch der Rückweg vom letzten Slave zum Master enthalten, so daß die Gesamtstruktur ein Ring ist,

auch wenn man dies von außen nicht erkennt. Der Master quasi als Quelle des Bus hat nur eine Busschnittstelle; hier ist dies X2, X1 bleibt unbelegt. Die Slaves weisen jedoch zwei auf: X1

## DIPisches

Mit Hilfe des DIP-Schalters S1 legt man die Betriebsart und die Basisadresse der Karte fest. Im 1 K großen I/O-Adreßraum des PC kann sie zwischen 000H und 3F0H in 16er-Schritten mit Ausnahme schon belegter Bereiche überall liegen. Bei einem AT finden sich entsprechende Lücken zum Beispiel von 100H bis 1EFH, 210H bis 26FH oder 300H bis 35FH. Hier sind Dinge wie Prototypen-Karten vorgesehen, daher dürften diese Adreßblöcke in den meisten Fällen frei sein. Sollten außer dieser Karte noch andere Erweiterungen im PC stecken (z. B. Fax-, Netzwerk- oder besondere Videokarten) zieht man deren Handbücher heran, um von ihnen belegte Ports sicher herauszufinden. Als Standard für die InterBus-S-Karte kann zunächst die Adresse 100H dienen.

Vor Installation der Karte bietet sich eine Überprüfung mit Hilfe des Programms Ports an. Man ruft es mit der gewünschten Adresse (in hex) als Parameter auf. Es zeigt daraufhin ab dort die aktuellen Inhalte der folgenden 256 Port-Bytes bis zu einem Tastendruck fortlaufend an. Bei Ports, die wahrscheinlich frei sind, zeigt sich der Wert FF, bei anderen sich wechselnde Hex-Zahlen. Allerdings kann man so Ports, die nur schreibend angesprochen werden, nicht erkennen. Das Programm Ports liegt auf der mit Platine, SUP1 und PAL ausgelieferten Treiber-Disk (Teilbausatz ca. 300 Mark) oder in der ELRAD-Mailbox (05 11-5 47 47 73, 9600 bps, 8N1, MNP 5) bereit.

In einem als frei ermittelten Bereich stellt man mit den Schaltern 1.1 bis 1.6 (entsprechend A9 bis A4) auf dem DIP-Block S1 die Basisadresse ein. Dabei entspricht ein geschlossener Schalter (Stellung ON) dem Zustand 1 des korrespondierenden Adreßbits. Soll die Karte beispielsweise auf die Basisadresse 100H reagieren, ist Schalter 1.2 auf ON und alle anderen auf OFF zu setzen. Sie belegt dann insgesamt 16 Ports von 100H bis 10FH.

Der Schalter 1.8 entscheidet darüber, ob der PC als 'Kopf' des Bus arbeitet (Stellung OFF = Master-Modus, Schalter 1.7 muß dann ebenfalls OFF sein). Im anderen Fall nimmt der PC als Quasi-I/O-Knoten am InterBus-S teil (Schalter 1.8 = ON). Dabei legt der Schalter 1.7 fest, ob der SUP1 ein (OFF) oder zwei (ON) Datenworte überträgt.

für das vom Master oder vorigen Slave ankommende Kabel und X2 für das abgehende Kabel zum nächsten Slave. Dazwischen nehmen sie eine Signalauffrischung (Repeater-Funktion) vor.

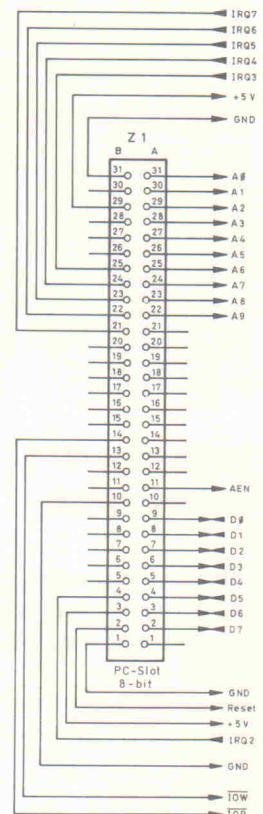
Die hier vorgestellte Einsteckkarte für PC/XT- und AT-Rechner ist als Fernbus-Teilnehmer am InterBus-S mit 500 kbit/s und Master/Slave-Funktionalität ausgelegt und ermöglicht Software-Entwicklung, Inbetriebnahme und laufenden Betrieb von InterBus-S-Netzen. Ihre Schaltung gliedert sich in die Funktionen PC-Bus-Zugriff und Betriebsartsteuerung (IC4, 5, 9, 12), Erzeugung des 8-Leiter-Protokolls (IC6, 7, 8, 11, 21), Umsetzung in das 2-Leiter-Protokoll (IC1) und Leitungstreiber (IC23, 24). Optional sorgen Optokoppler (IC2, 3, 10) und ein DC/DC-Wandler (U1) für eine galvanische Trennung von PC und Bus.

## Nach drinnen

In Richtung CPU des PC bildet ein 8-Bit-Slot die Schnittstelle. Ein PAL vom Typ C22V10 (IC5), ein 8-Bit-Vergleicher 74HCT688 (IC4) und ein 4-aus-2-Dekodierer 74HCT139 (IC9) entscheiden, ob Register des SUP1 (IC1), des Timer/Counter-Chips (IC6), des Parallel-Port-Bausteins (IC5) oder des Parallel-Seriell-Wandlers (IC11) am PC-Bus liegen. Außerdem sorgt das PAL für eine Synchronisierung der PC-I/O-Signale /IOW, /IOR und der karteninternen Signale /RD, /WR. Nebenbei besorgt es eine Registerumsetzung, je nachdem, ob die Schaltung in den Master- oder Slave-Modus gesetzt ist (siehe Registertabelle).

Mit Hilfe der Peripherie-Chips 82C54 (IC6) und 82C55 (IC7) – hier unbedingt als CMOS-Typen einzusetzen – und zweier Schieberegister 74HCT164/165 (IC21,11) erzeugt die Schaltung die für das 8-Leiterprotokoll nötigen Signale DO/8 bis DI/8 (siehe Schaltplan, Teil 1). Diese Signale sind hier nicht als Bus herausgeführt, da die Karte ausschließlich als Fernbusteilnehmer konzipiert ist.

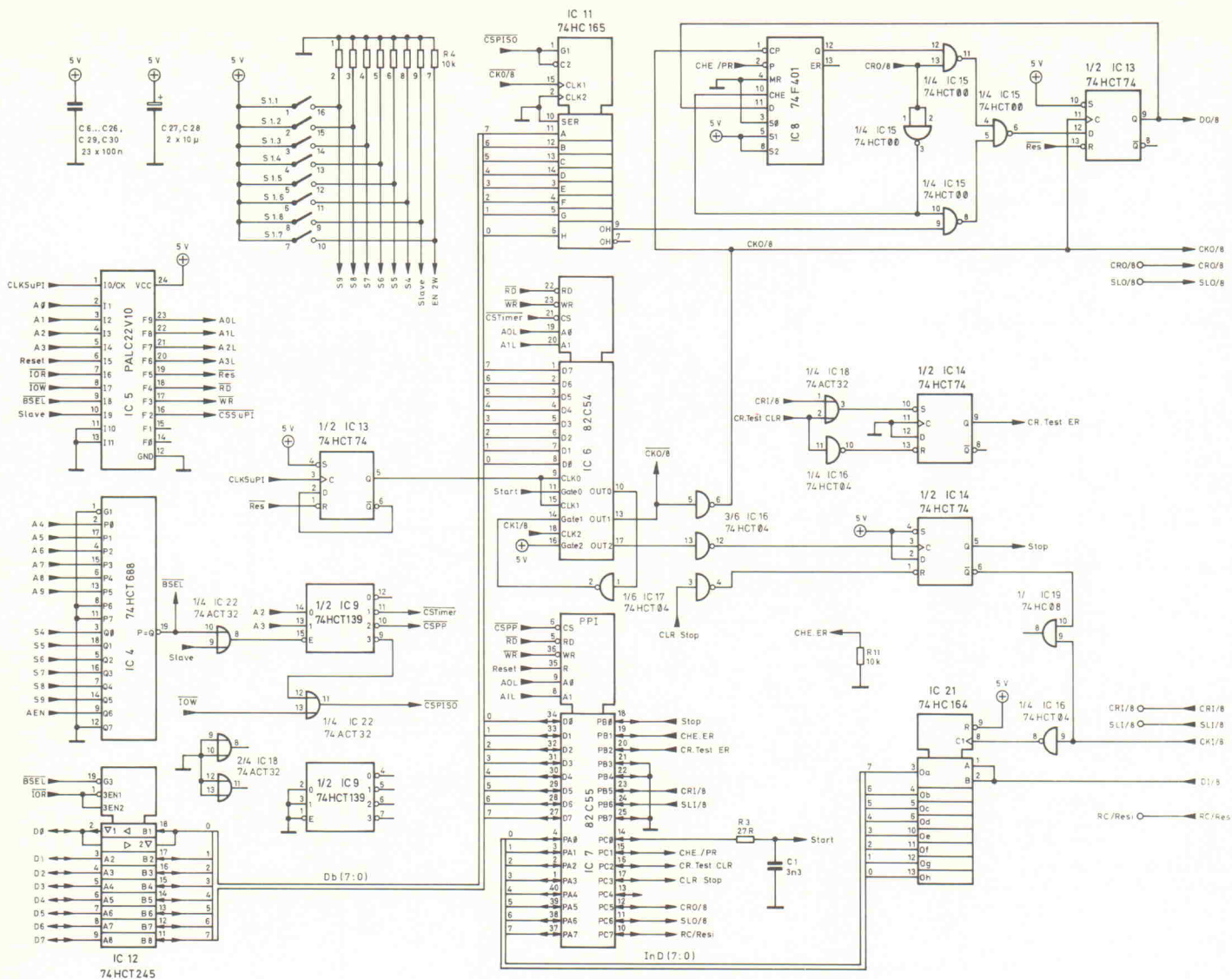
Zentraler Bestandteil der Karte ist der InterBus-S-Protokollchip SUP1-I (IC1) von Phoenix. In dieser Schaltung arbeitet er entweder im Master-Modus als



ter-Protokoll oder im Slave-Modus als reiner 2-Leiter-Fernbusteilnehmer. Dazu schalten die Bustreiber in IC20 zwei Ein- und Ausgänge des SUP1 entweder auf die 8-Leiter-Datensignale DI/8 und DO/8 (Master) oder auf die ankommenden Fernbussignale (Slave).

Ein großer Teil der SUP1-Pins ist mit festen Pegeln beschaltet (Schaltplan, Teil 2). Den für Quarzbeschaltung vorgesehenen internen Taktgenerator ersetzt hier ein externer TTL-Oszillator, da das Taktsignal auch noch zur Zugriffssynchronisation durch das PAL und zur Erzeugung des 8-Leiter-Taktes dient. Mit den Pins C0...C2, ID8...12, KM0 und KM1 ist die Betriebsart des Bausteins festgelegt. Dabei entscheidet der Pegel an C2, ob im Slave-Betrieb ein oder zwei Datenworte über den Bus geschickt werden. An ID0 bis ID7 stellt man einen Identifikationscode ein, den der





Busmaster abfragt. Hier sind sie so beschaltet, daß der SUPi im Slave-Modus den Code 2BH (= 43 dez.) ausgibt. Bei Betrieb als Master liegt hier der Code 00H an, dieser ist für eine im Master integrierte Busklemme reserviert.

## Nach draußen

Die Bussignale gelangen nach der optionalen Potentialtrennung auf die Sende- beziehungsweise Empfangsbausteine IC23 und IC24. Hier erfolgt die Umsetzung zwischen asymmetrischen CMOS-Pegeln und symmetrischen RS-422-Signalen. Die Widerstände R9 und R10 stellen für den ankommenden Bus einen Abschluß mit der Leitungsimpedanz dar, um Reflexionen und Verschleifungen zu vermindern. Die Schnittstelle X2 bietet zusätzlich eine Erkennung, ob das abgehende Kabel gesteckt ist (Pins 5 und 9). Da-

durch kann der PC während der Initialisierungsphase feststellen, ob ein Bus an die Schnittstelle angehängt ist.

## Getrennt verbunden

Bevor man die Platine in der üblichen Reihenfolge – erst Brücken und Widerstände, dann 'höheres' – bestückt, sollte man ein paar Gedanken an die zukünftigen Einsatzgebiete der Karte verwenden.

Setzt man sie in einem Bus mit geringer räumlicher Ausdehnung und ohne Gegenwart elektrischer Großverbraucher ein, so muß man nicht mit hohen Potentialunterschieden zwischen PC-Masse und Busmasse rechnen. In diesem Fall kann man auf die Potentialtrennung verzichten und läßt bei der Bestückung den DC/DC-Wandler U1 sowie die Optokoppler IC2, IC3 und IC10 weg. Damit trotzdem die Bus-

signale zur Auswertung gelangen, setzt man für diese Bauteile die im Schaltplan gestrichelt angedeuteten Brücken J1 bis J3 und J5 bis J8 ein.

Man muß aber beachten, daß in diesem Fall Störspannungen, die in einer Entwicklungsumgebung – Labor, Prüffeld oder Inbetriebsetzung – leicht auftreten, direkt auf das PC-Innere durchschlagen und dort, je nach Höhe, Verheerendes anrichten können. Bereits 24 V sind in der Lage, ein IC in Millisekunden zu zerstören, getreu Murphy entsteht dabei dann auch prompt der größtmögliche Schaden. Dieser ist bei Einsatz der Optokoppler auf die RS-422-Treiber begrenzt. Man sollte also den geringen Mehrpreis in Kauf nehmen und die sicherheitsspendenden Bauteile einsetzen. Schließlich kostet selbst eine kleine 20-MB-Festplatte immer noch ein Vielfaches der Bauteile, vom Wert der auf ihr

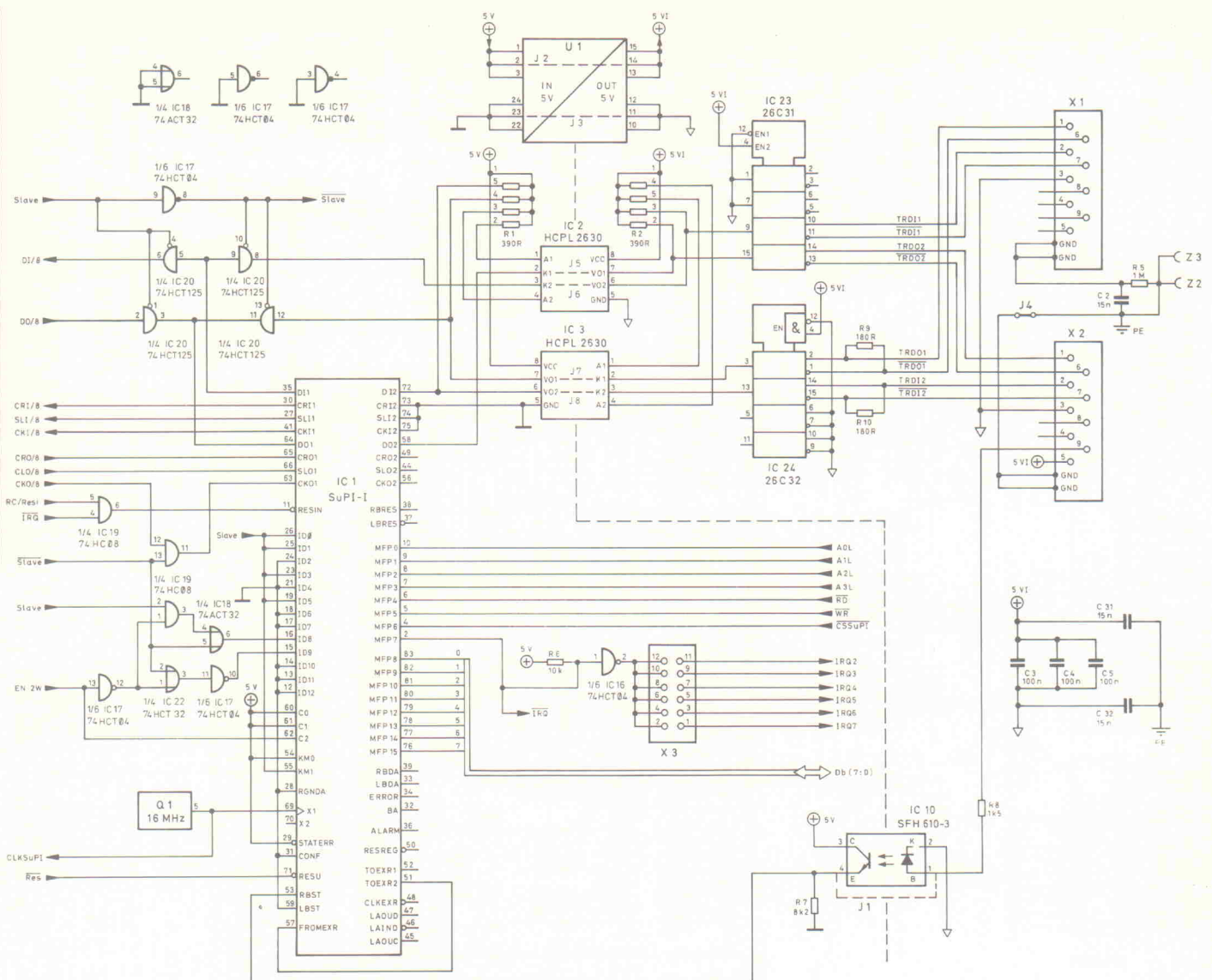
Vom PC-Slot bis zum 8-Leiter-Protokoll finden nur 'gewöhnliche' Bauteile Einsatz.

gespeicherten Software-Quellentexte ganz zu schweigen.

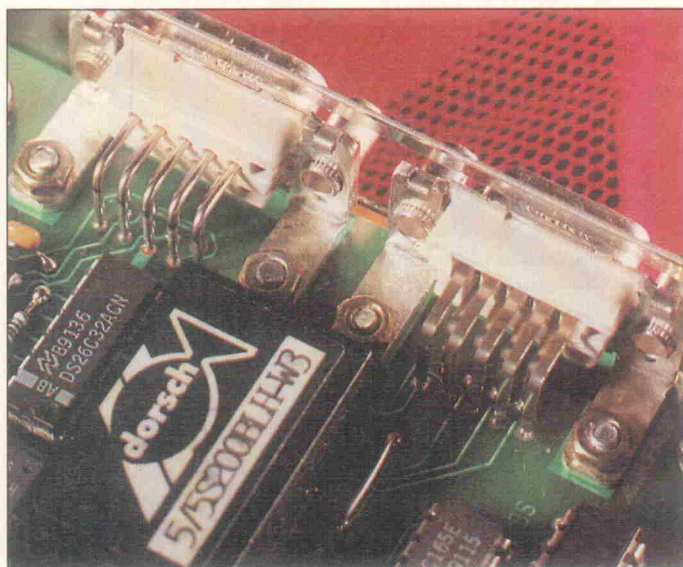
## Mechanisches

Um eine ausreichende mechanische Sicherheit zu erreichen, sollte man für die InterBus-Verbindung D-Sub-Buchsen für Platinenmontage mit Befestigungsbügeln (siehe Bild 1) einsetzen. Diese Bügel stellen außerdem die elektrische Verbindung zwischen Abschirmkragen der Busstecker und der Potentialausgleichsschaltung (R5, C2, J4) auf der Platine her. Mit J4 läßt sich bei Bedarf die





Die Umsetzung vom 8-Leiter- auf das 2-Leiter-Protokoll erledigt ein ASIC.



Hier gilt: erst schrauben, dann löten. Der Einsatz von D-Sub-Buchsen mit Montagebügel entlastet die Lötanschlüsse der Buchsen, und die Abschirmung ist sicher mit dem Rahmen verbunden.

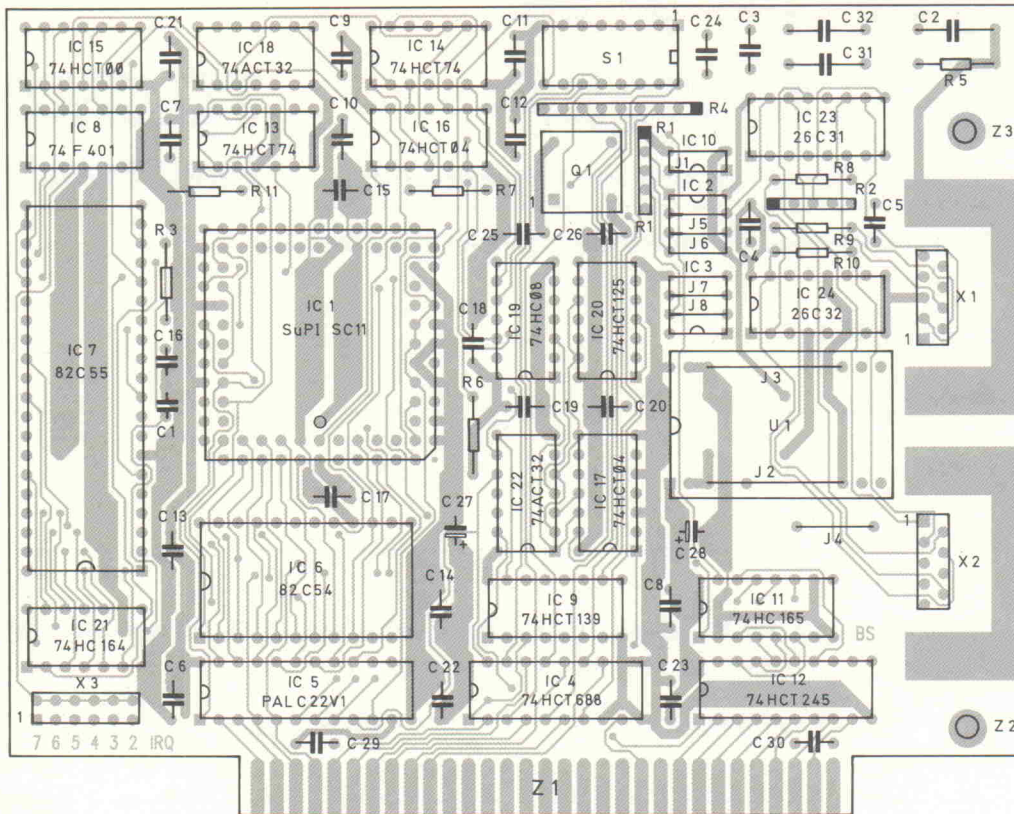
Verbindung zwischen PC-Gehäuse und Bus lösen. Beim Anschluß der D-Sub-Stecker ist zu beachten, daß für die Steckergehäuse entweder Vollmetall- oder zumindest metallisierte Kunststoffausführungen eingesetzt werden. Das für den Bus verwendete Kabel muß abgeschirmt sein und neben der Masseleitung zwei kurz verdrehte Aderpaare für die Signale enthalten (z. B. Kabeltyp LI-YCY 3 x 2 x 0,25).

Die Kabelabschirmung verbindet man nicht mit der Signalmasse, sondern legt sie **einseitig** auf ein Steckergehäuse, wenn Potentialunterschiede zwischen den Modulen zu erwarten sind. Damit entstehen keine Erdschleifen, auf denen in ausgedehnten Anlagen mit vielen Verbrauchern hohe Ausgleichsströme fließen könnten. Sind alle Module über ein sternförmiges Netz niederohmig geerdet und somit keine Ausgleichs-

ströme zu erwarten, kann man die Wirkung des Kabelschirms durch beidseitiges Auflegen noch etwas verbessern. Installationshinweise für InterBus-S-Systeme, Verkabelungsvorschriften und eine Aufstellung verschiedener Kabeltypen findet man zum Beispiel in [4].

Hat man die Karte bestückt, stellt man zunächst auf dem DIP-Schalter S1 die gewünschte Betriebsart und I/O-Adresse (siehe Kasten DIPisches) ein, bevor man sie im PC versenkt. Mutige Naturen nehmen dazu gleich das Zielsystem, aber, um allen Eventualitäten vorzubeugen, sollte ein älteres Gerät, das zum Beispiel als EPROM-Brenner in einer Laborecke sein Gnadenbrot fristet, als Testbett für die Karte herhalten. Der Schaden im Fall einer Fehlfunktion, die bei sorgfältiger Bestückung nicht vorkommen sollte, läßt sich so begrenzen. Im Regelfall meldet sich der PC





Die kurze 8-Bit-Karte paßt dank ihrer geringen Bauhöhe auch in einen Laptop.

beim nächsten Einschalten wie gewohnt mit seiner Hochlaufsequenz.

Um festzustellen, ob der PC die Karte erkennt, eignet sich wieder das Programm Ports. So muß man zum Beispiel bei einem im Master-Modus sichtbaren Timer-Register der Karte, das bei Basisadresse + 4 liegt, laufende Werte ungleich FF fin-

den. In diesem Fall hat die Schaltung ihren ersten Funktionstest überstanden.

Sollte sich der PC nach dem Einschalten nicht wieder melden, ist zunächst zu überprüfen, ob eventuell eine Adreßkollision im I/O-Bereich dafür verantwortlich zeichnet. Tut sich unter einer anderen Basisadresse immer noch nichts, ist eine genauere Fehlersuche angesagt.

## Fortsetzung folgt ...

... im nächsten Heft mit einer genaueren Beschreibung der InterBus-S-Struktur und der Einführung in die Programmierung der Karte mittels eines Treibers für C-Compiler. ea

## Literatur

- [1] Feldbus-Systeme, Karl-Walter Bonfig et. al., Expert-Verlag, ISBN 3-8169-0771-7
- [2] Anwenderhandbuch für InterBus-S-Protokollchip SUPI-I, Phoenix Contact GmbH, Best.-Nr. 27 59 12 6
- [3] Open Entry, Anbieterverzeichnis InterBus-S, InterBus-S-Club, Baden-Baden
- [4] Installations-Handbuch InterBus-S, Phoenix Contact GmbH, Best.-Nr. 27 58 77 4

## Stückliste

### Widerstände

R1, 2	SIL-Array 4 x 390R
R3	27R
R4	SIL-Array 8 x 10k
R5	1M
R6, 11	10k
R7	8k2
R8	1k5
R9, 10	180R

### Kondensatoren

C1	3n3, 63 V
C2, 31, 32	15n, 630 V, RM 10
C3-26, 29-30	100n, 50 V
C27, 28	10µ, 16 V, Tantal

### Halbleiter

IC1	SUPI-I, PLCC
IC4	74HCT688
IC5	PAL C22V10-35
IC6	82C54, CMOS
IC7	82C55, CMOS
IC8	74F401
IC9	74HCT139
IC11	74HC165
IC12	74HCT245
IC13, 14	74HCT74
IC15	74HCT00
IC16, 17	74HCT04
IC18, 22	74ACT32
IC19	74HC08
IC20	74HCT125
IC21	74HC164
IC23	26C31
IC24	26C32

### Sonstiges

Q1	TTL-Oszillator 16 MHz
S1	DIP-Schalter 8polig
X1	D-Sub-Buchse, 9polig, male
X2D	Sub-Buchse, 9polig, female beide mit Montagebügel
X3	Pfostenleiste 2 x 6 Pole
Platine	acht Jumper, 84polige PLCC-Fassung, Slotblech

### Optional (galvanische Trennung)

IC2,3	HCPL 2630
IC10	SFH610-3
U1	DC/DC-Wandler 5 V/5 V, 1 W

Training in Technology · Training in Technology · Training in Technology · Training

# Elektronik wird transparent...

...mit dem hps Training-System ELEKTRONIK-BOARD.

Das ELEKTRONIK-BOARD ist ein universelles Lehr-, Lern- und Übungsgerät für die Grundlagen der Elektrotechnik und Elektronik in Aus- und Weiterbildung. Der modulare Aufbau erlaubt Versuche mit allen wesentlichen Schaltungen: **Gleich-, Wechsel- und Drehstromtechnik · Kennlinien von Dioden und Transistoren · Kennlinien von Thyristoren und Triacs · Verstärkerschaltungen · Oszillatorschaltungen · Modulatoren und Demodulatoren · Kippschaltungen · Netzteilsschaltungen · Schaltspannungsregler und Gleichspannungswandler · Schaltungen der Leistungselektronik.** Wir informieren Sie gern näher.



SystemTechnik

Lehr- + Lernmittel GmbH, Postfach 1017 07, D-4300 Essen 1, Tel.: 0201-42777, Fax 0201-410683





## TELEFAX-VORLAGE

Bitte richten Sie Ihre  
Telefax-Anfrage direkt an  
die betreffende Firma, nicht  
an den Verlag.

\*

### Kontrollabschnitt:

Ich habe angefragt

am \_\_\_\_\_

bei \_\_\_\_\_

Fax \_\_\_\_\_

erl.: \_\_\_\_\_

Ich habe angefragt

am \_\_\_\_\_

bei \_\_\_\_\_

Fax \_\_\_\_\_

erl.: \_\_\_\_\_

Ich habe angefragt

am \_\_\_\_\_

bei \_\_\_\_\_

Fax \_\_\_\_\_

erl.: \_\_\_\_\_

Ich habe angefragt

am \_\_\_\_\_

bei \_\_\_\_\_

Fax \_\_\_\_\_

erl.: \_\_\_\_\_

Ich habe angefragt

am \_\_\_\_\_

bei \_\_\_\_\_

Fax \_\_\_\_\_

erl.: \_\_\_\_\_

Ich habe angefragt

am \_\_\_\_\_

bei \_\_\_\_\_

Fax \_\_\_\_\_

erl.: \_\_\_\_\_

# ELRAD

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

## TELEFAX

### Direkt-Kontakt

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

### Fax-Empfänger

Telefax-Nr.: \_\_\_\_\_

Firma: \_\_\_\_\_

Abt./Bereich: \_\_\_\_\_

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

☐ Anzeige

☐ Beilage über

Ich bitte um: ☐ Zusendung ausführlicher Angebots-Unterlagen, u. a.

☐ Datenblätter/Prospekte ☐ Applikationen

☐ Preislisten \* ☐ Consumer-, ☐ Handels-

☐ Telefonische Kontaktaufnahme

☐ Besuch Ihres Kundenberaters

☐ Vorführung ☐ Mustersendung

Gewünschtes ist angekreuzt.

### Fax-Absender:

Name/Vorname: \_\_\_\_\_

Firma/Institut: \_\_\_\_\_

Abt./Bereich: \_\_\_\_\_

Postanschrift: \_\_\_\_\_

Besuchsadresse: \_\_\_\_\_

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

Telefax: \_\_\_\_\_



**ELRAD-Fax-Kontakt:** Der fixe Draht zur Produktinformation

Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG · Telefax 49-511-5352 200



ELRAD-Abonnement  
Abrufkarte

Abonnenten haben das Recht, Bestellungen innerhalb von acht Tagen nach Abschluß schriftlich beim Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG, Helstorfer Str. 7, 3000 Hannover 61, zu widerrufen. Zur Wahrung der Frist genügt die rechtzeitige Absendung. Das ELRAD-Abonnement ist jederzeit mit Wirkung zu der jeweils übernächsten Ausgabe kündbar. Ein eventuell überbezahlter Betrag wird anteilig erstattet.

Heft-Nachbestellung(en) bitte getrennt vornehmen. Preis je Heft: 7,50 DM.

Bitte beachten Sie unsere Anzeige 'ELRAD-Einzelheft-Bestellung' im Anzeigenteil.

Lieferung nur gegen Vorkasse.

ELRAD-Kleinanzeige  
Auftragskarte

Nutzen Sie diese Karte, wenn Sie etwas suchen oder anzubieten haben!

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

Bemerkungen  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Abbuchungserlaubnis erteilt am: \_\_\_\_\_

eMedia Bestellkarte

Mit dieser Service-Karte können Sie  
● Platinen und Software zu ELRAD-Projekten bestellen  
Bestellungen nur gegen Vorkasse

ELRAD-Abonnement  
Abrufkarte

Ja, übersenden Sie mir bis auf Widerruf alle zukünftigen ELRAD-Hefte ab Ausgabe:

Kündigung ist jederzeit mit Wirkung zu der jeweils übernächsten Ausgabe möglich.

Das Jahresabonnement kostet: Inland DM 79,20 (Bezugspreis DM 61,80 + Versandkosten DM 17,40)  
Ausland: DM 86,40 (Bezugspreis DM 58,40 + Versandkosten DM 28,20)

Vorname/Zuname \_\_\_\_\_

Straße/Nr. \_\_\_\_\_

PLZ/Wohnort \_\_\_\_\_

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

Ich wünsche folgende Zahlungsweise:

☐ Bargeldlos und bequem durch Bankeinzug \_\_\_\_\_ Bankleitzahl (bitte vom Scheck abschreiben) \_\_\_\_\_

Konto-Nr. \_\_\_\_\_ Geldinstitut: \_\_\_\_\_

☐ Gegen Rechnung

Mir ist bekannt, daß ich diese Bestellung innerhalb von 8 Tagen beim Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG, Helstorfer Str. 7, 3000 Hannover 61, widerrufen kann und bestätige dies durch meine Unterschrift. Zur Wahrung der Frist genügt die rechtzeitige Absendung.

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

Bitte beachten Sie, daß diese Bestellung nur dann bearbeitet werden kann, wenn beide Unterschriften eingetragen sind.

ELRAD-Kleinanzeigen  
Auftragskarte

Bitte veröffentlichen Sie in der nächsterreichbaren Ausgabe folgenden Text im Fließsatz als

☐ private Kleinanzeige ☐ gewerbliche Kleinanzeige\*) (mit ☐ gekennzeichnet)

DM 4,25 ( 7,10)	
8,50 (14,20)	
12,75 (21,30)	
17,— (28,40)	
21,25 (35,50)	
25,50 (42,60)	
29,75 (49,70)	
34,— (56,80)	

Pro Zeile bitte jeweils 45 Buchstaben einschl. Satzzeichen und Wortzwischenräume. Wörter, die fettgedruckt erscheinen sollen, unterstreichen Sie bitte. Den genauen Preis können Sie so selbst ablesen.\*) Der Preis für gewerbliche Kleinanzeigen ist in Klammern angegeben. Soll die Anzeige unter einer Chiffre-Nummer laufen, so erhöht sich der Endpreis um DM 6,10 Chiffre-Gebühr Bitte umstehend Absender nicht vergessen!

eMedia GmbH — Bestellkarte

Ich gebe die nachfolgende Bestellung gegen Vorauszahlung auf

☐ Den Betrag buchen Sie bitte von meinem Konto ab.

Konto-Nr.: \_\_\_\_\_

BLZ: \_\_\_\_\_

Bank: \_\_\_\_\_

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

☐ Scheck liegt bei.

Menge	Produkt/Bestellnummer	à DM	gesamt DM
1x	Porto und Verpackung	3,—	3,—

Absender nicht vergessen!

Datum, Unterschrift (für Jugendliche unter 18 Jahren der Erziehungsberechtigte)



### Antwortkarte

Bitte mit der  
jeweils gültigen  
Postkartengebühr  
freimachen

**Verlag Heinz Heise  
GmbH & Co. KG  
Zeitschriften-Vertrieb  
Postfach 61 04 07**

**3000 Hannover 61**

### ELRAD-Abonnement Abrufkarte

Abgesandt am

199\_\_

zur Lieferung ab

Heft 199\_\_

Absender (Bitte deutlich schreiben!)

Vorname/Name

Beruf

Straße/Nr.

PLZ Ort

**Veröffentlichungen nur gegen Vorkasse.**  
Bitte veröffentlichen Sie umstehenden Text in  
der nächsterreichbaren Ausgabe von **ELRAD**.

☐ Den Betrag buchen Sie bitte von meinem  
Konto ab.

Kontonr.:

BLZ:

Bank:

☐ Den Betrag habe ich auf Ihr Konto über-  
wiesen,  
Postgiro Hannover, Kontonr. 9305-308  
Kreissparkasse Hannover,  
Kontonr. 000-019 968

☐ Scheck liegt bei.

Datum rechtsverb. Unterschrift  
(für Jugendliche unter 18 Jahren der Erziehungsb.)

### Antwort

Bitte mit der  
jeweils gültigen  
Postkartengebühr  
freimachen

**ELRAD**

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

**Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG  
Postfach 61 04 07**

**3000 Hannover 61**

### ELRAD-Kleinanzeige Auftragskarte

**ELRAD**-Leser haben die Möglichkeit,  
zu einem Sonderpreis Kleinanzeigen  
aufzugeben.

Private Kleinanzeigen je Druckzeile  
DM 4,25

Gewerbliche Kleinanzeigen je Druck-  
zeile DM 7,10

Chiffregebühr DM 6,10

Absender  
(Bitte deutlich schreiben)

Vorname/Name

Beruf

Straße/Nr.

PLZ Ort

Telefon Vorwahl/Rufnummer

### Postkarte

Bitte mit der  
jeweils gültigen  
Postkartengebühr  
freimachen



**eMedia GmbH**

**Postfach 61 01 06**

**3000 Hannover 61**

### eMedia Bestellkarte

Abgesandt am

199\_\_

an eMedia GmbH

Bestellt/angefordert

Abbuchungserlaubnis erteilt am:



## 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.

## 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.

## ELRAD Direkt-Kontakt

Mit dieser Service-Karte können Sie

- **Informationen anfordern** oder **Bestellungen** bei den inserierenden Anbietern **vornehmen**.

## ELRAD-

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

## Direkt-Kontakt

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

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

☐ Anzeige

☐ Beilage über

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

Bitte Zutreffendes ankreuzen bzw. ausfüllen.

Absender nicht vergessen!

## ELRAD-

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

## Direkt-Kontakt

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

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

☐ Anzeige

☐ Beilage über

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

Bitte Zutreffendes ankreuzen bzw. ausfüllen.

Absender nicht vergessen!

## ELRAD-

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

## Direkt-Kontakt

Ich beziehe mich auf die in **ELRAD** \_\_\_\_\_/9\_\_\_\_, Seite \_\_\_\_\_ erschienene Anzeige

- ☐ und bitte um weitere **Informationen** über Ihr Produkt \_\_\_\_\_
- ☐ und gebe die nachfolgende **Bestellung** unter Anerkennung Ihrer Liefer- und Zahlungsbedingungen auf:

Menge	Produkt/Bestellnummer	à DM	gesamt DM

Absender nicht vergessen!

Datum, Unterschrift (für Jugendliche unter 18 Jahren der Erziehungsberechtigte)



## ELRAD Direkt-Kontakt

Anschrift der Firma, zu  
der Sie Kontakt aufnehmen  
wollen. ►

Absender

(Bitte deutlich schreiben)

Vorname/Name

Abt./Position

Firma

Straße/Nr.

PLZ Ort

Telefon Vorwahl/Rufnummer

### Postkarte

Bitte mit der  
jeweils gültigen  
Postkartengebühr  
freimachen

Firma

Straße/Postfach

PLZ Ort

## ELRAD Direkt-Kontakt

Abgesandt am

199\_\_

an Firma

Angefordert

- ☐ Ausführliche Unterlagen
- ☐ Telefonische Kontaktaufnahme
- ☐ Besuch des Kundenberaters

## ELRAD Direkt-Kontakt

Anschrift der Firma, zu  
der Sie Kontakt aufnehmen  
wollen. ►

Absender

(Bitte deutlich schreiben)

Vorname/Name

Abt./Position

Firma

Straße/Nr.

PLZ Ort

Telefon Vorwahl/Rufnummer

### Postkarte

Bitte mit der  
jeweils gültigen  
Postkartengebühr  
freimachen

Firma

Straße/Postfach

PLZ Ort

## ELRAD Direkt-Kontakt

Abgesandt am

199\_\_

an Firma

Angefordert

- ☐ Ausführliche Unterlagen
- ☐ Telefonische Kontaktaufnahme
- ☐ Besuch des Kundenberaters

## ELRAD Direkt-Kontakt

Anschrift der Firma, zu  
der Sie Kontakt aufnehmen  
wollen. ►

Absender

(Bitte deutlich schreiben)

Vorname/Name

Abt./Position

Firma

Straße/Nr.

PLZ Ort

Telefon Vorwahl/Rufnummer

### Postkarte

Bitte mit der  
jeweils gültigen  
Postkartengebühr  
freimachen

Firma

Straße/Postfach

PLZ Ort

## ELRAD Direkt-Kontakt

Abgesandt am

199\_\_

an Firma

Angefordert

- ☐ Ausführliche Unterlagen
- ☐ Telefonische Kontaktaufnahme
- ☐ Besuch des Kundenberaters

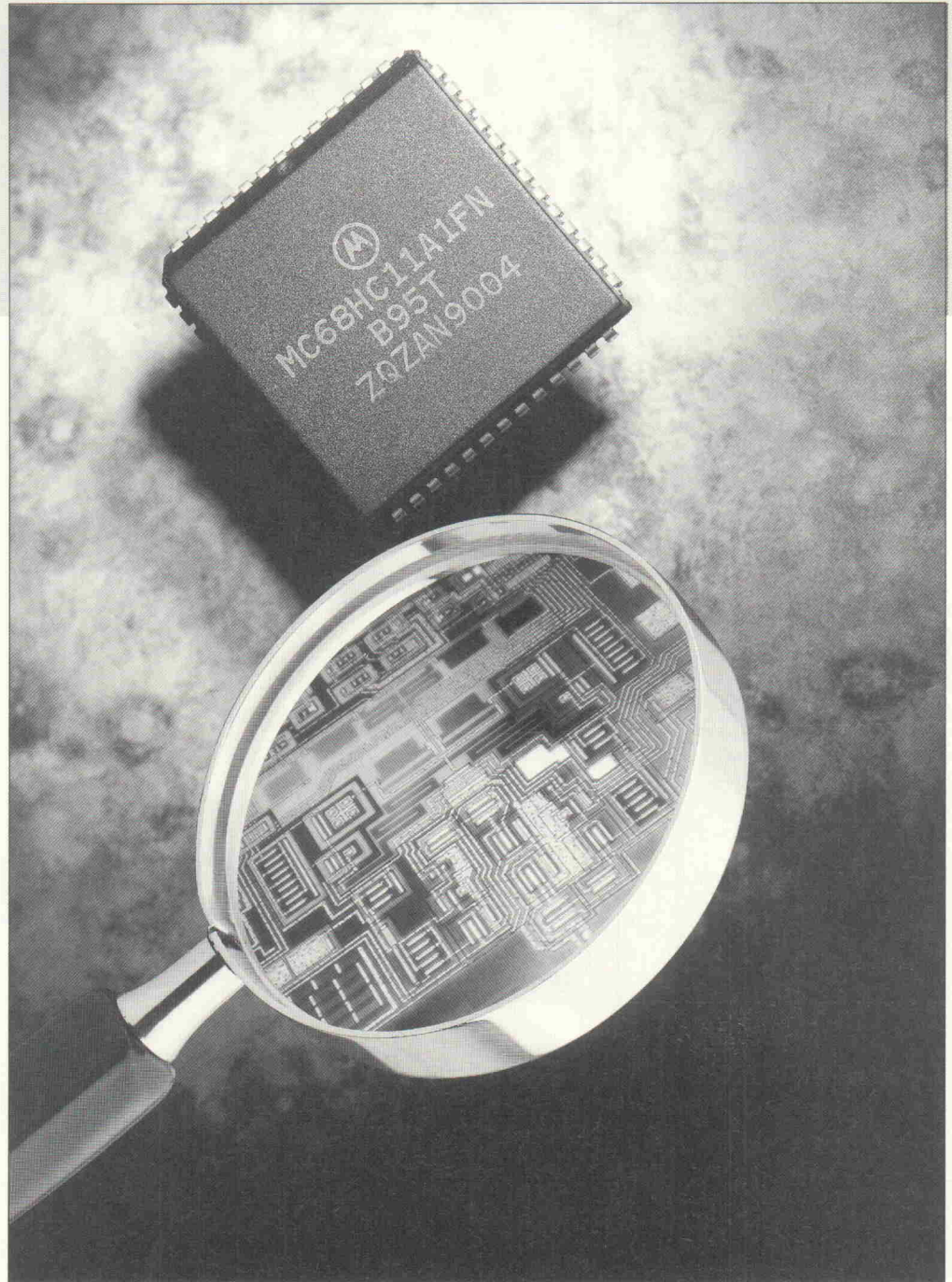


# Inside HC11

## In-Circuit-Emulator für 68HC11-Controller, Teil 2: Trace- und Triggerboard

**Daniel Franke,  
Günther Kreischer**

Für viele kommerziell angebotene In-Circuit-Emulatoren gibt es den Echtzeit-Trace-Speicher oft nur optional. Beim Inside-Projekt ist dieses 'Muß' für Test und Debugging zeitkritischer Anwendungen 'serienmäßig' eingebaut.



**D**ie am JP9 (Bild 3) beziehungsweise JP1 (Bild 2, ELRAD 3/93, S. 60) anstehenden parallelen Adressen-, Daten- und Steuerleitungen werden zunächst in U30...U33 zwischengespeichert. Mit GAL U35, das mit den Phaseninfor-

mationen BPHI0...BPHI3 die oberen Adreßdaten TRA8 und TRA9 für das Trigger-RAM (U40) erzeugt, und dem Decoder U41A werden sie in sequentielle Daten gewandelt (siehe Timing-Diagramm Bild 4). Dies vereinfacht die

Trace-Schaltung, und das Trigger-RAM muß nur 1 KByte groß sein. Würden die Adressen-, Daten- und Steuerleitungen parallel ausgewertet, müßte man für das Trigger-RAM zwei 64-KByte-RAMs spendieren.





Da die Adressen-, Daten- und Steuerleitungen schon von dem Bussequenzer in einen seriellen Datenstrom gewandelt werden, ist es relativ einfach, sie in ein als LIFO (last in first out) geschaltetes RAM (U42) während der Emulation einzuspei-



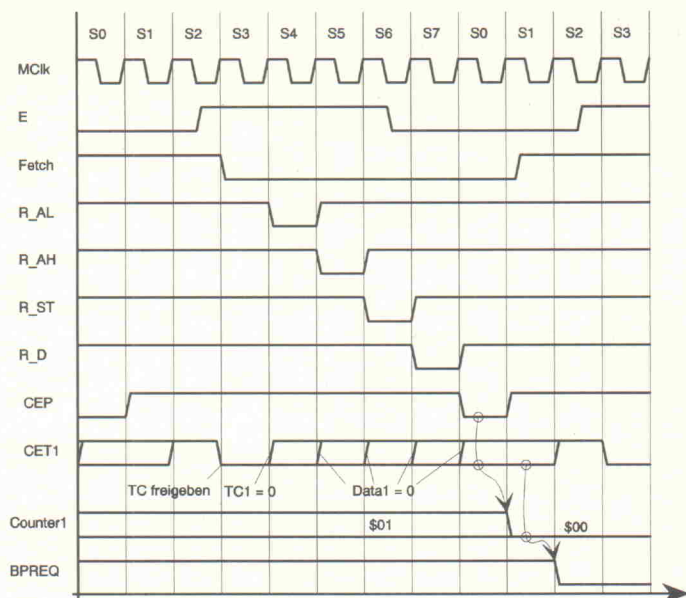


Bild 4. Das Timing der Triggerschaltung.

chern. Dies erfolgt mit den Trace-Adreßzählern U43 und U44 und dem Trace-GAL U37. Das 32 KByte große Trace-RAM U42 ist während der Emulation 'Write Cycle Chip Select Controlled' beschaltet. Zum Zeitpunkt S4 (Bild 5, Run-Mode) werden die Low-Adressen gespeichert und danach die Zähler U43 und U44 dekrementiert, während S5 die High-Adressen und während der Zeit S6 die Steuerleitungen. Die Timing-Periode S7 holt die Daten. Beim Umschalten von stehender Emulation zur Emulation werden die Zähler U43 und U44 zurückgesetzt, das heißt, sie werden mit FFh geladen.

Erfolgt bei stehender Emulation ein Zugriff auf die Adresse E7F8H, kann das Trace-RAM ausgelesen werden (siehe Trace-Timing Bild 5, Break Mode). Zuerst werden die letzten Datenleitungen, dann die Steuerleitun-

gen und danach Adreß-High und Adreß-Low zurückgelesen. Jeder Lesezugriff inkrementiert die Adreßzähler des Trace-RAMs.

Mit dem Signal TRACE-OVERFLOW, das auf den Miscellaneous-Port auf dem Mainboard geführt ist, kann die Software feststellen, ob ein Überlauf des Adreßzählers aufgetreten ist und somit das Trace-RAM komplett beschrieben wurde. Dann sind alle 8192 verfügbaren Daten gültig (32 KByte/4).

Dabei gilt: sind die Trace-Counter übergelaufen (TRACE > 32 KByte), ist TFULL gültig geworden (U44, Pin 10). Dieses Signal wird im Tracedec-GAL U37 gespeichert und als TRACE-OVERFLOW-Signal wieder ausgegeben. Ansonsten ist TRZE gültig.

### Zum Host

Die Kommunikation mit dem Hostrechner ist auf einer sepa-

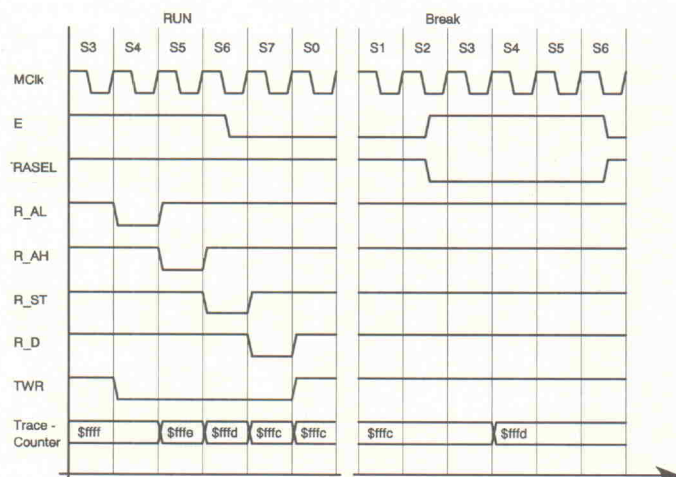
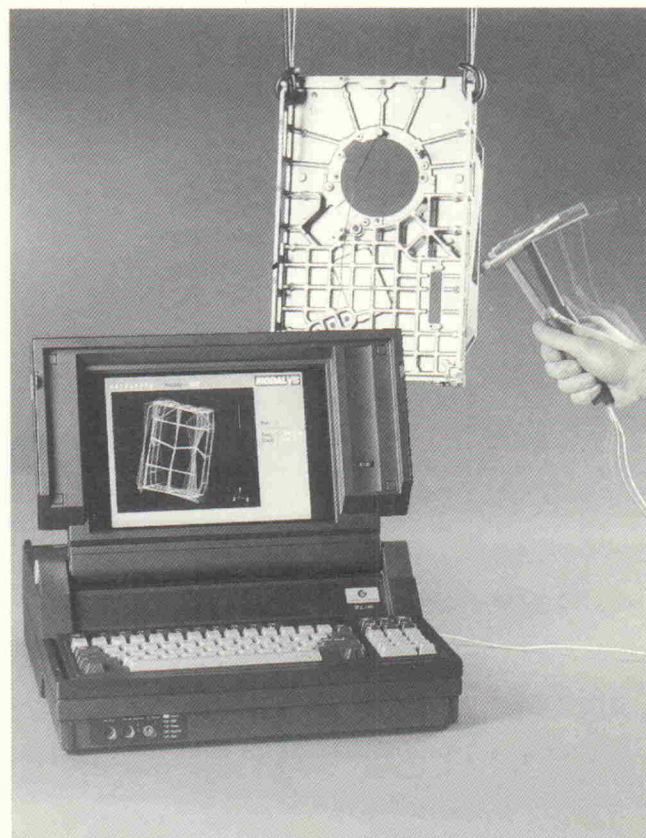


Bild 5. Run- und Break-Timing der Trace-Funktion.



## MODALYS

### KOMPLETT-SYSTEM ZUR SCHWINGUNGS-UNTERSUCHUNG



- ▶ beinhaltet alle erforderlichen Komponenten zur experimentellen Modalanalyse
- ▶ enthält Impulshammer, Beschleunigungssensor, Analysator-Karte, Software, Zubehör und Applikationswissen
- ▶ erfaßt und errechnet die Schwingungseigenschaften
- ▶ liefert bewegte Bilder über das Schwingungsverhalten
- ▶ beinhaltet einen vollwertigen 2-Kanal-Echtzeit-FFT-Analysator

Wir stellen aus:  
CeBIT, Hannover,  
24.-31.3.93,  
Halle 20, Stand D20

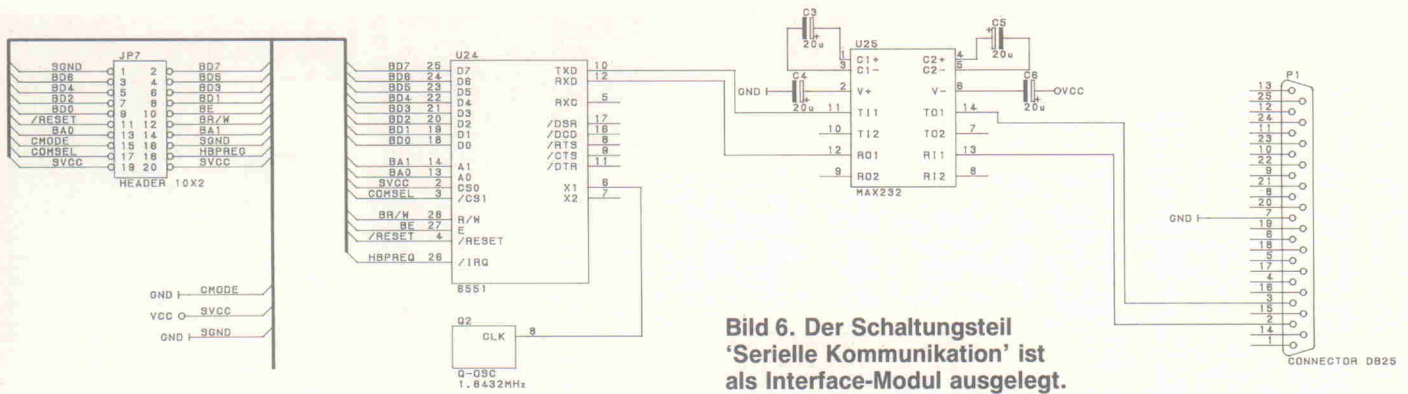
Meßtechnik Ost,  
28.-29.4.93,  
Halle 1 FG,  
Stand Nr. 19

Fordern Sie weitere Informationen an!

ZIEGLER-Instruments GmbH  
Postfach 40 55 80  
Nobelstraße 3-5  
W-4050 Mönchengladbach 4  
Telefon: (0 21 66) 955-58  
Telefax: (0 21 66) 955-800

ERKENNTNISSE AUS MESSDATEN  
**ZIEGLER**  
INSTRUMENTS





**Bild 6. Der Schaltungsteil 'Serielle Kommunikation' ist als Interface-Modul ausgelegt.**

raten Platine (Bild 6) untergebracht und noch serieller (RS-232) Natur. Da bei der Übertragung von komplexen Trigger-Bedingungen mitunter Wartezeiten entstehen (Worst Case: 1 KByte), ist eine parallele Hostkommunikation in Arbeit. Beim Design von Inside wurde dies schon berücksichtigt.

Zwei altbekannte Bausteine der ACIA 6551 und als Pegelwandler der MAX 232 übernehmen das Interfacing. Der Quarzoszillator Q2 versorgt den ACIA mit dem Takt. Mit der 1,8432-MHz-Quarzfrequenz und dem internen Teiler im 6551 kann man bis zu 19 200 Baud 'fahren'.

Der IRQ-Ausgang des ACIA wurde als 'Host Breakpoint Request' mißbraucht und an

das Break-GAL geführt. Ist bei einer Emulation kein Breakpoint erreicht worden, kann man durch einfaches Senden eines Zeichens vom Host die Emulation abbrechen. Bei stehender Emulation wird der IRQ-Ausgang von der State-Maschine im Break-GAL überhaupt nicht beachtet.

### Das Netzteil

Das Netzteil (Bild 7) ist konventionell aufgebaut. Ein Flachtrafo mit zwei getrennten Sekundärwicklungen versorgt Inside mit dem nötigen 'Saft'. Zwei getrennte Züge von Gleichrichter-Elko-Spannungsreglern wurden aus Gründen der Störtekopplung gewählt. Das Mainboard und die Kommunikationsplatine belegen den einen Versorgungszweig,

Trace- und Triggerboard den anderen Netzteilzug.

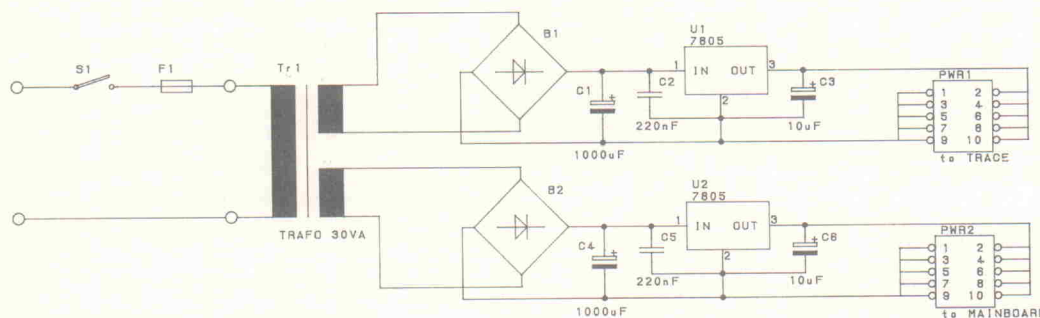
### Die Software

Derzeit ist für Inside eine Kommandozeilen-Oberfläche verfügbar (siehe Bild 8), die in Turbo Pascal geschrieben wurde. Das Hochsprachen-Debugging wird von dieser Version noch nicht unterstützt. Wir arbeiten aber an einer Windows-Oberfläche, die dann auch das HLL-Debugging unterstützen wird.

Vierundzwanzig leistungsfähige Kommandos stehen zur Verfügung, wobei die in eckigen Klammern stehenden Werte optional sind. Doch fangen wir mit den allgemeinen Register-Lade-Befehlen (linke Spalte des Hilfe-Bildschirms) an: Hier

hielten wir uns an die Motorola-Assembler-Syntax, also LDAA für lade Akku A. Da es aber keinen von Motorola definierten Lade-Befehl für das FLAG-Register gibt, erhielt er von uns das Mnemonic 'LDF' für Lade-FLAGS. Nach dem Befehl ist immer ein hexadezimaler Wert (dies gilt für alle Wertangaben) mit vorangestelltem Dollarzeichen (Motorola-Syntax) einzugeben. Der Parser prüft diesen Wert auf Plausibilität, das heißt, ein 16-Bit-Wert für den Akku B ist ungültig und wird mit einem kurzen Piepton und einer Fehlermeldung moniert.

Das ROM- und PRINT-Kommando benötigt einen Parameter; ON steht für an, OFF für aus, und das Fragezeichen gibt den aktuellen Status aus, also



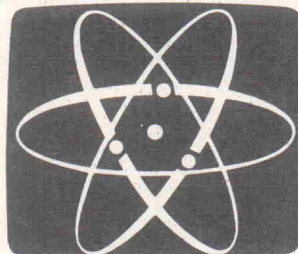
**Bild 7. Je ein Versorgungszug für Trace-/Trigger- und Mainboard.**

Zwei Themen – ein Ereignis

# Hobby-tronic & ComputerSchau

**16. Ausstellung für Funk- und Hobby-Elektronik**

Die umfassende Marktübersicht für Hobby-Elektroniker und für Computeranwender in Hobby, Beruf und Ausbildung. Actions-Center mit Experimenten, Demonstrationen und vielen Tips. Sonderschauen: „Straße der Computer-Clubs“, „Historische Meßgeräte“, „Design-Radios (Unikate)“.



**9. Ausstellung für Computer, Software und Zubehör**

**12.-16. Mai 1993**

täglich 9-18 Uhr



**Messezentrum Westfalenhallen Dortmund**



ON oder OFF. ROM ist das Kommando für die ROM-Emulation von E000h...FFFFh. Mit Print können alle Ein- und Ausgaben auch auf dem an LPT1 angeschlossenen Drucker protokolliert werden.

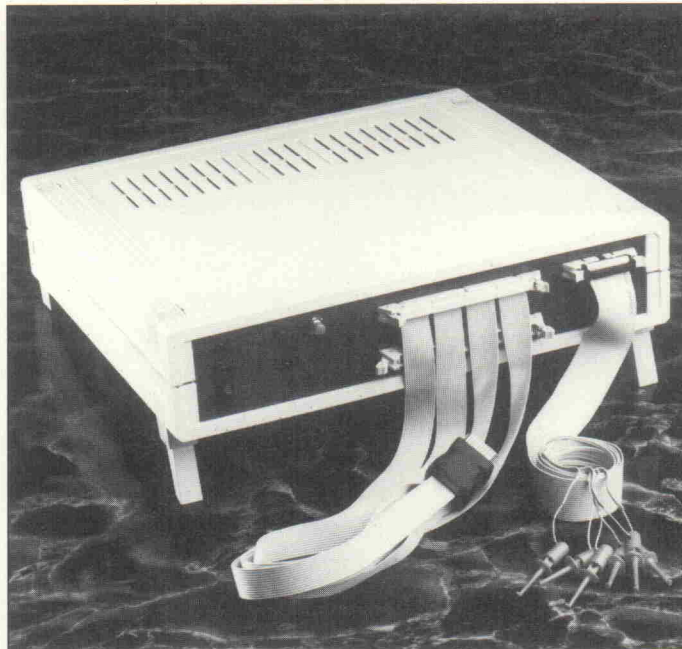
Das VER-Kommando gibt auf dem Bildschirm die aktuelle Firmware-Version aus. Dieses Kommando ist nützlich, sollte es Probleme mit Ihrem PC und Inside geben, dann sind diese Angaben notwendig.

Mit LOAD können Binärfiles (in der nächsten Version Motorola-S-Format und Intel-HEX-Format) in den Speicher übertragen werden. Als Parameter muß der komplette Filename angegeben werden sowie die Ladeadresse. Analog dazu gibt es das LOADROM-Kommando. Der optionelle Offset ist auf die ROM-Startadresse E000h zu verstehen. Bei einem Offset von 1000h ist dann die korrekte Ladeadresse F000h.

Für den BP-Befehl (Break Point) gibt es zwei Varianten. Folgt nach dem Mnemonic ein Fragezeichen, werden alle gesetzten Breakpoints angezeigt, ansonsten gesetzt. Der Fetch-Delay-Zähler ist als Nummer 1 adressiert, die drei Breakpoint-Delay-Zähler von zwei bis vier. Danach sind die zu triggernde Adresse, die Daten und die Steuerleitungen hexadezimal anzugeben. 'Don't Cares' bekommen ein 'X'. Optionell kann man ein Delay größer eins, wenn benötigt, angeben.

Der MOD-Befehl steht für Modify Memory, damit können

**Bild 8. 24 Kommandos stehen für den Betrieb von Inside zur Verfügung.**



einzelne Speicherzellen verändert werden. Ist mehr als ein Wert angegeben, erhöht sich die Speicheradresse automatisch.

Analog zum BP-Befehl gibt es für den CTR-Befehl (Counter) zwei Varianten. Ein Fragezeichen gibt die momentan gesetzten Zählerstände aus. Wird nach dem CTR eine Nummer angegeben, ist der entsprechende Breakpoint-Zähler auf diesen Wert gesetzt.

Mit dem GO-Befehl kann man in die Emulation springen. Wird keine zusätzliche Adresse angegeben, dann springt der Emulator an die letzte Breakpoint-Adresse. STEP emuliert einen einzigen Prozessor-Befehl, wie beim GO-Kommando kann eine Startadresse angegeben werden. Den STEP-Mode kann man mit Escape verlassen, die Space-Taste führt jeweils einen weiteren Step aus.

Bei GO und STEP werden die Adresse, der Opcode des nächsten Befehls sowie der entsprechende Befehl ausgegeben.

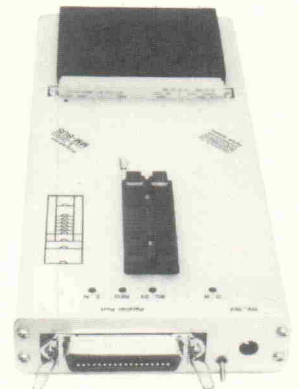
EX (Examine Memory) liest Speicherzellen. Bei Angabe von zwei Adressen erfolgt die Ausgabe in Blockdarstellung.

Das TRACE zeigt den Trace-Speicher. Standardmäßig werden die letzten zehn Zyklen angezeigt. Möchte man mehr als zehn Zyklen darstellen, so ist die gewünschte Anzahl als Parameter anzugeben.

Das REGS-Kommando gibt die Registerinhalte des Mikrocontrollers aus. HELP zeigt den Hilfebildschirm, und mit QUIT wird das Emulatorprogramm verlassen.

In der nächsten Folge wird es um die Inbetriebnahme sowie um den praktischen Einsatz des Inside-Emulators gehen. hr

# Programmer & Toolbox MM-Bus



- 40-Pin Programmiergerät
- Memories 8/16 Bit
- Microcontroller 80x51
- E<sup>2</sup>PLD's 16V8...
- Herstelleralgorithmen
- Entwicklungs-Werkzeug
- MM-Bus Interface
- PC als Busmaster
- Digitaltechnik
- Analogtechnik
- Labornetzteil
- Quarzoszillator, Timer
- Spannungsreferenzen
- Freiprogrammierbare Logik
- Anschluß an Parallel-Port
- für IBM-PC's/Kompatible
- SAA-Programmierbare Logik
- C-Library
- Akkubetrieb möglich
- portabel
- für Labor/Service/Prüffeld
- direkt-Kundenservice
- OEM-Versionen

## MM-ProTOOL:

Fertiggerät .... 1148.- DM  
Spezialteile ..... 888.- DM

# SENG

digitale Systeme GmbH

Ludwig-Dürr-Straße 10  
D-7320 Göppingen  
Telefon 07161-75245  
Telefax 07161-72965

+++ I N S I D E 11 - 68HC11 Emulator HELP +++			
KOMMANDO		KOMMANDO	
LDAA	\$<WERT>	CTR	?
LDAB	\$<WERT>	CTR	<NUMBER> \$<MODIFY WERT>
LDD	\$<WERT>	REGS	
LDX	\$<WERT>	GO	[OPT. \$<STARTADRESSE>]
LDY	\$<WERT>	STEP	[OPT. \$<STARTADRESSE>]
LDS	\$<WERT>	EX	\$<ADRESSE> [OPT. \$<TO ADRESSE>]
LDF	\$<WERT>	BP	?
ROM	ON   OFF   ?	TRACE	[OPT. <ANZAHL>]
PRINT	ON   OFF   ?	HELP	
VER		QUIT	
LOAD <FILENAME.EXT> \$<ADRESSE>			
LOADROM <FILENAME.EXT> [OPT. \$<OFFSET>]			
BP <NUMMER> <ADRESSE> <DATEN> <STEUER> [OPT. \$<DELAY>]			
MOD \$<ADRESSE> \$<WERT> [OPT. \$<WERT> \$<WERT> \$<WERT> \$<WERT> \$<WERT>]			
Weiter mit beliebiger Taste ...			

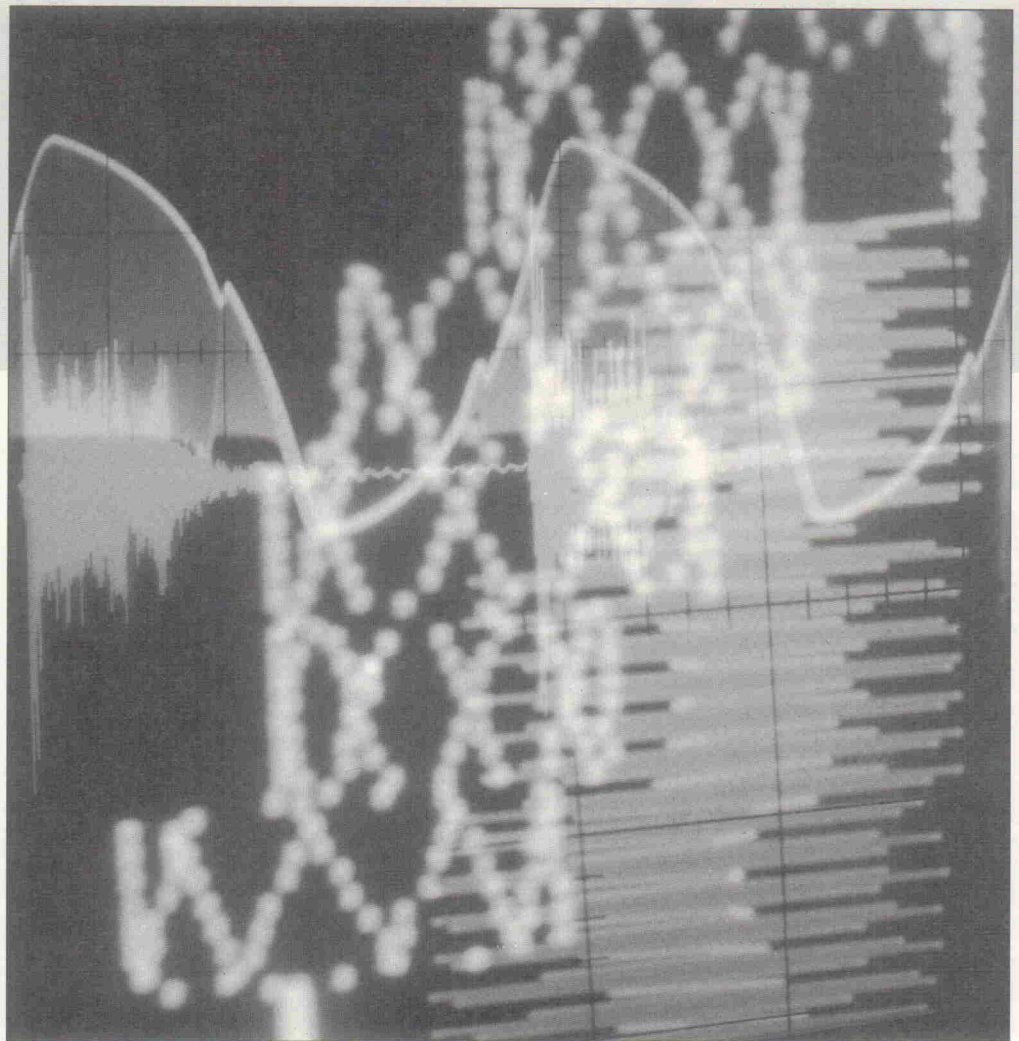


# Chaos mit System

## Netzwerkanalyse im Zeitbereich

**Ingmar Rubin**

Die Analyse und Berechnung elektronischer Schaltungen ist eine komplizierte und anspruchsvolle Aufgabe in der Praxis eines Elektronikentwicklers. Oftmals greift er dabei auf bewährte, fertig dimensionierte Schaltungsunterlagen zurück, bevor er Formelbücher, Rechner, Papier und Bleistift bemüht. Doch es geht auch anders: mit PC und Chaosgenerator.



**D**ank des Personalcomputers sind schnelle und gleichzeitig präzise Berechnungen möglich. Programmpakete wie PSPICE [1] oder ORCAD gestatten es, Stromlaufpläne am Rechner zu zeichnen und anschließend an Hand einer Netzliste zu simulieren. In den Fachzeitschriften finden sich zunehmend Artikel, die sich mit dieser Materie auseinandersetzen. Als jüngstes Beispiel sei der Beitrag [2] erwähnt, der ein Pascal-Programm zur Frequenzganganalyse linearer Netzwerke vorstellt. Das im folgenden vorgestellte Verfahren zur Netzwerkanalyse ist nur auf kleine Schaltungen sinnvoll anzuwenden. Für große Schal-

tungen sind die erwähnten Programmpakete wesentlich günstiger geeignet.

### Netzwerkanalyse

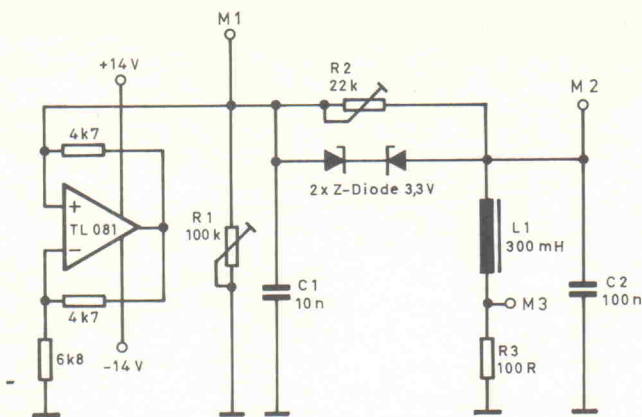
Das Analysieren einer elektrischen Schaltung kann auf vielfältige Weise erfolgen. In der Praxis stehen Multimeter und Oszilloskop an vorderster Stelle. Mit dem Oszilloskop kontrolliert man den Verlauf der Spannung über der Zeit an den verschiedenen Schaltungspunkten. Der Ablenkfaktor bestimmt dabei den Grad der Zeitauflösung an der x-Achse.

Ein modernes Speicheroszilloskop ist zudem in der Lage,

exakt bestimmbare Zeitfenster der Spannungsfunktionen festzuhalten. Wer über einen PC verfügt, kann diesen in Verbindung mit einer A/D-Wandlerkarte als Speicheroszilloskop verwenden. Gerade für Probleme aus der Nf-Technik stellt dieses Verfahren eine preiswerte Alternative dar. Die praktische Analyse des Chaosgenerators basiert auf einer A/D-Wandlerkarte von Maxim mit einer Abtastrate von 100 kHz.

Die Methoden der theoretischen Netzwerkanalyse gestatten es, die Funktion einer Schaltung in Abhängigkeit ihrer Bauelementeparameter im voraus an einem Modell zu untersuchen. Das





**Bild 1. Der Chaosgenerator besteht aus nur wenigen Bauelementen.**

Modell besteht aus einer Reihe mathematischer Gleichungen, die nach einem festgelegten Algorithmus anhand des Stromlaufplanes erstellt werden (Kirchhoffsche Sätze). In den Gleichungen stehen die Werte der Bauelemente als Parameter. Die Lösung der Gleichungen erfolgt mit numerischen Verfahren am PC. Als Ergebnis erhält man – analog zur Analyse per Oszilloskop – den Verlauf der Spannung beziehungsweise des Stroms in Abhängigkeit von der Zeit als Grafik auf dem PC-Monitor.

Die Verbindung von praktischer Analyse mit der theoretischen Modellierung ist ein wichtiger Schritt, um die Funktionsweise elektronischer Schaltungen richtig zu verstehen. Eine Optimierung bestimmter Eigenschaften wie zum Beispiel Stabilität und Klirrfaktor sind ohne die theoretische Netzwerkanalyse nur mangelhaft möglich.

## Aufbau des Chaosgenerators

In Bild 1 ist der Stromlaufplan einer Oszillatorschaltung aus [3] wiedergegeben, die eine

Reihe interessanter Schwingungserscheinungen zeigt. Für bestimmte Bereiche der Stellelemente R1 und R2 kommt es zu vollkommen regellosen, nichtperiodischen Schwingungsverläufen, so daß man hier von einem Chaosgenerator spricht.

Der Operationsverstärker arbeitet als Negative Impedance Converter NIC, dessen Funktionsweise in [4] erläutert ist. Mit der in Bild 2 dargestellten Meßschaltung kann man das  $i$ - $u$ -Diagramm eines NICs aufnehmen (Tabelle 1). Das in Bild 3 wiedergegebene Diagramm zeigt im Bereich  $-7,6\text{ V} < U_e < +7,6\text{ V}$  einen negativen Leitwert. Die endliche Betriebsspannung des OpAmps begrenzt die invertierende Funktion der Schaltung auf dieses Intervall.

Zurück zu Bild 1. Kondensator C1 bildet mit dem NIC eine Art astabilen Multivibrator. Die Wirkung des NICs kann man durch den parallelgeschalteten Stellwiderstand R1 kompensieren. Über zwei entgegengesetzt geschaltete Z-Dioden sowie Stellwiderstand R2 ist ein gedämpfter, aus L1 und C2 beste-

hender Parallelschwingkreis an den Multivibrator gekoppelt. Die Resonanzfrequenz des Schwingkreises liegt im Niederfrequenzbereich bei etwa 920 Hz. Je nach Spannungsdifferenz über den beiden Z-Dioden ergibt sich ein unterschiedlicher Leitwert dieser Anordnung. Beim Überschreiten der Summe aus Diodenflußspannung  $U_f$  (0,7 V) und Z-Spannung (3,3 V) nimmt der Leitwert exponentiell zu.

Bevor man die Schaltung an die Stromversorgung anschließt, ist R1 auf Minimalwert (Kurzschluß) und R2 in Mittelposition zu stellen. Nach Möglichkeit sollte ein Oszilloskop mit x-y-Betrieb zur Verfügung stehen: Meßpunkt M1 geht auf den x-Kanal und M2 an die y-Achse. Nach dem Einschalten der Stromversorgung ist nur ein Punkt auf dem Oszilloskop zu sehen. Der Generator verharrt in einer stabilen Phase. Wer ein Speicheroszilloskop verwendet, kann die abklingende Schwingung im Einschaltmoment genauer beobachten. Bild 7 zeigt das Phasendiagramm der Meßpunkte M1 und M2 aus der Computersimulation, Bild 8 gibt den Verlauf der Spannung an Meßpunkt M2 über der Zeit wieder.

Wird R1 allmählich erhöht, beginnt die Schaltung ab  $R1 = 13\text{ k}\Omega$  zu schwingen. Die Kompensation des NICs ist so weit aufgehoben, daß die Schwingkreisverluste von L1/C2 entdämpft werden. Wie Bild 9 zeigt, ist auf dem Oszilloskopschirm eine geschlossene Phasenschleife zu beobachten. An Punkt M2 stellt sich eine fast sinusförmige Wechselspannung ein. Eine fortlaufende Erhöhung von R1 bewirkt eine stetige Steigerung der Schwingkreisamplitude. Bald wird die Schwellenspannung der Z-Dioden überschritten, so daß neben der Kopplung über R2 ein zusätzlicher Strom fließt. Die einfach geschlossene Phasenschleife spaltet sich in eine Doppelschleife auf (Bild 10).

Wenn man die Schwingung an Punkt M2 über einen Signalverfolger beziehungsweise Nf-Verstärker akustisch wiedergibt, nimmt man einen Oktavsprung nach unten wahr. Die Aufspaltung der einfachen Schleife bedeutet eine Frequenzteilung der ursprünglichen Schwingung. Geringfügige Änderungen an

$u_e$ [V]	$i$ [mA]
-10,3	0,5
-9,2	0,75
-7,6	1,07
-7,08	1,0
-5,3	0,75
-3,6	0,5
-1,72	0,25
0	0
1,72	-0,25
3,6	-0,5
5,3	-0,75
7,08	-1,0
7,63	-1,07
9,2	-0,75
10,3	-0,5

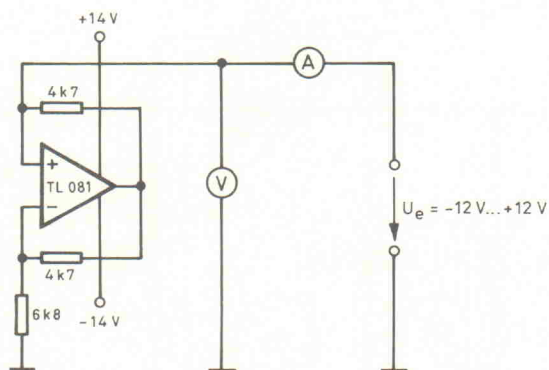
**Tabelle 1. Meßwertreihe zum NIC.**

$u_e$ [V]	$i_d$ [mA]
0,0	0,0
0,5	0,005
1,0	0,01
1,75	0,05
2,43	1,0
2,63	2,0
3,07	7,5
3,325	15,0
3,435	20,0
3,518	25,0
3,786	50,0
3,93	75,0

**Tabelle 2. Meßwertreihe für das Z-Diodenpaar.**

R1 bewirken immer weitere Frequenzteilungen, wie an den Schleifen in Bild 11 zu erkennen ist. Schließlich geht die periodische Schwingung in eine vollkommen unregelmäßige, chaotische Schwingung über (Bild 12). Im Lautsprecher ist nur ein verzerrtes Geräusch zu hören, das an rosa Rauschen erinnert.

Bei R1-Werten größer als 24 k $\Omega$  kommt es erneut zu einer stabilen, periodischen Schwingung (Bild 13). Der Amplitudenwert beträgt ein Mehrfaches der ursprünglichen Schwingung und erreicht nahezu den Pegel der Betriebsspannung. Auf dem Oszilloskop ist an Punkt M1 eine sinusförmige Schwingung sichtbar (Bild 14). Beläßt man den Widerstand R1 konstant bei rund 20 k $\Omega$  und variiert man R2, kann man ein ähnliches Verhalten des Oszil-



**Bild 2. Meßschaltung zum Aufnehmen der NIC-Kennlinie.**



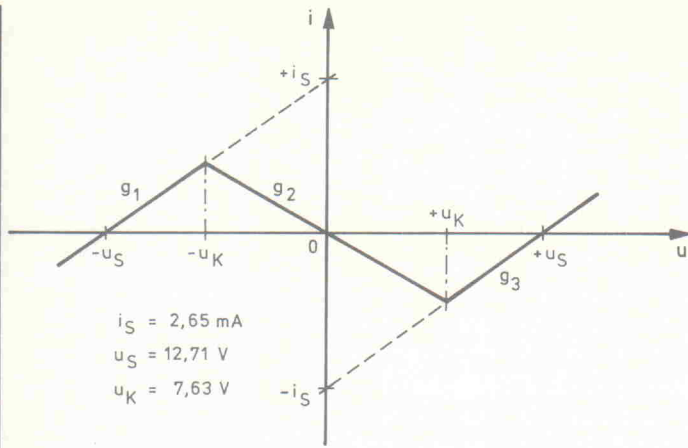


Bild 3. Kennlinie des NIC.

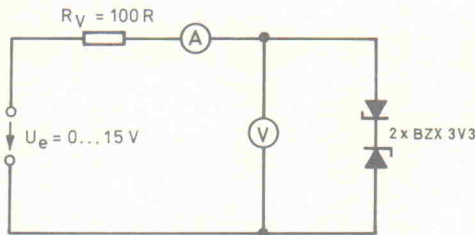


Bild 4. Meßschaltung zum Aufnehmen der Kennlinie des Z-Diodenpaars.

lators beobachten (gedämpft → periodisch → chaotisch → periodisch).

## Kennlinienmodellierung

Für die Netzwerkanalyse ist die Kenntnis des Klemmenverhaltens eines jeden Bauelements erforderlich, also die Beziehung zwischen Strom und Spannung an seinen Anschlüssen. Während für Widerstand, Kondensator und Induktivität die Gesetzmäßigkeiten allgemein bekannt sind, muß man bei Halbleitern (Dioden, Transistoren, Operationsverstärkern) die Kennlinienfunktion über eine Meßreihe bestimmen. Im Labor nimmt man mit Hilfe von zwei Multimetern entsprechend der in Bild 2 gezeigten Schaltung das i-u-Diagramm des NICs auf Millimeterpapier auf. Die Meßkurve kann durch drei Geradengleichungen als Funktion  $i = f(u)$  abgebildet werden:

$g_1$  für das Intervall  $|u| > u_K$ ,

$$u < 0 \rightarrow i = f(u) = u \cdot \frac{i_S}{u_S} + i_S \quad (1)$$

$g_2$  für das Intervall  $|u| < u_K \rightarrow$

$$i = f(u) = -u \cdot \frac{1}{6,8 \text{ k}\Omega} \quad (2)$$

$g_3$  für das Intervall  $|u| > u_K$ ,

$$u > 0 \rightarrow i = f(u) = u \cdot \frac{i_S}{u_S} - i_S \quad (3)$$

Die Schnittpunkte  $i_S$  und  $u_S$  kann man unmittelbar aus dem Diagramm ablesen. Sie können in Abhängigkeit vom verwendeten OpAmp-Typ leicht variieren. In der Meßschaltung mit dem TL 081 betragen die Werte  $i_S = 2,65 \text{ mA}$  und  $u_S = 12,71 \text{ V}$ .

Die Meßkurve der beiden Z-Dioden (Bild 5) kann man im Gegensatz zum NIC nicht mit Hilfe einfacher Geradengleichungen abbilden. Zum Berechnen einer Näherungsfunktion wählt man einen Funktionsansatz, der einen ähnlichen Verlauf besitzt wie die Kurve im Diagramm. Der Ansatz enthält freie Parameter, über die man den Kurvenverlauf optimal an die Realität anpassen kann. Im Spannungsbereich  $-2,0 \text{ V} < u_d < +2,0 \text{ V}$  beträgt der Diodenstrom annähernd konstant 0 mA (Sperrphase). Der linke beziehungsweise rechte Funktionsast besitzt große Ähnlichkeit mit einem Polynom 5. Ordnung. Um das Intervall von  $-2,0 \text{ V}$  bis  $+2,0 \text{ V}$  auszublenden, subtrahiert man daher vom Absolutbetrag der Diodenspannung einen Wert von 2,0 V. Der Funktionsansatz für das Polynom 5. Ordnung lautet somit:

$$i_d = f_2(u_d) = a_1 \cdot (|u_d| - 2,0) + a_3 \cdot (|u_d| - 2,0)^3 + a_5 \cdot (|u_d| - 2,0)^5 \quad (4)$$

Die Methode der kleinsten Fehlerquadrate gestattet die Berechnung der Parameter  $a_1$ ,  $a_3$  und

$a_5$ . In [4] ist das Verfahren einschließlich eines kurzen Pascal-Programms vorgestellt. Zahlreiche Mathematikprogramme wie beispielsweise MathCAD unterstützen die Kurvenapproximation für gegebene Meßwertreihen. Für die Meßwerte aus Tabelle 2 erhält man die Koeffizienten:

$$a_1 = 3,615 \text{ 2}$$

$$a_3 = -0,594 \text{ 28}$$

$$a_5 = 2,685 \text{ 274}$$

In der Programmiersprache Pascal kann man mit einer If-Then-Else-Anweisung die Funktion für den Diodenstrom in Abhängigkeit von der Diodenspannung wie folgt notieren:

```
Function f2 (ud: real): real;
Const a1 = 3.6152; { Koeffizienten für Ausgleichspolynom }
      a3 = -0.59428;
      a5 = 2.685274;
      uz = 2.0; { Spannungskonstante der Z-Dioden }
```

```
Function Sign(u: real): real; { Vorzeichen von u }
Begin
  if u < 0 then
    Sign := -1.0
  else
    Sign := 1.0
End; { function Sign }
```

```
Var uh: real;
Begin
  uh := abs(ud) - uz; { Ausblenden von -2.0 < ud < 2.0 }
  If uh > 0 Then
    f2 := Sign(ud) * uh * (a1 + Sqr(uh) * (a3 + a5 * Sqr(uh)));
  Else
    f2 := 0.0;
End; { Function f2 }
```

Mit Hilfe der Kirchhoffschen Gesetze [5] werden im folgenden drei Beschreibungsgleichungen für den Chaosgenerator aus Bild 1 hergeleitet. Das Verfahren besitzt allgemeine Gültigkeit und ist auf Schaltungen mit ähnlichem Umfang anzuwenden. Als erster Schritt wird der Stromlaufplan in ein Ersatzschaltbild überführt. Schaltungsblöcke, deren Klemmenverhalten (i-u-Kennlinie) bekannt ist, erhalten ein Ersatzsymbol. In dem Beispiel Chaosgenerator ist für den NIC der nichtlineare Leitwert G1 und für die Z-Dioden der nichtlineare Leitwert G2 eingezeichnet. Jeder Netzwerkzweig ist mit einem Strompfeil zu versehen, die Pfeilrichtung ist dabei willkürlich festgelegt. Zudem zeichnet man über alle Bauelemente den Spannungsabfall ein.

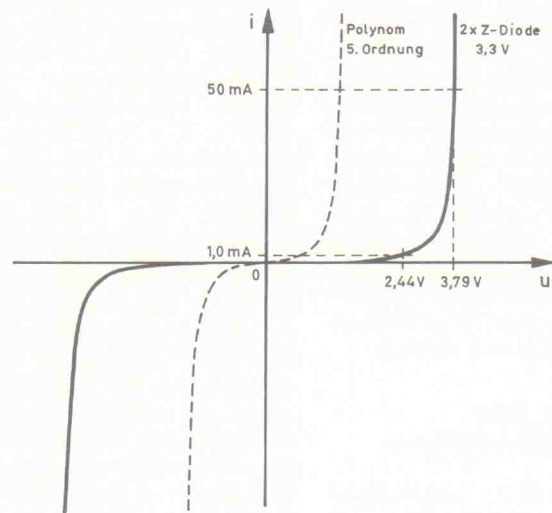


Bild 5. Kennlinie des Z-Diodenpaars.

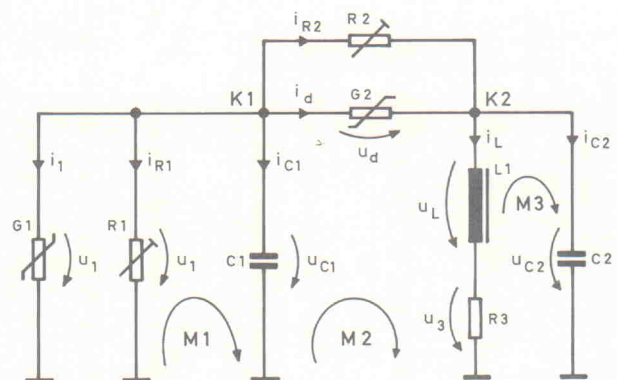
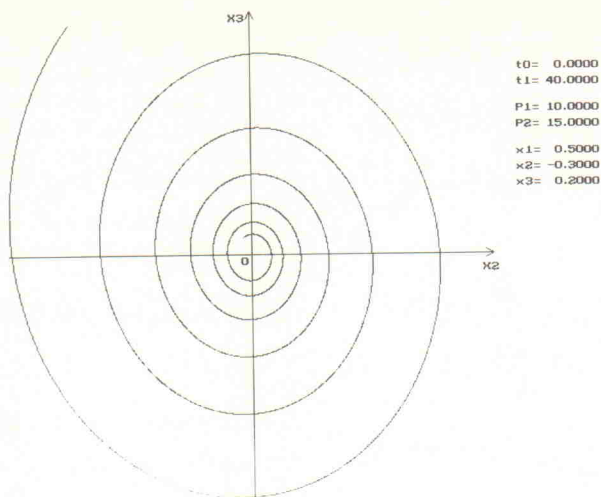


Bild 6. Ersatzschaltbild für den Chaosgenerator.





**Bild 7. Gedämpfte Schwingung im Phasendiagramm mit  $R_1 = 10 \text{ k}\Omega$  und  $R_2 = 15 \text{ k}\Omega$ .**

Die Richtung des Pfeils ist identisch mit der des Zweigstroms festzulegen (Bild 6). Die Numerierung der Knotenpunkte beginnt beim Massepunkt mit 0.

Ausgangspunkt für die Netzwerkgleichungen sind die Strom-Spannungsbeziehungen der energiespeichernden Elemente  $C_1$ ,  $C_2$  und  $L_1$ . Das i-u-Klemmenverhalten an Kondensator und Spule wird über Differentialquotienten nach der Zeit definiert.

$$C_1 \cdot \frac{du_{C1}}{dt} = i_{C1}; \quad C_2 \cdot \frac{du_{C2}}{dt} = i_{C2};$$

$$L_1 \cdot \frac{di_{L1}}{dt} = u_{L1} \quad (5)$$

Um die Differentialquotienten durch Integration aufzulösen, muß man die rechten Seiten, also die Ströme  $i_{C1}$ ,  $i_{C2}$  sowie die Spannung  $u_{L1}$  als Funktionen der Netzwerkvariablen  $u_{C1}$ ,  $u_{C2}$

und  $i_{L1}$  darstellen. Mit Hilfe der Kirchhoffschen Sätze (Knotenpunktsatz, Maschensatz) und den i-u-Kennlinien der Bauelemente ist dies schrittweise möglich. Für die Maschen  $M_1$ ,  $M_2$  und  $M_3$  sowie die Knotenpunkte  $K_1$  und  $K_2$  ergeben sich folgende Gleichungen:

$$-u_1 + u_{C1} = 0 \quad (6)$$

$$-u_{C1} + u_d + u_{L1} + u_3 = 0 \quad (7)$$

$$-u_3 - u_{L1} + u_{C2} = 0 \quad (8)$$

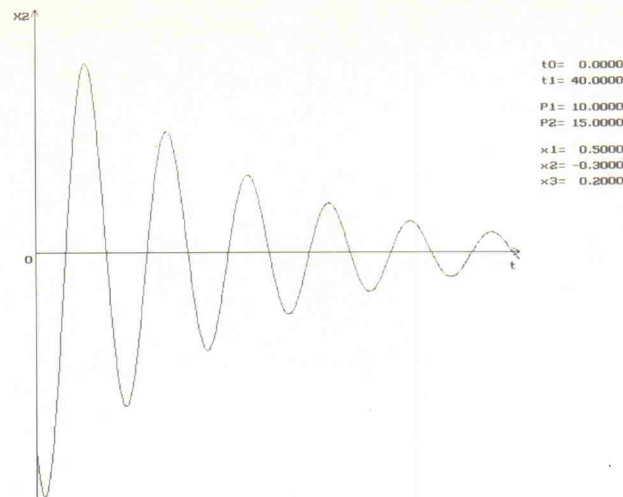
$$i_1 + i_{R1} + i_{C1} + i_d + i_{R2} = 0 \quad (9)$$

$$-i_d - i_{R2} + i_{L1} + i_{C2} = 0 \quad (10)$$

Die Kennlinien der beiden nichtlinearen Leitwerte  $G_1$  und  $G_2$  sind bereits bekannt. Für  $G_1$  gilt:

$$|u_1| \geq u_K, u_1 < 0 \rightarrow i_1 = \frac{i_s}{u_s} \cdot u_1 + i_s$$

$$i_1 = f_1(u_1) : |u_1| < u_K \rightarrow i_1$$



**Bild 8. Gedämpfte Schwingung der Spannung  $u_{C2}$  über der Zeit mit  $R_1 = 10 \text{ k}\Omega$  und  $R_2 = 15 \text{ k}\Omega$ .**

$$= -u_1 \cdot \frac{1}{6,8 \text{ k}\Omega}$$

$$|u_1| \geq u_K, u_1 > 0 \rightarrow i_1 = \frac{i_s}{u_s} \cdot u_1 - i_s \quad (11)$$

Die Funktionsgleichung für den Leitwert  $G_2$  lautet:

$$i_d = f_2(u_d) = \text{sign}(u_d) \cdot [a_1 \cdot |u_d| - 2,0) + a_3 \cdot |u_d| - 2,0)^3 + a_5 \cdot |u_d| - 2,0)^5] \quad (12)$$

Mit Hilfe der Maschen- und Knotengleichungen (6) bis (10) kann man die Größen  $i_{C1}$ ,  $i_{C2}$  und  $i_{L1}$  schrittweise ersetzen.

$$i_{C1} = -(i_1 + i_{R1} + i_d + i_{R2})$$

$$i_1 = f_1(u_1)$$

$$u_1 = u_{C1}$$

$$i_1 = f_1(u_{C1}) \quad (13)$$

$$i_d = f_2(u_d)$$

$$u_d = u_{C1} - u_{C2}$$

$$i_2 = f_2(u_{C1} - u_{C2})$$

$$i_{R2} = \frac{u_d}{R_2} = \frac{u_{C1} - u_{C2}}{R_2} \quad (14)$$

$$i_{C1} = C_1 \cdot \frac{du_{C1}}{dt} = [f_1(u_{C1}) + \frac{u_{C1}}{R_1} + f_2(u_{C1} - u_{C2}) + \frac{u_{C1} - u_{C2}}{R_1}] \quad (15)$$

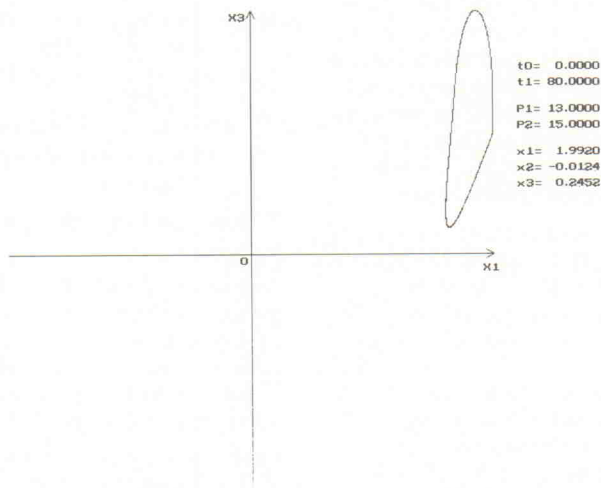
$$i_{C2} = i_d + i_{R2} - i_{L1} \quad (16)$$

$$i_{C2} = C_2 \cdot \frac{du_{C2}}{dt} = f_2(u_{C1} - u_{C2}) + \frac{u_{C1} - u_{C2}}{R_2} - i_{L1} \quad (17)$$

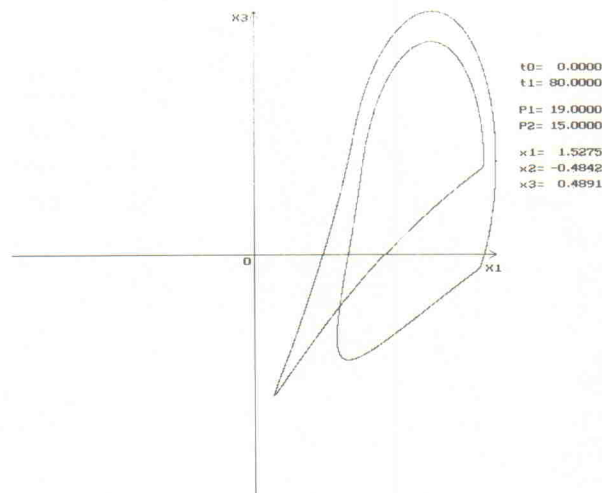
$$u_{L1} = -u_{R3} + u_{C2}; u_{R1} = i_{L1} \cdot R_3 \quad (18)$$

$$u_{L1} = L_1 \cdot \frac{di_{L1}}{dt} = -i_{L1} \cdot R_3 + u_{C2} \quad (19)$$

Die drei Differentialgleichungen 1. Ordnung (15), (17) und (19) beschreiben das Verhalten des Netzwerks vollständig. Ihre Lösung ergibt die gesuchten Funktionen  $u_{C1}(t)$ ,  $u_{C2}(t)$  und  $i_{L1}(t)$  in Abhängigkeit von der Zeit. Auf-

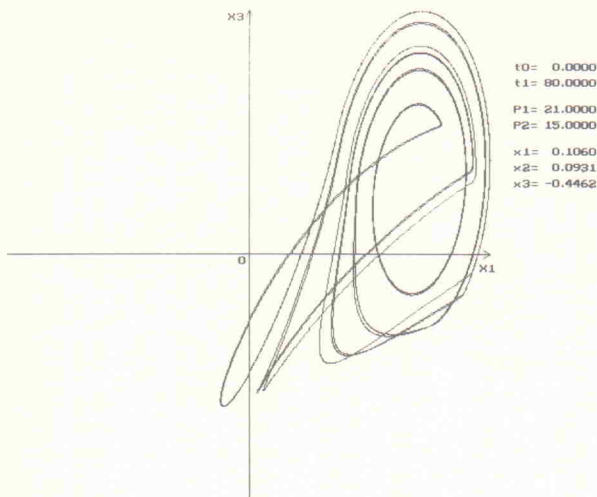


**Bild 9. Stabile periodische Schwingung mit  $R_1 = 13 \text{ k}\Omega$  und  $R_2 = 15 \text{ k}\Omega$ .**



**Bild 10. Aufspaltung der Schleife (Frequenzteilung) im Phasendiagramm mit  $R_1 = 19 \text{ k}\Omega$  und  $R_2 = 15 \text{ k}\Omega$ .**





**Bild 11. Weitere Aufspaltung der Phasenkurve mit  $R1 = 21 \text{ k}\Omega$  und  $R2 = 15 \text{ k}\Omega$ .**

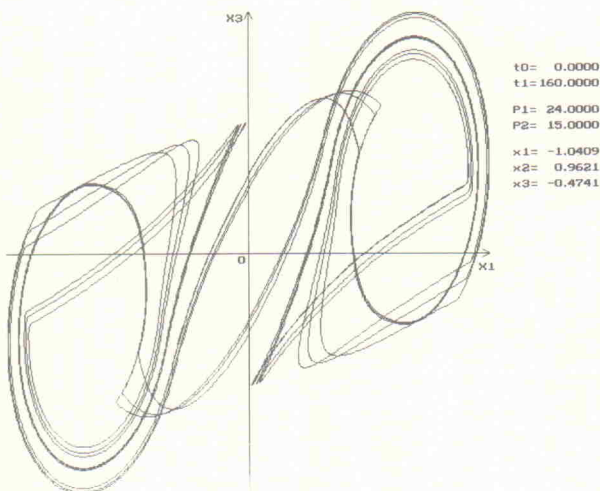
grund der nichtlinearen Funktionen  $f_1(\text{NIC})$  und  $f_2(\text{Z-Dioden})$  kann man eine Lösung jedoch nur auf numerischem Weg per Simulation am Rechner finden. Beim Betrachten der rechten Seiten stellt man fest, daß die Gleichungen miteinander verkoppelt sind. In jeder DGL sind Größen der anderen enthalten (zum Beispiel  $u_{C2}$  in allen drei Gleichungen). Man spricht deshalb von einem simultanen System, das heißt, die Gleichungen sind geschlossen – quasi gleichzeitig – zu integrieren.

Die Verkopplung der Gleichungen ist ein Spiegelbild des realen Netzwerks. Wenn sich die Spannung am Kondensator C2 ändert, müssen sich zwangsläufig der Strom  $i_{L1}$  und die Spannung  $u_{C1}$  ebenfalls ändern. Für die numerische Lösung am Rechner ist es günstig, die Zeit  $t$  durch eine normierte Zeit  $\tau$  zu ersetzen. Als Normierungsfaktor eignen sich

netzwerkspezifische Konstanten wie zum Beispiel die Resonanzfrequenz des Parallelschwingkreises  $L1/C2$ . Während der Simulation entspricht ein  $\tau$ -Wert von  $2\pi$  genau einer Schwingkreisperiode. Die Zeitnormierung ist vergleichbar mit dem Einstellen des x-Ablenkfaktors am Oszilloskop. Normierungen können weiterhin bei sehr kleinen (beziehungsweise großen) Strömen und Spannungen sinnvoll sein. Im Beispiel wird davon indirekt Gebrauch gemacht, indem die Stromstärke  $i_{L1}$  in mA berechnet wird und die Widerstände  $R1$  und  $R2$  in  $\text{k}\Omega$  als Parameter im Differentialgleichungssystem stehen.

Für die Zeitnormierung gilt:

$$\begin{aligned} \tau &= \omega t \\ \omega &= \frac{1}{\sqrt{L1 \cdot C2}} \\ dt &= \frac{d\tau}{\omega} = \sqrt{L1 \cdot C2} \cdot d\tau \end{aligned} \quad (20)$$



**Bild 12. Vollkommen chaotische Schwingung mit  $R1 = 24 \text{ k}\Omega$  und  $R2 = 15 \text{ k}\Omega$ .**

Als normiertes Differentialgleichungssystem erhält man:

$$\begin{aligned} \frac{du_{C1}}{d\tau} &= -\frac{1}{\omega \cdot C1} \left[ f_1(u_{C1}) + \frac{u_{C1}}{R1} \right. \\ &\quad \left. + f_2(u_{C1} - u_{C2}) + \frac{u_{C1} - u_{C2}}{R2} \right] \end{aligned} \quad (21)$$

$$\begin{aligned} \frac{du_{C2}}{d\tau} &= \frac{1}{\omega \cdot C2} \left[ f_1(u_{C1} - u_{C2}) \right. \\ &\quad \left. + \frac{u_{C1} - u_{C2}}{R1} - i_{L1} \right] \end{aligned} \quad (22)$$

$$\frac{di_{L1}}{d\tau} = \frac{1}{\omega \cdot L1} \cdot (-R3 \cdot i_{L1} + u_{C2}) \quad (23)$$

In dem am Artikelende vorgestellten und über die Elrad-Mailbox abrufbaren Pascal-Programm sind die Koeffizienten vor den Klammern als Konstanten eingeführt:

$$\begin{aligned} k_1 &= \frac{1}{\omega \cdot C1} = \frac{\sqrt{L1 \cdot C2}}{C1} \\ &= 17,32 \frac{\text{V}}{\text{mA}} \end{aligned} \quad (24)$$

$$\begin{aligned} k_2 &= \frac{1}{\omega \cdot C2} = \frac{\sqrt{L1 \cdot C2}}{C2} \\ &= 1,732 \frac{\text{V}}{\text{mA}} \end{aligned} \quad (25)$$

$$\begin{aligned} k_3 &= \frac{1}{\omega \cdot L1} = \frac{\sqrt{L1 \cdot C2}}{L1} \\ &= 0,57735 \frac{\text{mA}}{\text{V}} \end{aligned} \quad (26)$$

## Numerische Lösung am PC

Zum Lösen von Differentialgleichungen am Digitalrechner zerlegt man das zeitkontinuierliche Problem in endliche viele diskrete Zeitschritte. Anstelle der unendlich kleinen Zeitschrittweite  $dt$  steht die endlich große Schrittweite  $\Delta t$ . Um den numerischen Fehler möglichst klein zu halten, wird das Intervall  $[t, t + \Delta t]$  in weitere Teilschritte zerlegt.

Die Physiker Runge und Kutta entwickelten für die Lösung von Problemen aus der Strömungsmechanik bereits in den 20er Jahren ein numerisches Verfahren zur Integration von Differentialgleichungen. Der theoretische Hintergrund sowie modifizierte Verfahren sind in [6] und [7] erläutert. Für Differentialgleichungssysteme ist das Verfahren pro Zeitschritt auf jede Gleichung nacheinander anzuwenden. Um den Formelapparat

nur einmal im Programm zu notieren, faßt man die Variablen  $u_{C1}$ ,  $u_{C2}$  und  $i_{L1}$  in einem Vektor  $x[i]$  zusammen. Damit kann man in einer einfachen Schleifenanweisung per Index (Variable  $i$ ) auf die Größen zugreifen.

Der Algorithmus zum Runge-Kutta-Verfahren sieht wie folgt aus:

Differentialgleichung der Form  $\frac{dx}{dt} = f(x, t)$  (27)

Zeitschrittweite  $\Delta t = h$  (28)

Startwert  $x_0 = x(t_0)$  (29)

nächster Wert  $x_1 = x(t_0 + h)$  und so weiter ... (30)

$K_0 = f(x_i, t)$  (31)

$K_1 = f(x_i + 0,5h, t + 0,5h \cdot K_0)$  (32)

$K_2 = f(x_i + 0,5h, t + 0,5h \cdot K_1)$  (33)

$K_3 = f(x_i + h, t + h \cdot K_2)$  (34)

$X_{i+1} = x_i + \frac{h}{6} \cdot (K_0 + 2K_1 + 2K_2 + K_3)$  (35)

Das Programm verzichtet auf eine automatische Steuerung der Schrittweite  $h$ . Wer auf eine hohe Genauigkeit und eine effektive Rechenzeit Wert legt, dem sei ein modifiziertes Verfahren aus [7] empfohlen. Die vier Hilfsvariablen  $K_0 \dots K_3$  sind im Programm (ähnlich wie  $x$ ) als Vektoren deklariert. Damit steht die Reihenfolge zur numerischen Lösung fest:

– Festlegen des Parametervektors  $p$ :

$p[1] \rightarrow$  Widerstand  $R1$  in  $\text{k}\Omega$   
 $p[2] \rightarrow$  Widerstand  $R2$  in  $\text{k}\Omega$

– Festlegen einer Startbelegung für den Vektor  $x$ :

$x[1] \rightarrow$  Spannung an C1 zum Zeitpunkt  $t = 0$  in V  
 $x[2] \rightarrow$  Spannung an C2 zum Zeitpunkt  $t = 0$  in V  
 $x[3] \rightarrow$  Strom durch Induktivität  $L1$  zum Zeitpunkt  $t = 0$  in mA

– Eingabe des Integrationsintervalls  $[t_0, t_1]$

– Aufruf des Runge-Kutta-Algorithmus: Von  $t_0$  bis  $t_1$  mit Schrittweite  $\Delta t = h$  wird fortlaufend die Änderung des Vektors  $x$  berechnet und in einer Tabelle abgespeichert.

– Grafische Ausgabe der Größen  $x[1] \dots x[3]$  über der Zeit oder als Phasendiagramm (beispielsweise  $x[2]$  über  $x[3]$ ).

Hinweis: Fortsetzung in Ausgabe 5/93

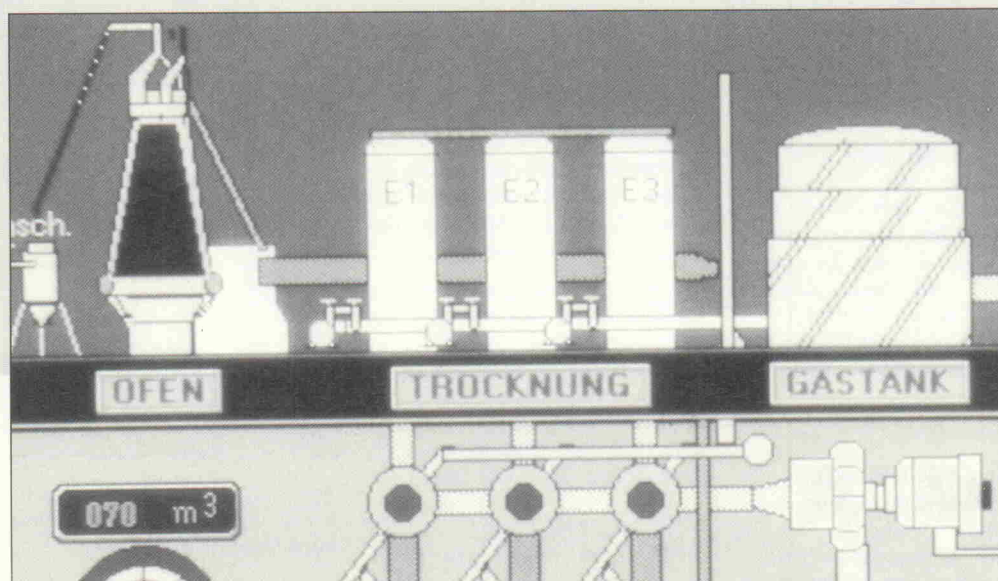


# Regelungstechnik

## Teil 13: Entwurf diskreter Regler

**Dr. Ioannis Papadimitriou**

Dieser abschließende Beitrag der Regelungstechnik-Serie beschreibt den Entwurf digitaler Regler mit Hilfe der Polvorgabe und stellt die digitalen Kompensations- und Deadbeat-Regler vor.



Grundlagen

**D**er Entwurf diskreter Regelkreise gestaltet sich um so schwieriger, je größer die Abtastzeit gewählt wird. In diesem Fall kann man nicht mehr von einer quasikontinuierlichen Betrachtungsweise ausgehen und sollte sich von jeglicher Anlehnung an kontinuierliche Regler freimachen. Grundlage für die weiteren Betrachtungen ist der diskrete Regelkreis nach Bild 90.

$$F_S(z) = \frac{x(z)}{y(z)} = \frac{b_0 + b_1 z^{-1} + \dots + b_m z^{-m}}{a_0 + a_1 z^{-1} + \dots + a_m z^{-m}} z^{-d} = \frac{B(z^{-1})}{A(z^{-1})}$$

Gleichung (1)

$$F_R(z) = \frac{y(z)}{x_W(z)} = \frac{q_0 + q_1 z^{-1} + \dots + q_v z^{-v}}{p_0 + p_1 z^{-1} + \dots + p_\mu z^{-\mu}} = \frac{Q(z^{-1})}{P(z^{-1})}$$

Gleichung (2)

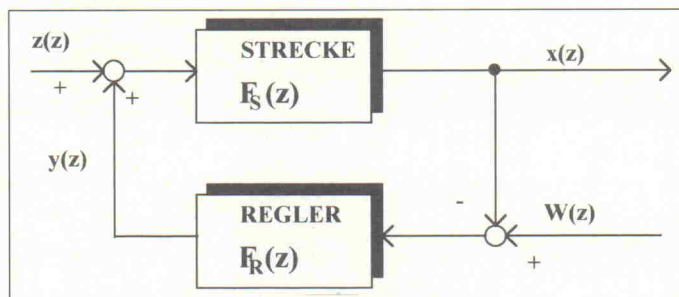


Bild 90. Der diskrete Regelkreis.

$$F_R(z) = \frac{y(z)}{x_W(z)} = \frac{q_0 + q_1 z^{-1} + \dots + q_v z^{-v}}{1 - z^{-1}} = \frac{Q(z^{-1})}{P(z^{-1})}$$

Gleichung (3)

Für die Übertragungsfunktion einer Regelstrecke mit einem Halteglied nullter Ordnung in der  $z$ -Ebene gilt Gleichung (1). Gleichung (2) zeigt im Vergleich dazu die allgemeine Übertragungsfunktion eines Reglers.

Die folgenden Untersuchungen setzen vier Eigenschaften der Regelstrecke und des Reglers voraus:

- Ein integrierendes Verhalten bedeutet einen Pol bei  $z = 1$ .
- Damit das System auf Eingangsfolgen am Ausgang ohne Zeitverzug reagiert, ist es erforderlich, daß der Grad des Zählers in der Übertragungsfunktion gleich dem Nennergrad sein muß.
- Wegen der Kausalitätsbedingungen ist der Zählergrad nicht größer als der Nennergrad.
- Bei reellen Systemen mit Stell- und Meßgliedern, insbesondere bei solchen mit Totzeit, ist der Zählergrad der Übertragungsfunktion der Regelstrecke kleiner als der Nennergrad.

Bei der Bestimmung der Struktur des Reglers muß man auch berücksichtigen, daß weder eine bleibende Regelabweichung – selbst bei Veränderun-



$$F_W(z) = \frac{x(z)}{w(z)} = \frac{F_R(z) F_S(z)}{1 + F_R(z) F_S(z)} = \frac{Q(z^{-1}) B(z^{-1}) z^{-d}}{P(z^{-1}) A(z^{-1}) + Q(z^{-1}) B(z^{-1}) z^{-d}}$$

### Gleichung (5)

gen der Führungsgröße noch eine bleibende Störung erlaubt ist. Das führt zu der Bedingung: der Regler muß einen Pol bei  $z = 1$  haben. Die Regelalgorithmen  $v$ -ten Grades besitzen somit die Struktur nach Gleichung (3).

Für  $v = 1$  bekommt man einen PI-Regler, bei  $v = 2$  einen PID-Regler, bei  $v = 3$  einen PID2-Regler und so weiter. Gleichung (4) zeigt die entsprechende Differenzengleichung (siehe auch Teil 12, ELRAD 1/93) mit der Regelabweichung  $e(k) = w(k) - x(k)$ .

$$y(k) = y(k-1) + q_0 e(k) + q_1 e(k-1) + \dots + q_v e(k-v) \quad (4)$$

Um eine möglichst hohe Regelgüte zu bekommen, müssen die Reglerparameter  $q_0, q_1, \dots, q_v$  an den Prozeß angepaßt werden. Dazu gibt es unter anderem die folgenden Möglichkeiten:

### Entwurf durch Polvorgabe

Das dynamische sowie das statische Verhalten von Regelsystemen wird maßgebend von der Lage der Pole, entsprechend den Nullstellen der charakteristischen Gleichung im Nenner der Übertragungsfunktion, be-

stimmt. Das bedeutet, man versucht durch geschickte Auswahl der Reglerparameter die Pole des geschlossenen Regelsystems in geeigneter Weise zu beeinflussen, um so zu dem gewünschten Verhalten für das Gesamtsystem zu kommen. Beim Entwurf eines Reglers durch Polvorgabe bestimmt man zunächst die des geschlossenen Regelsystems und leitet davon die Parameter des Reglers im Nachhinein ab.

Ausgehend von dem diskreten Regelkreis in Bild 90 folgt aus den Gleichungen (1) und (2) für die diskrete Führungsübertragungsfunktion die Gleichung (5). Für das Nennerpolynom  $N(z^{-1})$  gilt Gleichung (6) oder in verallgemeinerter Form Gleichung (7).

$$N(z^{-1}) = 1 + F_R(z) F_S(z) \quad (6)$$

$$= P(z^{-1}) A(z^{-1}) + Q(z^{-1}) B(z^{-1}) z^{-d}$$

$$N(z^{-1}) = 1 + \alpha_1 z^{-1} + \alpha_2 z^{-2} + \dots + \alpha_r z^{-r} \quad (7)$$

Aus der Vorgabe der Pole  $z_\alpha$  ergibt sich die charakteristische Gleichung des Nennerpolynoms. Die Reglerparameter las-

$$N(z^{-1}) = (1 + p_1 z^{-1} + p_2 z^{-2} + \dots + p_\mu z^{-\mu}) (1 + a_1 z^{-1} + a_2 z^{-2} + \dots + a_m z^{-m}) + (q_0 + q_1 z^{-1} + \dots + q_v z^{-v}) (b_1 z^{-1} + b_2 z^{-2} + \dots + b_m z^{-m}) z^{-d}$$

Gleichung (8)

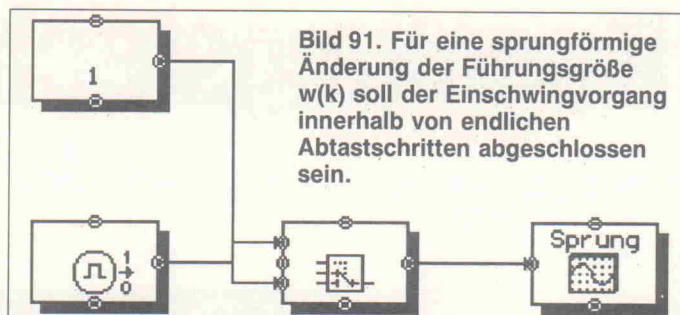
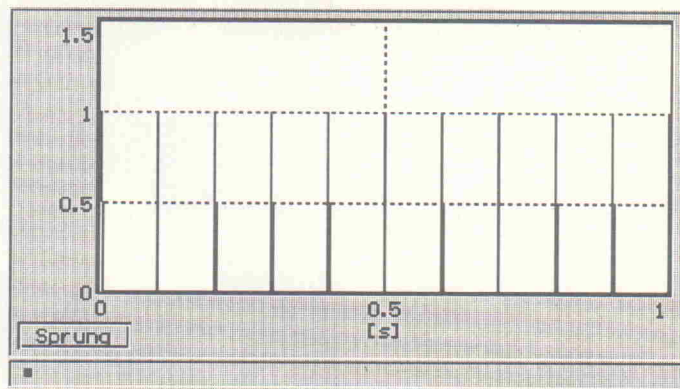


Bild 91. Für eine sprunghafte Änderung der Führungsgröße  $w(k)$  soll der Einschwingvorgang innerhalb von endlichen Abtastschritten abgeschlossen sein.



sen sich durch Koeffizientenvergleich von Gleichung (7) mit Gleichung (8) bestimmen.

Damit kann man nun die Differenzengleichung des Reglers aufstellen und diesen in gleicher Weise wie in den vorherigen Beiträgen programmieren. Die Vorgabe der Pole ist relativ willkürlich. Aus diesem Grund

sind meistens einige Versuche erforderlich, ehe man das gewünschte Verhalten des Systems erreicht hat.

### Diskreter Kompensationsregler

$$F_W(z) = \frac{x(z)}{w(z)} = \frac{F_R(z) F_S(z)}{1 + F_R(z) F_S(z)} \quad (9)$$

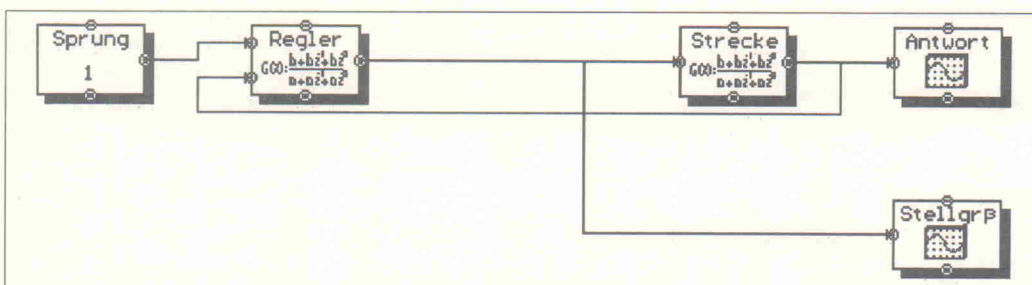
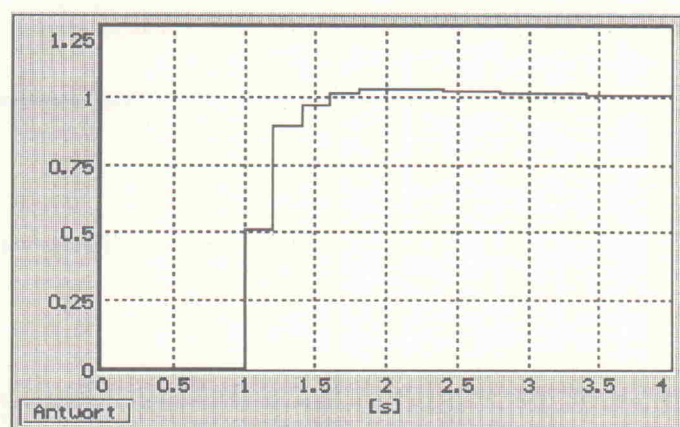
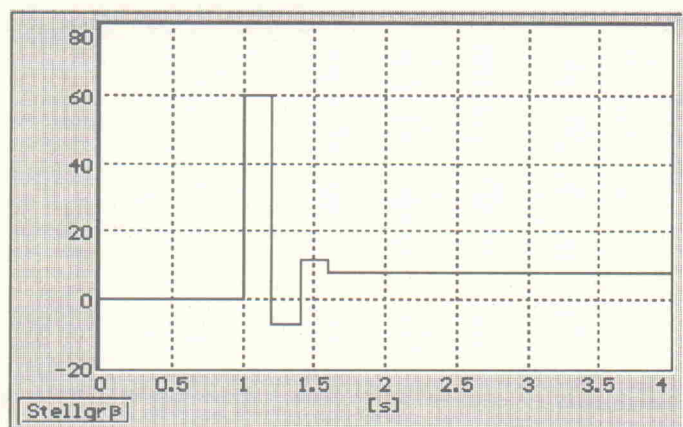


Bild 92. Drehzahlregelung eines elektrischen Motors ohne Begrenzung des Stellglieds.





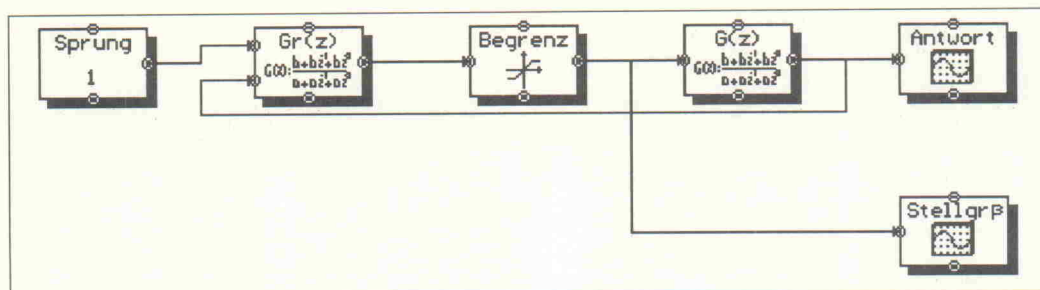
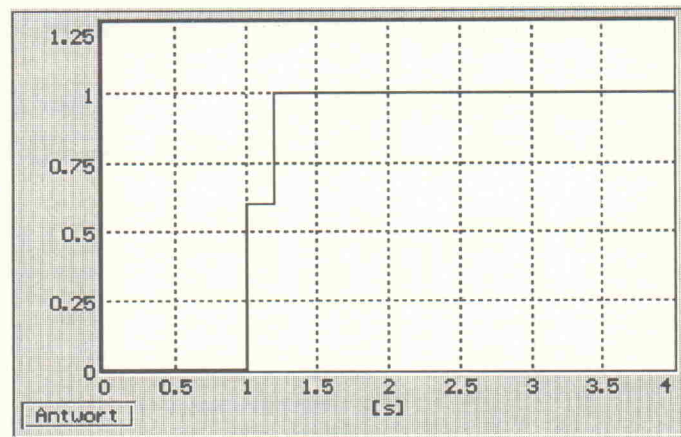
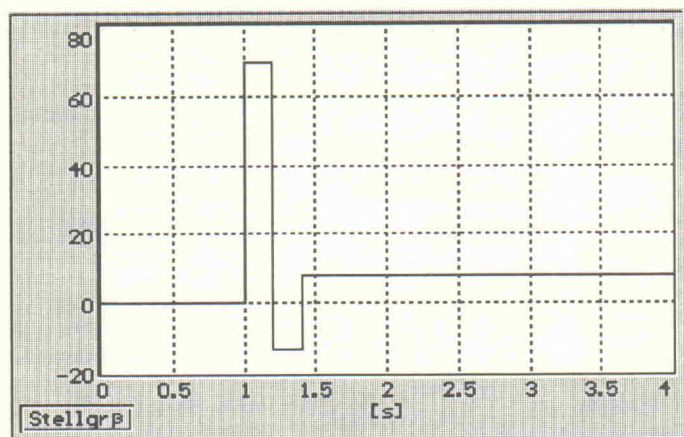


Bild 93. Das Sprungverhalten des Motors bei einer Stellgliedbegrenzung von 60 V beim Deadbeat-Regler.



$$F_R(z) = \frac{1}{F_W(z)} \frac{G_W(z)}{1 - G_W(z)} \quad (10)$$

Ausgangspunkt der Kompensation ist die Führungsübertragungsfunktion  $F_W(z)$  des geschlossenen Regelkreises, Gleichung (9). Auch bei dieser Methode will man das Verhalten des Regelkreises vorgeben. Dazu gibt man für  $F_W(z)$  das gewünschte Übertragungsverhalten als eine Modellübertragungsfunktion  $G_W(z)$  an, die die Forderung

$$F_W(z) = G_W(z)$$

erfüllt. Damit folgt aus Gleichung (9) die Übertragungsfunktion des Reglers, Gleichung (10). Diese stellt die Grundgleichung der digitalen Kompensation dar. Unter der Voraussetzung, daß die Regelstrecke ein stabiles System ist, und daß für die Modellübertragungsfunktion die fünf oben erwähnten Bedingungen gelten, kann man  $G_W(z)$  völlig frei wählen. Die Berechnung der Reglerparameter nach Gleichung (10) ist dann relativ einfach. Für den Fall, daß die Strecke nicht stabil ist, müssen weitere Bedingungen berücksichtigt werden [1].

## Deadbeat-Regler

Beim Entwurf dieses Reglertyps werden die Reglerkoeffizienten so bestimmt, daß der Einschwingvorgang nach einer sprunghörmigen Sollwertände-

rung innerhalb von endlichen Abtastschritten abgeschlossen ist. Für eine sprunghörmige Änderung der Führungsgröße  $w(k)$  wie im Bild 91 gelten die Anforderungen auf minimale Einschwingzeit:

$$x(k) = w(k) = 1, k \geq m$$

$$y(k) = y(m), k \geq m$$

$$W(z) = \frac{1}{1 - z^{-1}} \quad (11)$$

$$x(z) = x(1)z^{-1} + x(2)z^{-2} + \dots + [z^{-2} + z^{-(m+1)} + \dots] \quad (12)$$

$$y(z) = y(0) + y(1)z^{-1} + \dots + y(m)[z^{-m} + z^{-(m+1)} + \dots] \quad (13)$$

$$\frac{x(z)}{w(z)} = p_1 z^{-1} + p_2 z^{-2} + \dots + p_m z^{-m} = P(z) \quad (14)$$

$$\frac{y(z)}{w(z)} = q_0 + q_1 z^{-1} + \dots + q_m z^{-m} = Q(z) \quad (15)$$

$$F_R(z) = \frac{1}{F_S(z)} \frac{F_W(z)}{1 - F_W(z)} \quad (16)$$

Für die Führungs-, Regel- und Stellgröße gelten die z-Transformierten entsprechend den Gleichungen (11), (12) und (13). Die Division der Gleichungen (12) und (13) durch die Gleichung (11) und der Koeffizientenvergleich liefern Gleichung 14 mit:

$$p_1 = x(1)$$

$$p_2 = x(2) - y(1)$$

$$\vdots$$

$$p_m = 1 - x(m - 1)$$

$$F_S(z) = \frac{Q(z)}{1 - P(z)} = \frac{q_0 + q_1 z^{-1} + \dots + q_m z^{-m}}{1 - p_1 z^{-1} - p_2 z^{-2} - \dots - p_m z^{-m}}$$

## Gleichung (18)

und Gleichung (15) mit:

$$q_0 = y(0)$$

$$q_1 = y(1) - y(0)$$

$$\vdots$$

$$q_m = y(m) - y(m - 1)$$

Gleichung (9) beschreibt die Führungsübertragungsfunktion des Regelkreises. Daraus läßt sich die Übertragungsfunktion des Reglers ableiten, Gleichung (16). Der Vergleich der Gleichungen (9) und (14) führt zu der Beziehung:

$$F_W(z) = P(z)$$

$$F_S(z) = \frac{x(z)}{y(z)} = \frac{P(z)}{Q(z)} \quad (17)$$

Außerdem folgt aus den Gleichungen (14) und (15) die Gleichung (17) und schließlich der Ausdruck für den gesuchten Regler, die Gleichung (18). Die Reglerparameter bekommt man durch Koeffizientenvergleich mit Gleichung (17):

$$q_1 = a_1 q_0$$

$$q_2 = a_2 q_0$$

$$\vdots$$

$$q_m = a_m q_0$$

$$p_1 = b_1 q_0$$

$$p_2 = b_2 q_0$$

$$p_m = b_m q_0$$

Dabei gilt für  $q_0$  die Gleichung (19).

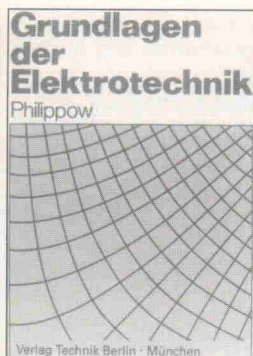
$$q_0 = \frac{1}{b_1 + b_2 + \dots + b_m} = y(0)$$

Die Reglerparameter lassen sich also relativ einfach aus den Parametern der Regelstrecke berechnen. Die Sprungantwort eines Regelkreises (Drehzahlregelung eines elektrischen Motors) beim Einsatz eines Deadbeat-Reglers zeigen die Bilder 92 und 93. Während Bild 91 das Verhalten des Systems für den Fall darstellt, daß keine Begrenzung des Stellglieds vorliegt, verdeutlicht das andere Bild das Sprungverhalten des Motors bei einer Stellgliedbegrenzung von 60 V. Daraus ist deutlich der Unterschied der theoretischen von den realen Möglichkeiten eines Deadbeat-Reglers zu erkennen. pen

## Literatur

- [1] H. Unbehauen, *Regelungstechnik II*, Vieweg-Verlag
- [2] R. Isermann, *Digitale Regelsysteme Band I*, Springer Verlag





## Grundlagen der Elektrotechnik

Schon in der 9. Auflage liegt dieses 784 Seiten umfassende Werk von Eugen Philippow vor. Es gibt eine ausführliche Einführung in die theoretischen Grundlagen der Elektrotechnik und behandelt in drei Schwerpunkten die Theorie des elektromagnetischen Feldes, die theoretischen Grundlagen der Mechanismen der Stromleitung sowie Theorie und Technik elektrischer Netzwerke. Neu aufgenommen wurden auf dem Gebiet der Feldtheorie die Methoden der finiten Elemente und der Sekundärquellen als ein Beispiel zur Anwendung der Methode der Integralgleichungen zur numerischen Berechnung elektromagnetischer Felder. Höhere mathematische Kenntnisse sind also nicht nur erwünscht, sondern unbedingt erforderlich. Ein ausführliches Literatur- und ein umfangreiches Stichwortverzeichnis dienen dem Leser als gute Nachschlagehilfe. hd

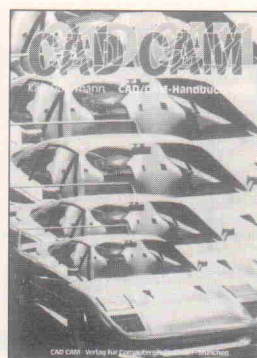
Eugen Philippow  
Grundlagen der Elektrotechnik  
9. Auflage  
Berlin/München 1992  
Verlag Technik  
784 Seiten  
DM 78,-  
ISBN 3-341-01071-8



## Leistungs-MOS-FET-Praxis

Lange Zeit kamen bei Leistungsschaltern lediglich Dioden, Thyristoren, Triacs und in Ausnahmen bipolare Leistungstransistoren zum Einsatz. Doch die Situation hat sich mit dem Aufkommen der Leistungs-MOS-Transistoren grundlegend geändert. MOS-FETs weisen Eigenschaften auf, die neue Möglichkeiten in der Anwendung eröffnen. Bereits kurz nach ihrer Einführung haben sie für viel Bewegung in der Leistungselektronik gesorgt. Anliegen dieses Buches ist es, die Anwender von Leistungsschaltern aller Art von den vielen Vorteilen der neuen, modernen MOS-FET-Bauelemente zu überzeugen. Die Autoren geben dabei ihre Erfahrungen weiter, welche sie im Umgang mit MOS-Leistungstransistoren gesammelt haben. Insbesondere werden auch die noch relativ neuen intelligenten Leistungs-MOS-FETs – die sogenannten SMART-FETs – behandelt. Natürlich gehen die Autoren auch auf die theoretischen Grundlagen des Aufbaus von Leistungsschaltern ein und zeigen eine Reihe von Applikationen, angefangen bei Schaltnetzteilen bis hin zu Leistungsoperationsverstärkern. hd

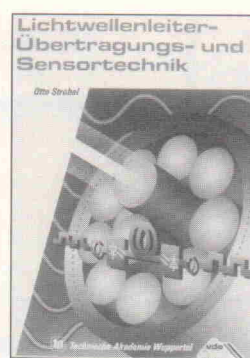
Jens-Peer Stengl  
Leistungs-MOS-FET-Praxis  
München 1992  
Pflaum Verlag  
231 Seiten  
DM 42,-  
ISBN 3-7905-0619-2



## CAD/CAM-Handbuch 1993

Das CAD/CAM-Handbuch erscheint nun mehr Neubearbeitet und aktualisiert im elften Jahr. Es wendet sich in erster Linie an CAD-Einsteiger, die sich in leicht verständlicher Sprache nicht nur die wichtigsten Grundlagen aneignen, sondern auch über Trends und Weiterentwicklungen informieren wollen. Darüber hinaus zeigt es Wege auf, wie man über die ersten CAD/CAM-Schritte hinaus zu einem sinnvollen Systemausbau kommt. Demgemäß wurden eine Reihe neuer Themen aufgenommen. Für Entwickler elektronischer Schaltungen und Bausteine von besonderem Interesse dürften die Seiten über EDA-Systeme sein, die sich schwerpunktmäßig mit Simulation und FPGA-Design beschäftigen. PvH

Karl Obermann  
CAD/CAM-Handbuch 1993  
München 1993  
404 Seiten  
DM 29,80  
CAD/CAM Verlag  
Erhardstraße 8  
8000 München 5



## LWL-Übertragungs- und Sensortechnik

Nachrichtentechniker und Ingenieure müssen sich immer mehr mit der Technik zur Übertragung von Breitbandsignalen befassen. Die in diesem Buch ausführlich angesprochenen Themen reichen von den Grundlagen der Lichtwellenleiter und der Wellenausbreitung bis hin zu den optischen Bauelementen und Übertragungssystemen. Die mathematischen Darstellungen der Grundlagen werden so gründlich beschrieben, daß der Leser sie mit wenigen Grundkenntnissen der Vektoranalyse unmittelbar nachvollziehen kann. Die Ergebnisse werden anhand einer Vielzahl von Bildern und Diagrammen anschaulich dargestellt und erläutert. Für eine weitere Vertiefung finden sich auf nahezu 20 Seiten zahlreiche Literaturhinweise. hd

Otto Strobel  
Lichtwellenleiter-Übertragungs- und Sensortechnik  
Berlin/Offenbach 1992  
vde verlag  
278 Seiten  
DM 36,80  
ISBN 3-8007-1629-1



## Systemtechnik induktiver Weg- und Kraftaufnehmer

Die elektrische Bestimmung mechanischer Größen gehört zu Standardmessungen in Industrie und Wissenschaft. Zu diesem Bereich der Meßtechnik will das Buch die Grundkenntnisse vermitteln. Es geht auf die verschiedenen Systeme ein und versucht, dem Leser Wirkungsabläufe und Zusammenhänge mittels vereinfachter Modelldarstellungen zu vermitteln. Mathematische Näherungsmethoden werden anschaulich erklärt. Das Buch bietet, dem Entwickler, Projektanten und Anwender weiterhin Hilfsmittel, mit denen er seine Problemstellung richtig einordnen, Ziele setzen und die Wege dahin abstecken kann. Unnütze und kostspielige Versuchsarbeiten lassen sich somit effektiv vermeiden. hd

Horst Rudolf Loos  
Systemtechnik induktiver Weg- und Kraftaufnehmer  
Ehningen bei Böblingen 1992  
expert verlag  
229 Seiten  
DM 69,-  
ISBN 3-8169-0541-2

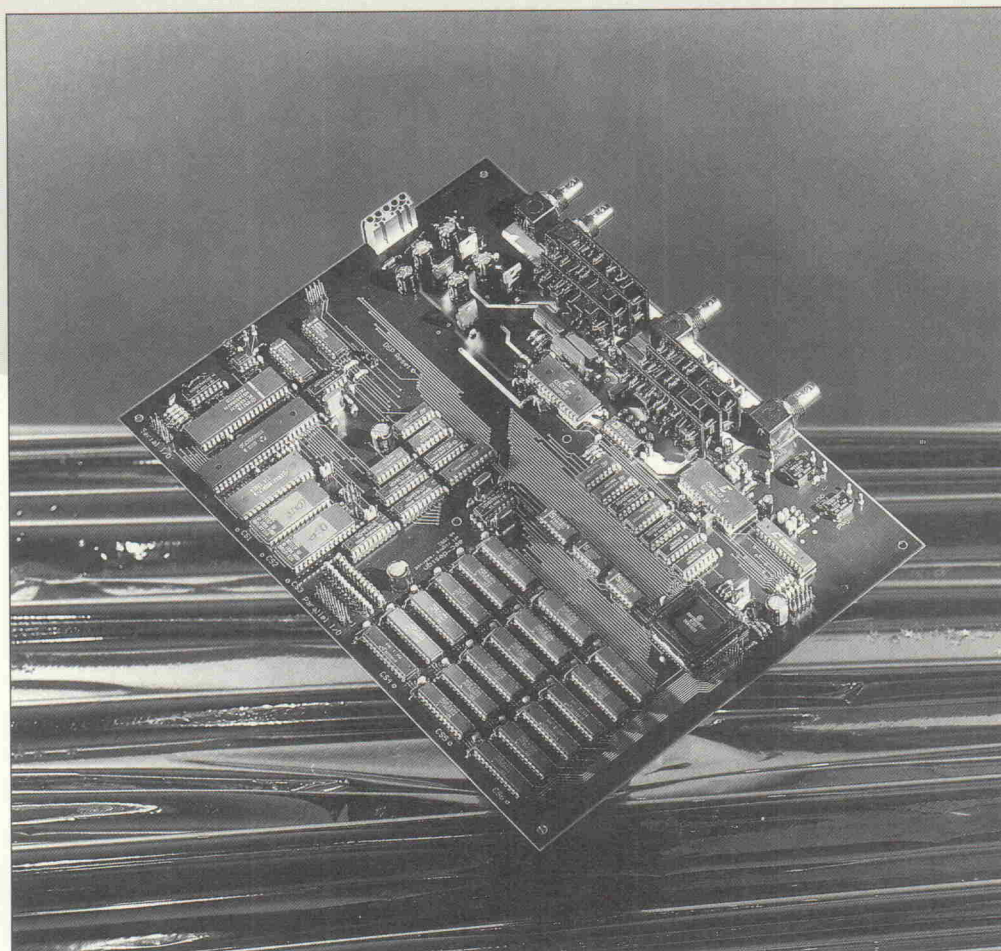


# Wellenreiter

## 56001-DSP-System für Entwicklung und Ausbildung (3)

**Andreas Pietsch  
Matthias Thömel**

Der DSP steht beim Wellenreiter unter Kontrolle eines 68008. Dieser Teil der Projektbeschreibung widmet sich im wesentlichen dem Kontrolleur. Des weiteren geht es um die Standard-Software und darum, wie man eigene Applikationen auf dieser Entwicklungsumgebung zum Laufen bringt.



**D**amit der digitale Signalprozessor auf dem Wellenreiter seine volle Aufmerksamkeit der hohen Kunst der Signalbearbeitung widmen kann, benötigt er einen Mitstreiter, der ihn zunächst zum Leben erweckt und dann von Kontroll- und Steuerungsaufgaben entlastet. Dieser Gehilfe ist ebenfalls Mitglied der Motorola-Prozessorfamilie: Ein MC 68008 steuert den Wellenreiter, indem er den DSP mit seinem Programm versorgt und ihm alle Einstellarbeiten an der Peripherie abnimmt.

Sein interner 32-Bit-Datenbus ist – wie beispielsweise in 'Halbe Portion' (ELRAD 4/92) beschrieben – extern auf nur acht Datenleitungen reduziert. Somit benötigt er jeweils vier Speicherzugriffe, um ein internes Wort einzulesen oder aus-

zugeben. Auf dem Wellenreiter läuft der MC-68008-Controller mit einer Taktfrequenz von 10 MHz, tatsächlich arbeitet er seine Befehle – bedingt durch den Vierfachzugriff – mit 2,5 MHz ab. Dank der 20 externen Adreßleitungen kann er einen 1 Megabyte großen Adreßraum direkt verwalten. Dieser Adreßraum ist in RAM, EPROM, RS-232-Interface und weitere Schnittstellen unterteilt, alle Schnittstellen werden als Speicherstellen angesteuert.

An der Adresse 0 des 68008-ROMs liegen nacheinander die je vier Byte langen Adressen für den Stackpointer und den Boot-Vektor, dem Bereich also, an dem das Programm beginnt. Darauf folgen die Exception-(oder Interrupt-)Adressen. Oft ist die Umgebung von 68000er-

Prozessoren so gestaltet, daß hier wahlweise EPROM oder RAM liegen kann. Da der Controller in dieser Applikation nur eine Nebenrolle spielt, ist seine Umgebung einfacher aufgebaut:

Adresse	Inhalt
0xA0006	binäre Schalter
0x80000	Host-Interface
0x00000	Controller-EPROM
0x20000	Controller-RAM
0x40000	DSP-EPROM
0x1E0000	RS-232-Interface

**Tabelle 3. Die Peripherie des Controllers ist memory-mapped in seinem Adreßraum untergebracht.**



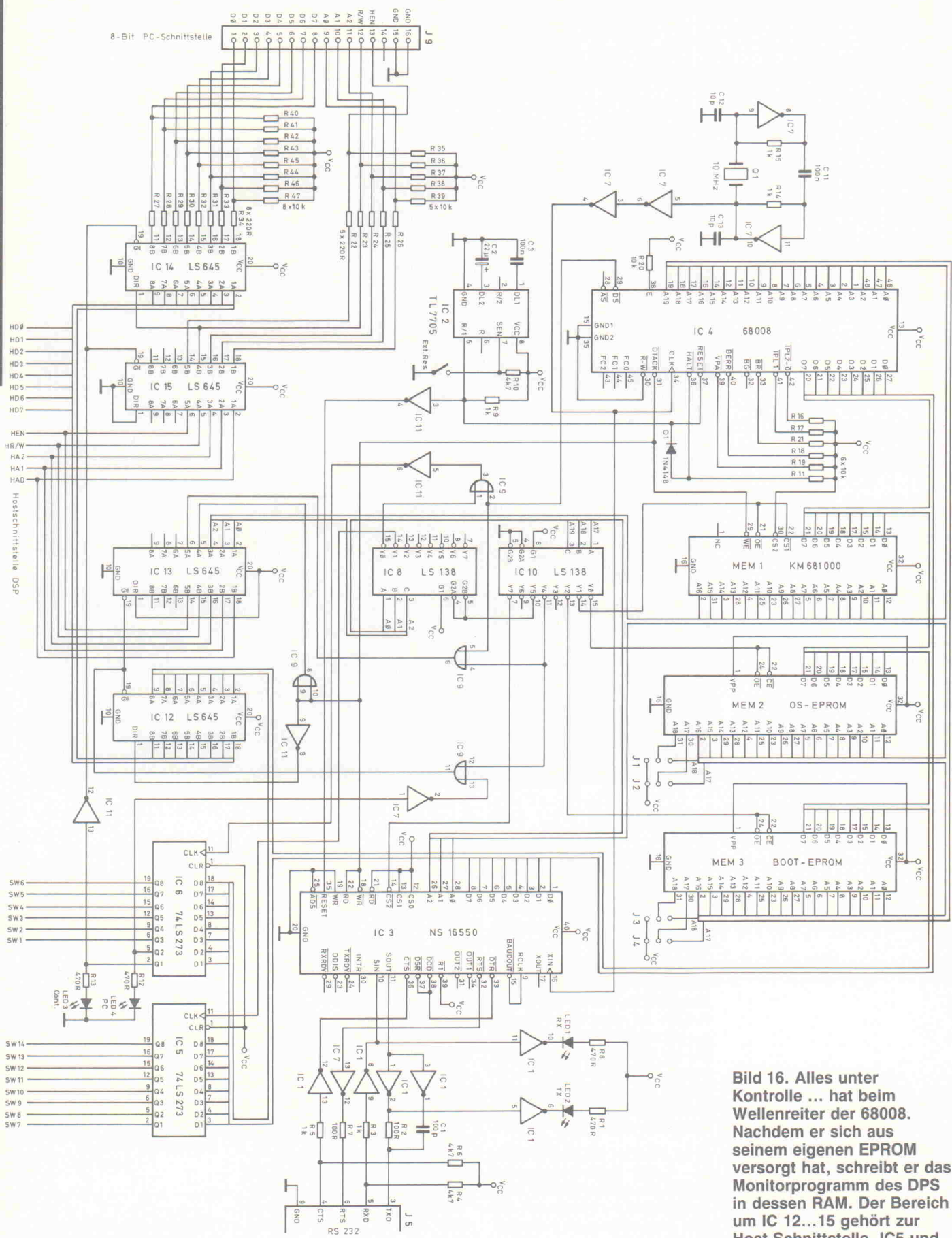


Bild 16. Alles unter Kontrolle ... hat beim Wellenreiter der 68008. Nachdem er sich aus seinem eigenen EPROM versorgt hat, schreibt er das Monitorprogramm des DPS in dessen RAM. Der Bereich um IC 12...15 gehört zur Host-Schnittstelle, IC5 und 6 geben die Einstell-Informationen weiter.



Das EPROM liegt fest bei Adresse 0 und kann nicht durch RAM ersetzt werden. Nach einem Reset initialisiert das Bootprogramm alle RAM-Variablen aus dem EPROM.

Zunächst bereitet das Programm die serielle Schnittstelle und die Anschlüsse zwischen dem Board und der Außenwelt auf den Datenverkehr vor. Dabei hält der Controller den DSP selbst noch im Reset-Zustand. Als dann überträgt der Controller das DSP-Programm aus dem zweiten EPROM durch den DSP in dessen RAM-Bereich. Danach läßt er den DSP Segel setzen. Während der Programmübertragung, die bei der mitgelieferten Software circa eine Sekunde andauert, leuchtet die Kontroll-LED 'Gate-Contr.'. Damit kommen wir zu einem Special des Wellenreiters: der parallelen Host-Schnittstelle.

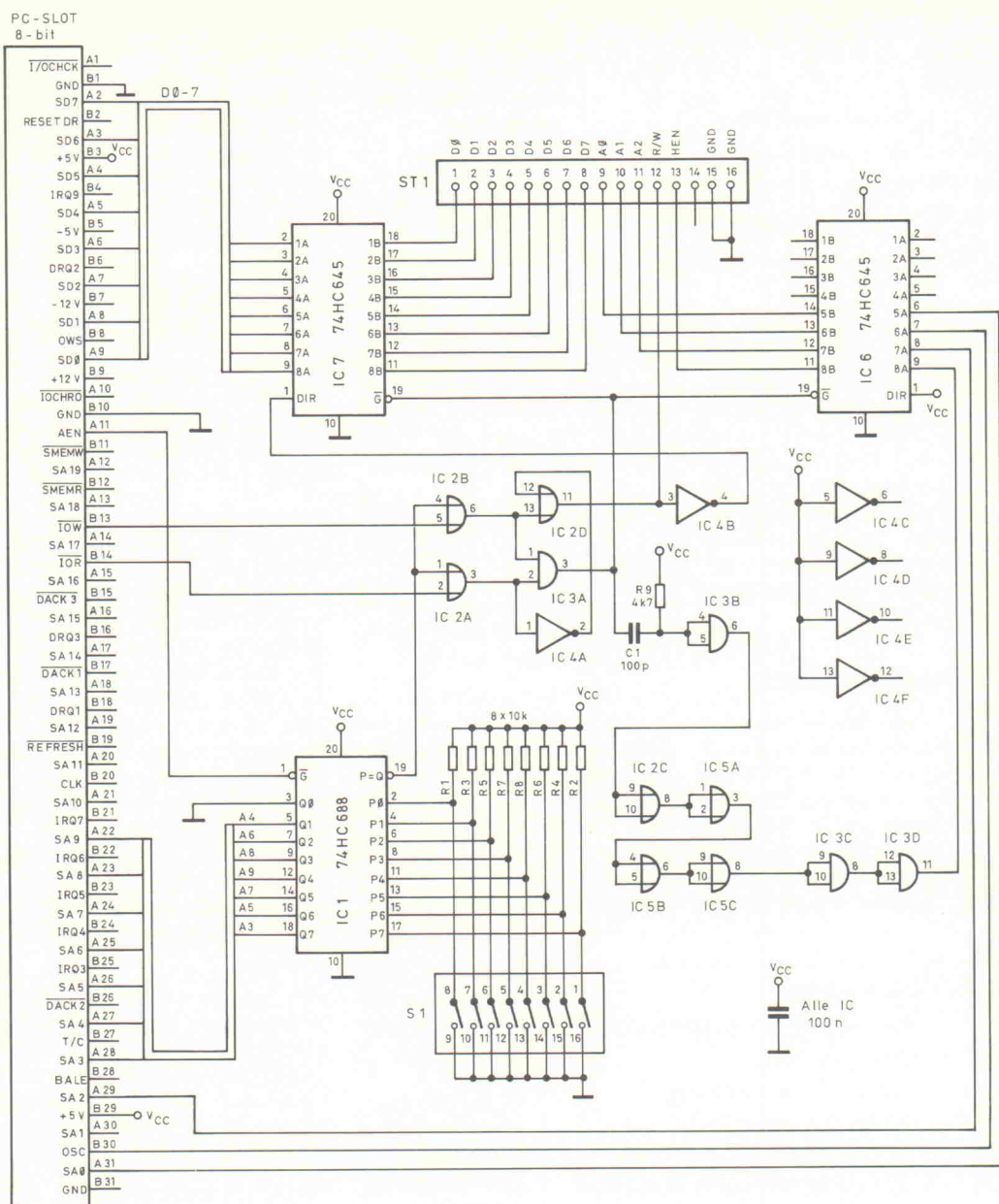
## Parallel-Verkehr

Der im Blockschaltbild 1 (ELRAD 2/92, Seite 21) als 'bin. Schalter' zwischen dem DSP, dem 68008 und dem parallelen Anschluß eingetragene Block ist mit den ICs 12 und 14 aufgebaut. Je nach Steuerzustand können hierüber wahlweise der Controller oder die später noch näher erläuterte 'Umwelt' mit dem 56001 Daten austauschen.

Im ersten Fall leuchtet die LED 3 'Gate Contr.'; im zweiten die LED 4 'PC'. Beide sind direkt an die Enable-Leitungen der ICs 12...15 gekoppelt. Ein angeschlossener Rechner hat nun die Möglichkeit, über die Host-Schnittstelle direkt mit dem DSP Daten auszutauschen. PCs, die mit der Wellenreiter-Schnittstelle ausgerüstet sind, können so beispielsweise als Harddisk-Recorder arbeiten: Das Programm WRITE.EXE schreibt vom linken Analogkanal mit 44,1 kSamples/s auf die PC-Platte; READ.EXE transfert dagegen Daten von der Platte zum linken Ausgang.

Dieses PC-Interface bildet die Verbindung zum Host-Interface des DSP. Es erzeugt zunächst die in Tabelle 2 dargestellten Adreßzustände, legt die Schreibrichtung fest und schickt gegebenenfalls die Daten an die Host-Schnittstelle. Nachdem diese Zustände stabil sind, gibt die PC-Karte das Host-Enable-Signal aus.

Spricht der PC die in Bild 17 gezeigte Elektronik der PC-



**Bild 17. Bei dem PC-Interface handelt es sich im Grunde nur um eine schnelle bidirektionale 1-Byte-Schnittstelle.**

Karte korrekt an, so meldet der Komparator IC 1 Adreßgültigkeit. Abhängig von den Busignalen /IOR und /IOW schaltet IC 3A den Acht-Bit-Datentreiber IC 7 und den Adreßtreiber IC 6 frei. C1 und R9 sorgen nun gemeinsam mit IC 3B für das benötigte Timing des Host-Enable-Signals.

Das PC-Interface kann mit einer Geschwindigkeit von bis zu 400 kByte/Sekunde arbeiten. Es wird mit einem 16poligen Kabel an den Wellenreiter angeschlossen. Beim Datentransfer vom Wellenreiter auf eine

schnelle Festplatte sendet das Programm WRITE.EXE zunächst über die serielle Schnittstelle ein einleitendes Kommando über den 68008-Controller an den DSP. Um der Platte – beziehungsweise dem von dieser Geschwindigkeit überraschten PC – einen Transfer zu erleichtern, sollte man Verify Off schalten und einen Platten-Cache wie SMARTDRV nutzen.

Der DSP liest nun wie im zweiten Teil (Elrad 3/93, Seite 91 ff.) beschrieben die gewandelten Daten in seine Memory-Blöcke und stellt sie wortweise an seiner Host-Schnittstelle zur Abholung bereit. Nimmt das Programm Write keine Daten mehr auf, so beendet ein eintretendes Timeout im DSP-Programm die Datenübertragung.

Das DSP-Programm nimmt nun seine normale Tätigkeit wieder auf.

Auf ähnliche Weise sendet das Programm READ.EXE die aufgezeichneten Daten wieder zurück an den DSP und letztlich an dessen linken Ausgabekanal.

## Serielle Kommandos

An der seriellen Schnittstelle arbeitet der Baustein NS 16550 von National. Er läuft bei Verwendung der mitgelieferten Software mit souveränen 9600 Baud, 8 Datenbits, 1 Stoppbit und ohne Paritätsprüfung. Man kann ihn allerdings in eigenen Applikationen auf alle üblichen Parameter programmieren. LED 1 und 2 geben Auskunft über die Aktivität der Datenleitungen. Die Leitungen SOUT,



```

000000
000004
23,2199 seconds transfertime
204 800 bytes written
88 200 bytes per second transferrate
324 657 waits in transfer total

```

**Listing 1. Das Programm zur Datenaufzeichnung Host-Interface gibt nach einer erfolgreichen Aufzeichnung einige statistische Werte über den Transfer aus.**

SIN, RTS und CTS entsprechen den üblichen TxD, RxD, RTS und CTS. Ist ein PC an der seriellen Schnittstelle angeschlossen, so leuchtet die RX-LED ständig. Die Verwendung einer RS-232-Schnittstelle als Befehls- und Datenport erlaubt die Realisation von Stand-alone-Meßsystemen, die dann bei Bedarf auch über ein Modem abgefragt werden können.

## Elf Steuersignale

Neben den kommunikativen Aufgaben des Wellenreiters beschäftigt sich der MC 68008-Controller wie oben erwähnt mit der Steuerung der Ein- und Ausgänge. Dazu dienen konkret elf Steuersignale. Sie stellen die Sample-Rate ein, wählen die Fil-

terbaugruppen aus, schalten die Host-Schnittstellen-Gates um und die AES-Schnittstellen ein. Auch das Reset-Signal des DSP und die Abschaltung des P-Memory obliegt dieser Steuerung.

Die ICs 5 und 6 speichern die notwendigen Steuersignale. Sie liegen memory-mapped als Write-Only-Bytes am Controller; ihre Ausgänge steuern sowohl die SIL-Relais als auch weitere Logik-Bausteine direkt an.

Der DSP läuft somit unter der Regie des Controllers und kann nicht mit einem externen Signal zurückgesetzt werden. Auf dem Wellenreiter sind die Signale per Bestückungsdruck beschriftet und lassen sich zu Meßzwecken an den entsprechenden Pins der ICs abgreifen.

SWx	Bedeutung
1	Abschalten des DSP-P-Memories
2	Reset des DSP
3	AES/EBU-In einschalten
4	Mono-Betriebsart
5	Abtastrate auf 48,0 (96,0) kHz
6	20-kHz-Inputfilter auf dem linken Inputkanal
7	Bypass des Filters auf dem linken Inputkanal
8	40-kHz-Inputfilter auf dem linken Inputkanal
9	Bypass der Output-Filter
10	20-kHz-Filter auf dem linken Outputkanal
11	40-kHz-Filter auf dem linken Outputkanal

**Tabelle 4. Die Steuerung des Wellenreiters erfolgt über binäre Schalter, die unter Adresse 0xA0006 für den Controller erreichbar sind.**

MP	Bedeutung
CS1	Chip Select des Controller-Rams
CS2	Chip Select vom OS-EPROM
CS3	Chip Select vom BOOT-EPROM
CS4	Chip Select X-Memory
CS5	Chip Select Y-Memory
CS6	Chip Select P-Memory
TP1	Analog In rechts hinter dem Filter
TP2	Analog In links hinter dem Filter
TP3	Analog Out links vor dem Filter
TP4	Analog Out rechts vor dem Filter

**Tabelle 5. Zehn Testpunkte vereinfachen nach Fertigstellung den Test der Karte.**

Als weitere Meßmöglichkeit zur Funktionsprüfung des Wellenreiters sind alle RAM- und EPROM-Selects als Meßpunkte herausgeführt und beschriftet. Den Analogbereich des Wellenreiters kann man über die vier in Tabelle 5 beschriebenen Testpunkte genauer untersuchen.

## En détail: Booten und Programmieren

Nach dem Einschalten lädt der Controller das DSP-Programm über die Host-Schnittstelle vom EPROM MEM3 in das DSP-RAM:

Nach Freigabe des DSP-Resets erwartet der DSP an der Host-Schnittstelle maximal 512 Worte, die er in sein P-Memory schiebt. Hier sendet ihm der 68008 ein Extended-Bootprogramm, das sich im Controller-EPROM MEM2 befindet. Eine abschließende Sequenz, die übrigens zwei Flags in der Host-Schnittstelle setzt, startet nun endlich den DSP. Das Extended-Bootprogramm kann – im Gegensatz zur Originalversion – nicht nur das P-Memory, sondern auch die beiden anderen Speicherbereiche beschreiben.

Als Tor für eigene DSP-Programme kann man jedoch auch ein Programm mit dem Utility BOOT56.EXE via RS-232 und Controller ins DSP-Memory laden. Dazu dient folgendes Kommando am DOS-Prompt:

```
>BOOT56 myprog lod
```

Das Programm BOOT56 veranlaßt den Controller, im DSP zunächst wie gehabt das Extended-Bootprogramm zu plazieren. Dann schiebt es myprog lod Wort für Wort über die geschilderte Strecke in die drei Speicher. Ist diese Übertragung erledigt, wird das eben geladene Programm wie zuvor gestartet. Dabei ist zu beachten, daß die

Speicherstellen P:40h bis P:92h nicht überschrieben werden, da dort das Extended-Bootprogramm lauert! Um ein mit dem Motorola-Assembler erzeugtes Programm Wellenreiter-konform zu erweitern, muß man die Datei BOOTEXT.CLN dazu linken. Dies garantiert wieder, daß andere Programme das Extended-Bootprogramm nicht überschreiben. Der Weg vom eigenen Assembler-Quellentext zum DSP-Programm sieht folgendermaßen aus:

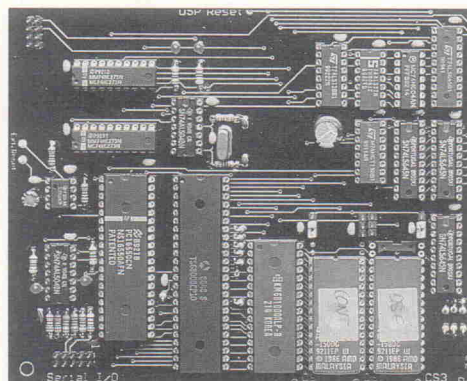
- Schreiben der Assembler-Routinen
- Assemblieren der Routinen
- Binden des Programms mit BOOTEXT.CLN
- Erzeugen eines LOD-Files per CLDLOD.EXE von Motorola
- Booten des DSP per BOOT56.EXE

Alternativ zum Booten des DSP über die serielle Schnittstelle kann man natürlich auch ein eigenes EPROM brennen. Für Stand-alone-Applikationen ist dies selbstverständlich keine Alternative, sondern Pflicht. Um nun ein LOD-File in eine Binärdatei zu verwandeln, ist LOD2BIN.EXE sehr nützlich: Dessen Ausgabedatei kann direkt ab Adresse 0 in einem EPROM gebrannt werden. Für die Programmierung ist neben geeigneten Assemblern und/oder Compilern der Besitz des DSP56001-User-Manuals unerlässlich.

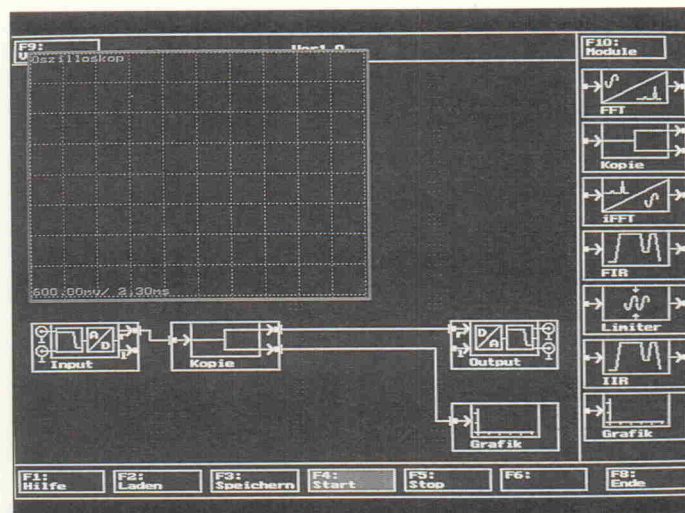
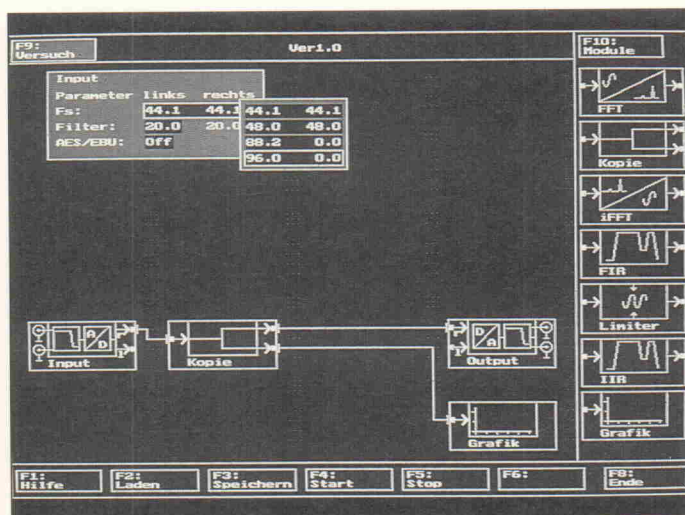
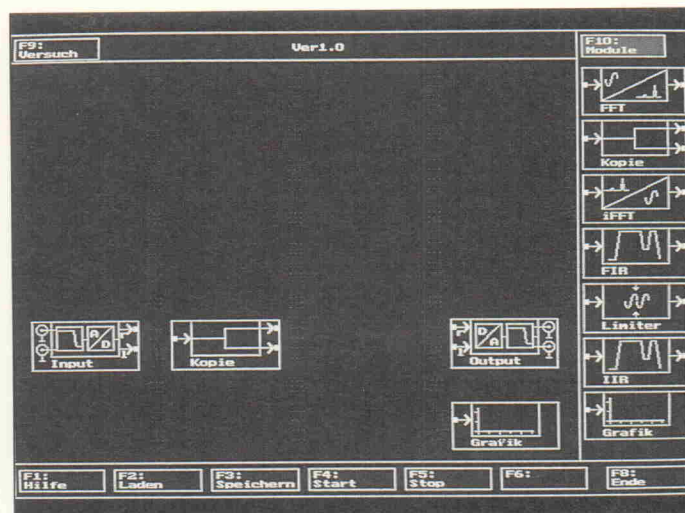
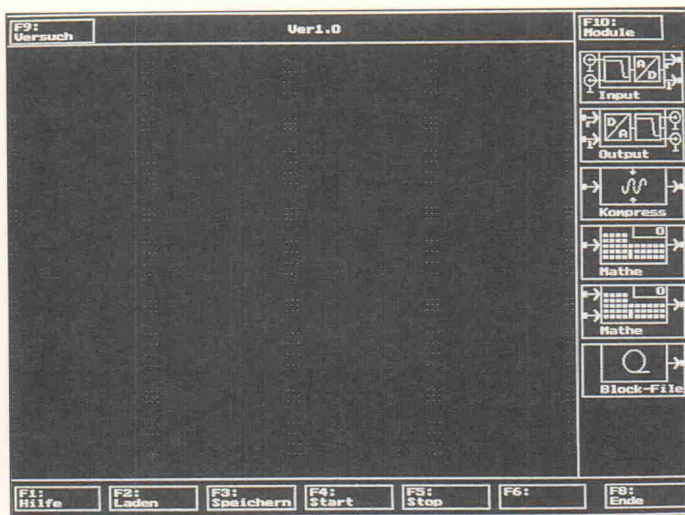
## Oberflächen-Software PC

Das Programm benötigt minimal 512 KByte Arbeitsspeicher und eine VGA-Karte. Es wird ausschließlich über die Tastatur bedient. Die Kommunikation zum Wellenreiter erfolgt über COM1: des PC. Die korrekte Konfiguration muß per 'MODE

**Auf der Platine liegen – von rechts nach links – das DSP-Boot-ROM und das 68008-Betriebssystem, das Controller-RAM und der MC68008 selbst.**







**Bild 18...21. Nach einem Start kann man im Hauptprogramm ... zunächst einzelne Module – oder Funktionen auswählen, ... verbinden und parametrisieren ... und schließlich an den Wellenreiter übertragen sowie die Module dort ausführen lassen.**

COM1: 9600,n,8,1' vor Beginn der Arbeit sichergestellt sein.

Tatsächlich erstellt die PC-Software kein DSP-Programm, sondern 'nur' die Parameter und 'Verbindungen' der einzelnen Meß- und Analysemodule. Wie oben erläutert, befindet sich nach dem Booten des Systems ein Programm im Speicherbereich des DSP. Tatsächlich handelt es sich hierbei bereits um diejenigen Blöcke, die den vorgefertigten Applikationen gerecht werden. Auf dem PC erstellt man eine Konfiguri-

onstabelle für die einzelnen Blöcke sowie deren Zusammenwirken. Diese Tabelle wird dem DSP also – via RS-232 und 68008 – nachgereicht. Jede Versuchsanordnung läßt sich so leicht auf PC-Standard-Datenträgern sichern und später wieder aufrufen.

Nach dem Start des Programms erzeugt es eine grafische Oberfläche auf dem Bildschirm. Rechts angeordnet sieht man den ersten Teil des Modulmenüs, unten und oben erscheint die Belegung der Funktionstasten.

Zur Integration eines Moduls in einen Versuch betätigt man zunächst F10, um in das Modulmenü zu gelangen. Dort wählt man mit den Cursor-Tasten das gewünschte Modul aus und bestätigt mit Return. Es erscheint ein gestrichelter Kasten auf dem Bildschirm; mit Hilfe dieses Kastens und der Cursor-Tasten platziert man das angewählte Modul auf dem Bildschirm.

Um eine Verbindung zwischen zwei Modulen zu erstellen,

wählt man nun mit F9 den Versuch an, dann das Modul, von dem aus die Verbindung ausgehen soll und schließlich dasjenige Modul, zu dem die Verbindung führen muß. Um Parameter in einem parametrisierbaren Modul einzustellen, wird wieder der Versuch mit F9 angewählt, der Kasten auf das entsprechende Modul bewegt und per Return-Taste ein Window mit den Parametern geöffnet. Dort können dann die Parameter entweder per Zahleneingabe oder per Auswahlbox eingestellt werden.

Mit der Starttaste F4 wird ein kompletter Versuch auf den Wellenreiter übertragen und dort zum Laufen gebracht. Hat man in seinem Versuch eine grafische Ausgabe integriert, so öffnet sich ein Fenster, in dem ein stilisiertes Oszilloskop-Bild erscheint. Während das DSP-Programm nun die gewünschten Funktionen ausführt, wird das Oszilloskop-Bild zyklisch erneuert. Veränderungen am DSP-Versuchsaufbau können nur vorgenommen werden,

wenn zuvor mittels F5 gestoppt wurde. Das DSP-Programm läuft in diesem Fall selbständig weiter, bis Änderungen per Start mit F4 überspielt werden.

Folgende Module stehen in der Software für den Wellenreiter zur Verfügung:

**Input** ist ein Modul mit wahlweise einem oder zwei analogen Eingängen. Hierüber wird alternativ auch der AES/EBU-Eingang sowie die Filterkonfiguration verwaltet.

**Output** bietet entsprechende Einstellmöglichkeiten für die analogen und digitalen Ausgänge.

**Kompress** ist ein Kompressor mit den Parametern Kompressorereinsatz und Kompressionsfaktor; die Zeitkonstante ist auf zwei Blöcke festgelegt.

**Mathe 1** verrechnet einen Block mit einer Konstanten (+, -, \*, /).

**Mathe 2** verrechnet zwei Blöcke (+, -, \*).

**FFT** berechnet das Powerspektrum eines Blockes.



**Kopie** verdoppelt einen Block, beispielsweise zum Quadrieren mit Mathe 2 oder zur Anzeige eines Zwischenergebnisses mit Grafik.

**inverse FFT** erzeugt aus einem Spektrum ein zeitkontinuierliches Signal.

**FIR** Finite-Impuls-Response; Filterfunktion mit bis zu zehn Taps.

**Limitier** arbeitet ähnlich wie Kompressor, hat jedoch keine Zeitabhängigkeit.

**IIR** Infinite-Impuls-Response; Filter mit einer Polstelle.

**Grafik** erzeugt ein Scope-ähnliches Ausgabefenster.

**Block** dient zur Übermittlung eines im PC definierten Konstanten-Blocks an den DSP.

## Dem DSP entgeht (fast) nichts

Merkmal einer Echtzeitdatenverarbeitung ist eine lückenlose Verarbeitung, bei der jeder der eingehenden 1024-Worte-Datenblöcke lückenlos verarbeitet wird. Diesen Anspruch erfüllt

die Wellenreiter-Software bis zu einem gewissen Grad. Wird in einem Versuchsaufbau eine Oszilloskop-Darstellung eingebunden, veranlaßt der 68008 den DSP, ihm den gewünschten Block über die Host-Schnittstelle zu senden. Diesen Block speichert der Controller in seinem RAM ab und sendet ihn dann über die 'langsame' RS-232-Schnittstelle zum PC. Der DSP ist somit nur eine sehr kurze Zeit mit dem Transfer belastet, der Controller hingegen verwendet dafür knapp eine Sekunde.

Bei der Wellenreiter-Software wurde darauf geachtet, daß einfache Meßaufbauten aus bis zu acht Modulen wirklich jeden Zeitblock verarbeiten. Aufgrund der freien Kombinierbarkeit der Module verwendet das DSP-Programm etwas Rechenzeit auf die Kombinationslogik. Der DSP arbeitet daher nicht nur für seine originären Aufgaben. Aus diesem Grunde kann es bei größeren Meßaufbauten zu Lücken in der Verarbeitung der eingehenden Analogdaten kommen. Bei reinen Analyseaufgaben über einen gewissen Zeit-

raum sind diese Lücken sicherlich zu vernachlässigen. Nur bei Versuchsaufbauten, in denen die Wellenreiter-Software die eingehenden Signale umrechnen und über die analogen Ausgänge wieder ausgeben muß, wirken sich diese Lücken nachteilig aus. Normalerweise ist diese Einschränkung jedoch kein Grund zur Sorge: Bei üblicher Signalbearbeitung wie Kompression oder Filterung ist mit einem lückenlosen Datenstrom zu rechnen.

Viele professionelle Anwendungen mit einem DSP haben eine grundsätzlich andere Programmstruktur. Beispielsweise bei Effektgeräten – dort finden häufig DSPs Verwendung – stehen die Programme oft im P-Memory. Wählt der Benutzer einen anderen Effekt aus, so wird der DSP mit diesem Effekt inklusive Parameter neu gebootet. In diesen Anwendungen hat der DSP keinerlei übergeordnete Aufgaben zu erledigen und kann sich mit seiner ganzen Kraft dem gewünschten Effekt widmen. Diese Anwendungen sind meist auch nicht sehr speicherintensiv.

Um die Kernprogramme eines Effektgerätes zu entwickeln, reicht es daher, die DSP-Programme zu erstellen und über das Utility BOOT56.EXE in den DSP zu laden. Möchte man auf dem Wellenreiter ein Stand-alone-Gerät mit eigener Tastatur und kleiner Anzeige entwickeln, so kommt man um die Programmierung des MC 68008 nicht herum. Zu diesem Zweck ist es sinnvoll, einen EPROM-Simulator für das Controller-EPROM zu benutzen. Nachdem ein Programm in einen Simulator geladen wurde, erzeugen die gängigen Emulator-Varianten einen Reset-Impuls für den Zielprozessor. Unter anderem ist hierfür auch der externe Reset-Eingang für den MC 68008 vorgesehen. st

### Literatur

- [1] DSP56000/DSP56001-User's Manual, Motorola
- [2] DSP56001/D (ADI 1290), Rev. 1, Motorola
- [3] MC 68000-Programmer's Reference-Manual, Motorola
- [4] Stefan Vollmar, Walter Scherer; Halbe Portion; 32-Bit-Controller mit MC68008; ELRAD 4/92, S. 34 ff.

## Das bringen

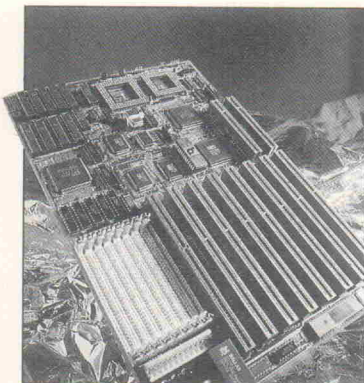
Änderungen vorbehalten

**ct** magazin für  
computer  
technik

Heft 5/93  
ab 16. April  
am Kiosk

**X** Multiuser  
Multitasking  
Magazin

Heft 4/93  
ab 24. März  
am Kiosk



### Generalisten

Seit das VESA-Komitee den VL-Bus spezifiziert hat, ist ein Glaubenskrieg zwischen EISA-Jüngern und VL-Anhängern entbrannt. Aber warum wählen? c't zeigt, wie man das Beste aus den zwei Welten vereinen kann.

### Mehr Platz – weniger Speed?

Das Angebot an Online-Kompressoren reicht vom Shareware-Utility über Microsofts DoubleSpace im neuen MS-DOS 6 bis hin zur Steckkarte speziell für Windows. c't prüft, wie es mit der Datensicherheit und Performance aussieht.

### Platten-Festival

Den Ergebnissen vieler neuer Kandidaten, die im Transferwettbewerb gegeneinander antreten, steht eine Übersicht aller 1992 vorgestellten Datenträger zur Seite; daraus resultiert ein Nachschlagewerk zu rund 200 aktuellen Massenspeicher-Produkten.



### FDDI-Netze

Mittlerweile zahlreich verfügbare Produkte können dazu beitragen, daß FDDI mit 100 MBit/s zum Ethernet der 90er Jahre avanciert. Grundlagen, Einsatzgebiete, ein Anwenderbericht und eine Marktanalyse geben Einschätzungs- und Entscheidungshilfen.

### TCP/IP für DOS/Windows

Verbindungen zwischen DOS/Windows und Unix erfreuen sich immer größerer Beliebtheit. Viele unterschiedliche TCP/IP-Produkte werden mittlerweile kommerziell angeboten. Brauchbares ist aber auch im Public-Domain-Bereich zu finden.

### Monitorstrahlung: Streit um Grenzwerte

Ergonomie von Bildschirmen steht seit einem Jahrzehnt im Mittelpunkt der Forschungen vor allem schwedischer Wissenschaftler. Der Streit um sinnvolle Grenzwerte bei der Monitorstrahlung verunsichert potentielle Kunden.



## Von EMUFs & EPACs

lautet der Titel unseres neuen über 100-seitigen Kataloges in dem wir die allermeisten der seit 1991 von der mc, c't und ELRAD vorgestellten Einplatinencomputer und die passende Software zusammengefasst beschreiben. Wir bieten Ihnen Rechner vom 6504 bis zum 80537 und 80166, vom Z80 über HC11 bis zum 68070 und 68301. Diese kleinen Rechner haben ihren Weg in die Welt des professionellen Messen, Steuern und Regels gemacht und sind heute anerkannt als äußerst preiswerte und flexible Lösungen in den vielfältigen Aufgaben industrieller Steuerungen. In der Broschüre

## FÜR PCs & STs

finden Sie all die Karten und Erweiterungen, die in den letzten Jahren um diese beiden Rechnerfamilien entstanden sind. Und zu guter Letzt ist da noch

## Für PALs & GALs & EPROMs & BPROMs

ein Informationsheft über den Universal-Programmierer ALL-03A von Hilo System Research. Sein Vorgänger (der ALL-03) wurde sehr erfolgreich in mc 3/91 getestet, der neue ALL-03A jedoch kann nun noch mehr. Der ALL-03A programmiert fast 2000 verschiedene ICs. Wenn Sie wissen wollen, ob er auch Ihr „Problem-IC“ programmiert, fordern Sie einfach diese Informationsbroschüre an, oder rufen Sie uns an.

## BasiControl

Das ELRAD-Projekt mit der bekannten Intel-8052AH.1 „Basic-CPU“ und dem bewährten ECB-Bus-Anschluß. Erstmals vorgestellt von Michael Schmidt ab ELRAD 3/92.

BasiCo-FB Fertigteile, incl. RAM	438,— DM
BasiCo-BS Bausatz, Umfang wie FB	295,— DM
BasiCo-BSO LP, GAL, Manual, 8052	178,— DM
BasiCo-LP Leerplatine, GAL, Manual	98,— DM
BasiCo-LPO Leerplatine	78,— DM

## ST-35 CONTROLLER

Modul mit Siemens-80C535-Controller (12-MHz-Takt). Auf der 80 x 50 mm großen Karte sind noch je 32K RAM und EPROM und RTC untergebracht. Spannungsversorgung 5 V/80 mA. 80535-BASIC-Interpreter vorhanden. Fordern Sie Unterlagen an!

ST-35 Fertigteile, aufgebaut und getestet. Mit je 32K RAM, EPROM und RTC 298,— DM

## CP-537 CONTROLLER

Modul mit Siemens-80C537-Controller (12-MHz). 32K EPROM, 32K RAM und 32K EEPROM sind on-board möglich. Zwei ser. Schnittstellen, RTC/BATT, optional. Gr. 80 x 90 mm, Spannungsversorgung 5 V/100 mA.

CP-537M-2/A Fertigteile ohne RAM, EPROM, RTC und seitl. Stiftleisten 360,— DM

## COMPRETER-52

Das 8052-BASIC-Entwicklungswerkzeug, das die Arbeit mit dem 52er-Basic ganz erheblich erleichtert. Funktionen z.B. up- und download, TurboTransfer, Bibliothekslinker mit Parameterübergabe, strukturfähig durch Label, Zeilennummernfrei (bestehende Programme können entsprechend konvertiert werden), Variablen, hexdump, Makros, Projektzeiterfassung, die Ausgabeformat kann vom BXC51-Compiler direkt weiterverarbeitet werden. ...

Compreter-52 mit deut. Handbuch f. WINDOWS 275,— DM

## BXC 51

Der Basic-Cross-Compiler für die gesamte 8051-Controller-Familie. BXC 51 ist kompatibel zum bekannten 8052AH-Basic-Interpreter (z.B. BASIC-EMUF und BasiControl). Das mit BXC 51 kompilierte Interpreter-Programm ist um bis zu Faktor 50 schneller als das Interpreter-Programm. BXC 51 übersetzt den Basic-Text zunächst in ein 8051-Assembler-Quellenprogramm, das noch optimiert werden kann. Dann wird die optimierte Quelle direkt in ein Intel-hex-file übersetzt.

Die Eigenschaften von BXC 51:

- Verwendbar für alle CPUs der 8051-Familie, also auch für 8031, 8032, 80535, 80552.
- Sprachumfang kompatibel zur 8052AH-Basic-V.1.1-Version
- Schutz des übersetzten Programms. Das compil. Programm ist mit LIST nicht auslesbar.
- Beschleunigung 100% - 500% im Vergleich zum Basic-Interpreter-Programm.
- Codegenerierung transparent durch Erzeugung eines Assembler-Quellenprogrammes.
- Einbinden eigener Assembler-Programme möglich.
- Auch als eigenständiger Cross-Assembler benutzbar.
- Handbuch in englisch - hotline in deutsch.

Preis 895,— DM

## ... weitere 8050-SOFTWARE

MI-C C-Compiler /Rose	1498,— DM
C51 C-Compiler /Keil	2223,— DM
SY8052 Toolbox /MS-DOS	245,— DM
A51/MS-DOS Assembler	485,— DM
A51/ST Assembler	198,— DM
A-51 Assembler/Keil	
C51 Professional Kit/Keil	
C51/A51/BL51/RTX51/dSOPE51-/EDIT	4503,— DM

## MOPS 11

Kleiner, flexibler, preiswerter HC11-Rechner mit großer u. komfortabler Software-Umgebung (Basic + Pascal Compiler). Vorgestellt v. H.J. Himmeröder in ELRAD 3, 4 und 5/1991. Version 2.1 finden Sie in ELRAD 8/92.

MOPS-LP Leerplatine	64,— DM
MOPS-BS1 Bausatz, enthält alle Teile außer RTC und 68HC24	220,— DM
MOPS-BS2 Bausatz, enthält alle Teile incl. RTC und 68HC24	300,— DM
MOPS-FB1 Fertigk., Umfang wie BS1	300,— DM
MOPS-FB2 Fertigk., Umfang wie BS2	380,— DM
MOPS-BE MOPS-Betriebssystem für PC oder Atari	100,— DM

MOPS11/V.2.1 in allen Lieferformen im Katalog

## ZWERG 11

Unser allerkleinster Rechner mit dem Motorola-HC11-Controller. Der Zwerg 11 hat eine Platinenfläche von nur ca. 55 x 50 mm. Ideal für den Serieneinsatz. Techn. Unterlagen, Preise und Lieferformen finden Sie in „Von EMUFs & EPACs“.

ZWERG 11 m. Entwicklungsumgeb.	ab ca. 250,— DM
ZWERG 11 ohne Software ab 1 St.	99,— DM
10 St.	720,— DM

## IC 11B

Scheckkartenkleine 68HC11A1-Controller-Karte mit 32KB RAM und 32KB EPROM Möglichkeit. RTC und Batterie optional. 4-Lagen-Multilayer. Läuft auch mit MOPS-Betriebssystem.

IC11B/BNT Entwicklungspaket mit Monitor Crossassembler, Terminalprogramm	399,— DM
IC 11B Karte mit 32K RAM, ohne Handbuch	199,50 DM
IC11B/10 10 Stück IC11B	1800,— DM

## ALL-03A der neue Allesbrenner

ALL-03A, der Universal-Programmierer von Hi-Lo-System-Research, programmiert Bausteine folgender Hersteller:

Altera, AMD, Atmel, Catalyst, Cypress, Exel, Fujitsu, Gould, Harris, Hitachi, Hyundai, ICT, Intel, Lattice, Nev.-Mikrochip, Mitsubishi, MMT, National Semiconductor, NEC, Oki, Ricoh, Rockwell, Samsung, Seeg, SGS/STMicro, Sharp, Signetics, S-MOS, Texas-Instruments, Toshiba, UMC, VLSI, Xicor, Zilog.

PALs, GALs, PLDs, EPROMs, EEPROMs, SEEPROMs, BPROMs, MPUs.

Programmierer? Sie brauchen einen PC/XT/AT - und den ALL-03A!

Rufen Sie an! Um Ihnen mitzuteilen, ob der ALL-03A auch Ihr Problem-IC brennt, benötigen wir von Ihnen nur den Namen des Herstellers und die Typenbezeichnung. Die Antwort bekommen Sie sofort - und die Chance, daß Ihr IC unter den fast 2000 ist, die der ALL-03A kann, ist groß!

Oder fordern Sie unsere neue Broschüre zum ALL-03A an! Da steht alles drin!

Der ALL-03A ist für jeden ernsthaften Anwender ein notwendiges und jetzt auch erschwingliches Werkzeug. Lassen Sie sich den ALL-03A bei unseren regionalen Vertriebspartnern unverbindlich vorführen. Die Telefonnummern finden Sie auf dieser Seite.

Mit Entwicklungsoftware für GALs 16V8 und 20V8, Deutschem Handb. und 6 Monaten kostenlosem Update-Service Bestellen Sie: ALL-03A 1498,— DM

## UCASM — univers. Werkzeug

Der von Frank Mersmann geschriebene und erstmals in der mc 2/91 vorgestellte tabellenorientierte Cross-Assembler nach d. „Einer-für-alles-Prinzip“.

Mit dem Cross-Assembler UCASM 7.0 steht dem Anwender ein sehr preiswertes und höchst universelles Software-Werkzeug für den gesamten 8-Bit-Bereich zur Verfügung, das mit sehr hoher Übersetzungsgeschwindigkeit arbeitet.

UCASM 7.0 wird ausgeliefert mit „Ziel-Tabellen“ für 40 verschiedene 8-Bit-CPU's/Controller (incl. Z 280).

UCASM V7.0 Die tabellenorientierte universelle Cross-Assembler für fast alle 8-Biter (Zieltabellen für über 40 verschiedene im Lieferumfang). 2 PC-Disketten mit ausführlichem deutschen Handbuch 248,— DM

## MMI/ProTOOL

Neuartiger 40Pin-Programmierer für EPROMs, 80x51-Controller, EPDs, GALs ... vorgestellt in ELRAD 4/93. Anschluß an PC-Parallelp. Kein Slotplatz. Portabel, Akkubereich mögl., SAA-Oberfl., C-Library. Weiter vielfältig im Labor einsetzbar als PC-Busmaster, -interface, Labornetzteil, Spannungsreferenz, Timer, Oszillator, ...

MMI/ProTOOLFB Fertiggerät im Gehäuse mit Steckernetzteil, mit Programmiersoftware für EPROMs, 80x51 Controller, EPDs, GALs. 6 Monate Garantie, 12 Monate kostenlose update 1148,— DM

MMI/ProTOOLBS Bausatz. Enthält Platine, Gehäuse, Netzteil und alle zum Aufbau nötigen Spezialteile, außer den Standard ICs - Transistoren, R's und C's. Mit Software wie beim Fertiggerät. 888,— DM

## mc-GALPROG

Von Hipp u. Siemens in mc 3/93 vorgestellter GAL-Programmer. Anschluß an PC-Parallelport. Grundversion programmiert 16V8A u. 20V8A mit Software GDS 1.3A (Gal-Assembler). Durch Software-updates des GDS 1.3A sind alle weiteren GALs (z.B. auch 22V10) programmierbar.

GALBS/1 Platine und sämtliche aktiven, passiven und mechanischen Bauteile, die sich auf der Platine befinden. Ohne beide Programmier-Fassungen und ohne Steckernetzteil.	149,— DM
GALBS/2 Wie BS/1 jedoch mit Prog-Sockel 24p	189,— DM
GALBS/3 Wie BS/2 zusätzl. m. Prog-Sockel 48p	239,— DM
GDS 1.3A GAL-Development-Software für 16V8A und 20V8A. Zum Betrieb des GALPROG nötig. Kann auf weitere GALs upgedated werden.	99,— DM

## Z-Maschine

Die äußerst leistungsfähige Z280-Karte aus ELRAD 2/1993. Dort vorgestellt von Reinhard Niebur und Michael Wöstenfeld. Einfach-Europakarte in 4-fach-Multilayer Bausätze nach der Stückliste aus ELRAD 2/93.

SW = Software-Monitor in EPROMs, Kommunikations- und Testprogramm auf 5,25" PC-Diskette.

Z28LP Leerkarte mit programmierten AMD	
MACH110 und Handbuch	200,— DM
Z28LP/S Leerkarte mit programmierten AMD	
MACH110, Handbuch und SW	248,— DM
Z28BS/1 LP/S und alle aktiven Bauteile des Bereiches Grundplatine.	495,— DM
Z28BS/2 LP/S und alle aktiven, passiven und mechanischen Bauteile/Sockel/Stecker des Bereiches Grundplatine und sämtlicher C's und Leisten aller Optionen	570,— DM
Z28/OP1 Option Uhr und Batterie, ohne C's	40,— DM
Z28/OP2 Option zus. ser. Schnitt., ohne C's	70,— DM
Z28/OP3 Option zusätzliche CIO, ohne C's	80,— DM
Z28/OP4 Option DA-Wandler, ohne C's	100,— DM
Z28/OP5 Option AD-Wandler, ohne C's	170,— DM
Z28/FB1 Fertigteile mit aufgebautem CPU-Teil, getestet	720,— DM
Z28/FB2 Fertigteile, CPU-Teil und alle Optionen, getestet	1175,— DM

## MC-TOOLS

MC-TOOLS ist die Feger + Reith-Reihe, in der es im Buch, aber auch Hard- und Software um die schon weit verbreiteten Siemens-Controller SAB 80C535 - SAB 80C537 geht. Ein klar gegliederter, verständlicher Einstieg in die moderne Micro-Controller-Technik der Siemens-Chips mit dem 8051-Kern. Unbedingt empfehlenswert!

MC-TOOLS 1 Buch, Leerplatine (für PC) und Software (Beispiel-Disk) für 80C535	119,— DM
MCT 1/BS Bausatz zur Leerplatine	148,— DM
MCT 1/FB Betriebsfertige Platine	350,— DM
MC-TOOLS 2 Einführung in die SW, Buch und Software (Makrofähiger 8051 Assembler, Linker und Disassembler)	148,— DM
MC-TOOLS 3 Vom 8051 zum 80C517A, Buch	68,— DM
MC-TOOLS 4 Buch, Leerplatine (für PC) und Software (Beispiel-Disk) für 80C537	119,— DM
MCT 4/BS Bausatz zur Leerplatine	168,— DM
MCT 4/FB Betriebsfertige Platine	398,— DM
MC-TOOLS 5 Handbuch zum 80C517A, Buch	68,— DM
MC-TOOLS 6 SIMULator f. 8051/515, Buch u. SW	148,— DM
MC-TOOLS 7 Einführung u. Praxis in KEIL C51 Compiler ab V3.0	78,— DM
MC-TOOLS 8 Handbuch zum 80C515/A, Buch	68,— DM
MC-TOOLS 9 Buch, Erste Schritte Controller	78,— DM
MC-TOOLS 10 Sim. für 535/537 552 ... Buch u. SW	178,— DM

# ELEKTRONIK LADEN

Mikrocomputer GmbH  
W.-Mellies-Straße 88, 4930 Detmold  
Tel. 0 52 32/81 71, FAX 0 52 32/81 97

BERLIN	0 30/7 84 40 55
HAMBURG	0 41 54/28 28
BRAUNSCHWEIG	05 31/7 92 31
OSNABRÜCK	05 41/96 11 20
FRANKFURT	0 69/5 97 65 87
STUTTGART	07154/8160810
MÜNCHEN	0 89/6 01 80 20
LEIPZIG	03 41/2 13 00 46
SCHWEIZ	0 64/71 69 44
ÖSTERREICH	02 22/2 50 21 27
NIEDERLANDE	0 34 08/8 38 39



# Unser neuer Katalog '93 ist da!

In den letzten Ausgaben der Elrad haben wir begonnen, Ihnen unser Programm in Auszügen vorzustellen. Dies werden wir in den kommenden Heften fortsetzen. Sollten Sie nicht bis zum Erscheinen des nächsten Heftes warten wollen, bitten wir Sie, unseren Katalog '93 **kostenlos** anzufordern. Zur vereinfachten Bestellung benutzen Sie bitte unsere Kontaktkarte in diesem Heft.

MPSA ...	233	41.23	898	249.09	15 N 40	37.76	0270	51.03	8 N 45	8.07	SGS ...	627	9.82	4 M 150 V	74.42	
55	0.30	234	57.10	901	15 N 45	38.30	320	15.10	8 P 08	7.05	30 DA 070 D	82.08	8 N 100	15.40	4 M 250 F	93.56
56	0.30	237	8.78	904	15 N 50	38.99	330	15.31	7 N 35	8.08	30 MA 050 D 1	15.91	8 N 100 FI	15.91	4 M 250 V	82.58
63	0.56	238	43.05	931	11.18	24 N 50 E	85.86		7 N 40	9.17	35 DB 070 D	93.58	8 N 80	14.88	4 M 251 F	93.58
64	0.33	239	45.96	941	7.41	25 N 10 E	18.81		8 N 18	4.82	35 MA 050 D 1	100.00	8 N 80 FI	15.40	4 M 350 F	93.56
92	0.33	240	49.07	951	8.95	28 N 40 E	82.08		8 N 20	4.78	50 DA 045 D	109.46	8 N 80	18.52	4 M 350 V	88.49
93	0.33	247	82.63	961	4.86	35 N 08 E	17.24		8 N 20 L	5.44	50 DB 045 D	68.72	8 N 20 FI	16.77	4 M 450 F	93.58
		260	28.74	962	85.50	40 N 20	37.07		8 P 08	7.88	80 DA 070 D	101.30	60 N 05	9.37	4 M 450 V	94.19
MPSH ...	1.00	261	36.66	1000 MA	131.33	45 N 15	46.51		8 P 10	8.94	80 DB 020 D	58.95	60 N 05 FI	9.96	5 MG 40 F	98.95
01		262	35.93	1002 MA	118.33	50 N 05 E	18.81		10 N 12	7.17	100 MA 010 D 1		82	11.29	22 N 80 V	88.78
05		263	32.65	1004 MA	146.83	55 N 08	43.94		10 N 15	5.24	150 MA 010 D 1	157.32	82 FI	10.80		
01	1.14	313	30.84	1008 MA	135.43	55 N 10	46.51		10 N 15 L	5.40	1508 D	157.32	90	12.21		
05	1.15	314	78.25	1015 MA	163.68	60 N 05	33.38		10 N 20	18.50		3.51	90 FI	4.83		
		315	94.69	1050 MA	134.75	60 N 08	38.44		10 N 20 L	18.74			90 FI	7.11		
MPSU ...		315A	71.50	1150 MA	174.36				10 N 20 L	18.74						
01	9.97	317	161.70	1325 M	631.90	1 N 50	4.15		10 N 20 L	18.74						
05	8.13	322	54.72	1346 A	39.95	1 N 55	8.01		10 N 20 L	18.74						
06	8.67	323	78.71	1494 A	41.23	1 N 60	6.06		10 N 20 L	18.74						
45	6.10	328	152.95	2369	5.97	1 N 65	12.97		10 N 20 L	18.74						
51	5.81	327	140.72	2628	27.55	2 N 20	3.77		10 N 20 L	18.74						
56	7.02	329	181.80	4070	83.54	2 N 35	4.23		10 N 20 L	18.74						
59	8.62	338	143.34	5174	35.39	2 N 45	4.04		10 N 20 L	18.74						
95	6.90	340	22.98	5211 L	3.80	2 N 45	4.04		10 N 20 L	18.74						
		342	41.72	5711 L	3.13	2 N 50	4.45		10 N 20 L	18.74						
MPSW ...		390	196.65	5711 LT 1	2.83	2 N 85	13.37		10 N 20 L	18.74						
01	1.33	392	28.42	5812	7.34	2 N 90	13.98		10 N 20 L	18.74						
42	1.84	393	301.53	5812 R 2	6.57	2 P 45	9.76		10 N 20 L	18.74						
45	1.37	401	33.38	8372	3.74	2 P 50	11.97		10 N 20 L	18.74						
51	1.44	410	55.27	8372 R 2	7.34	3 N 40	6.57		10 N 20 L	18.74						
92	1.64	422	99.41	9011 L	2.78	3 N 60	3.40		10 N 20 L	18.74						
		428	9331 L	3.56	3 N 60 FI	3.32	3 N 60	3.40	10 N 20 L	18.74						
MRA ...		429	110.35	9331 LT 1	2.36	3 P 25	8.20		10 N 20 L	18.74						
0500-19 L	176.55	430	792.53	9411 L	4.50	4 N 06	3.43		10 N 20 L	18.74						
0510-3	172.19	433	32.10	9411 LT 1	3.94	4 N 45	6.05		10 N 20 L	18.74						
0510-9	172.19	434	185.30	9511 L	5.24	4 N 50	6.44		10 N 20 L	18.74						
0510-18 A	309.40	450A	38.12	9511 LT 1	4.23	5 N 05	2.98		10 N 20 L	18.74						
0510-40 A	587.33	454	54.54	10120	1040.82	5 N 08	2.76		10 N 20 L	18.74						
1000-3.5 L	97.80	455	27.72			5 N 20	4.45		10 N 20 L	18.74						
1000-7 L	116.56	455A	42.41			5 N 35	6.44		10 N 20 L	18.74						
1000-14 L	194.03	460	67.07	30 N 40	10.04	5 N 40	6.57		10 N 20 L	18.74						
1014-2	172.19	464	80.58	3055 E	3.86	5 P 20	12.19		10 N 20 L	18.74						
1014-6	194.03	464A	66.76	3055 E	3.13	6 N 60	5.36		10 N 20 L	18.74						
1014-12	286.68	466	42.68			7 N 20	4.66		10 N 20 L	18.74						
1014-35	481.15	475	26.83			8 N 10	4.54		10 N 20 L	18.74						
1214-55 H	652.01	476	8.82			8 N 10 E	4.54		10 N 20 L	18.74						
1417-2	172.19	477	53.82			8 N 15 L	4.97		10 N 20 L	18.74						
1417-6	194.03	485	20.52			8 N 20	6.01		10 N 20 L	18.74						
1417-11	286.68	492	61.29			8 N 50	12.97		10 N 20 L	18.74						
1417-25 A	562.96	501	8.16			8 P 08	7.42		10 N 20 L	18.74						
1600-2	112.86	511	25.72			5 N 05	2.42		10 N 20 L	18.74						
1600-13	135.03	515	11.05			5 N 08	2.22		10 N 20 L	18.74						
1600-30	204.52	517	8.90			6 N 08	3.12		10 N 20 L	18.74						
1720-2	172.19	521	6.10			6 N 10	3.25		10 N 20 L	18.74						
1720-5	194.03	522	94.39			6 N 15	3.81		10 N 20 L	18.74						
1720-9	286.68	526	13.39			6 N 05 E	2.90		10 N 20 L	18.74						
1720-20	582.86	535	6.55			6 N 55	26.55		10 N 20 L	18.74						
		543	11.06			3055 EL	2.38		10 N 20 L	18.74						
MRAL ...		543	14.98			3055 EL 1	2.74		10 N 20 L	18.74						
1417-2	176.52	544	12.11						10 N 20 L	18.74						
1417-6	234.24	545	16.24						10 N 20 L	18.74						
1417-11	286.68	546	41.04						10 N 20 L	18.74						
1417-25	573.35	549	43.37						10 N 20 L	18.74						
1720-2	176.55	553	11.97						10 N 20 L	18.74						
1720-5	234.24	555	135.91						10 N 20 L	18.74						
1720-9	286.68	557	17.24						10 N 20 L	18.74						
1720-20	601.32	559	6.55						10 N 20 L	18.74						
2023-1.5	183.54	571	6.55						10 N 20 L	18.74						
2023-3	242.98	580	7.69						10 N 20 L	18.74						
2023-6	181.80	580A	10.12						10 N 20 L	18.74						
2023-12	510.42	581	8.47						10 N 20 L	18.74						
2023-18	581.11	581A	8.35						10 N 20 L	18.74						
2327-1.3	202.77	586	9.47						10 N 20 L	18.74						
2327-3	237.74	607	11.90						10 N 20 L	18.74						
2327-6	375.82	627	25.17						10 N 20 L	18.74						
2327-12	633.27	630	11.33						10 N 20 L	18.74						
		641	75.33						10 N 20 L	18.74						
MRF ...		644	73.52						10 N 20 L	18.74						
134	50.89	646	78.54						10 N 20 L	18.74						
136	84.78	648	88.65						10 N 20 L	18.74						
136 Y	154.70	648	88.65						10 N 20 L	18.74						
137	76.97	652	32.83						10 N 20 L	18.74						
138	99.41	653	41.59						10 N 20 L	18.74						
140	215.00	654	55.27						10 N 20 L	18.74						
141 G	515.61	657	41.40						10 N 20 L	18.74						
148	114.91	750	27.36						10 N 20 L	18.74						
150	242.98	752	33.93						10 N 20 L	18.74						
151 G	459.73	754	40.14						10 N 20 L	18.74						
153	977.80	837	7.84						10 N 20 L	18.74						
153	1258.65	838	40.08						10 N 20 L	18.74						
161	49.81	838A	33.57						10 N 20 L	18.74						
162	116.75	839	49.80						10 N 20 L	18.74						
163	68.76	839 F	97.81						10 N 20 L	18.74						
171	84.0	840	72.07						10 N 20 L	18.74						
172	146.45	841	77.90						10 N 20 L	18.74						
174	192.28	842	82.44						10 N 20 L	18.74						
175 GU	379.32	843	64.39						10 N 20 L	18.74						
175 VU	353.10	844	113.09						10 N 20 L	18.74						
208	35.															



5762	6.54	7177	9.38	5404	3.17	11711	21.87	2205	3.21	7045	2.96
5763	7.27	7178	4.12	5408	2.20	11712	5.45	2211	8.12	7048	3.27
5769	3.69	7213	0.84	5408	2.20	11713	13.75	2220	3.27	7050	2.37
5781	3.39	7216	2.46	5410	4.86	11714	11.68	2600	5.87	7051	3.75
5835	5.05	7218	1.86	5412	4.97	11716	7.02	2730	2.59	7053	3.56
5836	6.02	7220	2.87	5414	1.79	11717	11.50	3110	5.45	7080	2.37
5838	6.05	7222	1.86	6107 A	4.97	11718	11.18	3115	2.14	7072	5.45
5892 K	5.27	7223	2.72	6108	2.08	11719	10.53	3133	2.76	7090	3.82
5900	3.01	7224	2.12	6110	3.21	11720	12.72	3150	1.45	7110	6.42
6041	3.94	7225	4.37	6121	5.78	11724	14.11	3155	3.39	7205	2.18
6120	6.30	7226	4.00	6122 A	3.57	11725	11.90	3170	0.73	7212	3.56
6130 N	4.18	7227	2.80	6124	1.44	11738	13.89	3181	1.42	7223	2.12
6132 S	6.36	7244 S	4.06	6125	1.45	11741	16.84	3170	1.63	7215	3.56
6136	1.99	7246 S	5.81	6137	1.80	11744 NT	15.14	3201	1.42	7220	2.14
6209	2.25	7250 S	4.24	6138	2.85	11745	11.87	3217	1.17	7223	5.08
6210	8.54	7256	1.81	6144	3.47	11748	10.80	3220	1.41	7224	1.76
6221	9.51	7258	4.09	6146	3.48	11758	24.83	3225	1.88	7225	2.08
6246	3.64	7273	4.97	6154	3.07	11793 ANT	14.90	3226	1.45	7227	2.17
6247	2.67	7310	2.25	6208	1.78	11838 NT	11.39	3240	2.78	7294	4.38
6248	2.78	7311	1.37	6218	2.28	11891	7.20	3300	3.15	7287	2.72
6249	2.76	7312	2.76	6219	2.54	12002	3.88	3301	2.13	7300	2.96
6250	1.70	7315	2.49	6220	1.45	12003	5.34	3330	1.57	7308	2.80
6251	9.75	7320	1.45	6222	1.25	12005	5.45	3350 B	1.78	7311	4.96
6256	6.05	7362	6.00	6227	1.78	12006	3.81	3361	0.88	7320	2.85
6257 S	4.06	7370 K	7.15	6229	3.45	12010	4.18	3365	1.45	7323	6.86
6262	3.45	7381	3.03	6235 8 PIN	1.57	12017	2.35	3370	1.92	7505	3.88
6263	3.45	7382	4.97	6238	2.42	12019	3.84	3378	2.28	7507	4.97
6270	6.78	7410	1.48	6239	2.54	12026	4.24	3380	6.91	7508	3.56
6281	9.27	7411	1.83	6247	2.52	12038	8.86	3400	2.85	7522	5.57
6306	9.82	7414	3.58	6248	2.72	12044	11.32	3401	2.64	7523	8.80
6307	4.18	7415	3.27	6250	2.89	12046	5.47	3410	3.20	7530	4.37
6308	2.87	7417	4.38	6251	5.21	12047	6.18	3430	3.57	7533	5.89
6310	7.75	7418 S	4.86	6259 N	4.54	12058	8.48	3450	1.32	7550	6.00
6320 N	4.48	7420	2.12	6287	6.00	12072 ANT	12.11	4030 P	4.84	7626	10.29
6321	17.38	7421	1.45	6301	2.78	12088	12.23	4031 P	6.88	7690	3.09
6328 N	5.79	7470	2.77	6302 A	3.09	12411	3.12	4032 P	6.54	7751	7.73
6327	11.15	7812	1.88	6303	5.20	12412	3.88	4051	4.30	7800	2.78
6328	8.85	BA ...	6304	2.80	12413	2.28	4070	3.15	7801	2.84	
6330	5.81	2222	6304	2.80	12418	4.24	4100	1.45	7802	3.84	
6331	14.04	2222	1.70	6334	4.54	12428	5.21	4101	1.83	7806	3.89
6332	7.88	2226	2.12	6338	3.03	12430	6.05	4102	1.71	7810	5.98
6341 N	3.01	9411	1.22	6411	3.93	13001	9.37	4120	4.00	7811	3.82
6342 N	3.75	311	1.80	6433	5.34	13002	6.84	4125	3.82	7820	3.26
6343	7.89	312	2.36	6893	1.25	13006	7.75	4137	2.59	7823	4.84
6344	11.02	313	1.41	7001	2.35	13007	7.88	4138	2.69	7824	2.85
6345	3.14	314	1.88	7004	3.14	13008	28.07	4140	0.58	7830	1.99
6346	7.19	318	1.73	7005	3.88	13102	7.39	4142	1.21	7831	3.03
6350	12.96	328	1.25	7007	2.78	13108	4.99	4145	1.54	7850	4.54
6352	9.56	333	1.41	7021	2.12	13116	7.15	4148	1.88	7851	4.12
6356 N	7.49	335	1.82	7023 L	5.45	13117	4.12	4150	1.68	7858	1.58
6357 K	3.38	336	7.025 L	4.84	13118	4.24	4182	2.35	7905	0.98	
6359 N	7.99	338	1.88	7028 L	5.45	13119	4.00	4170	2.60	7910	1.07
6360	4.84	340	1.79	7100	4.42	13128	8.46	4175	2.12	7911	2.84
6361 N	5.94	343	1.78	7125 L	6.48	13402	6.57	4177	6.05	7912	1.42
6362	10.01	344	1.54	7751 ALS	5.27	13403	8.05	4178	2.49	7913	2.12
6363	15.08	402	1.83	7785	4.86	13406 W	17.92	4180	2.70	7920	1.80
6364 S	4.84	403	1.79	9700 A	4.61	13408	8.96	4182	1.78	7930	7.15
6366 NK	14.35	511 A	2.28	10324	2.42	13412	10.11	4183	1.88	7950	3.15
6367 K	10.29	514	1.99	10339	4.00	13421	10.30	4190	2.25	9100	5.52
6368	5.45	516	3.87	15218	1.81	13426	16.35	4192	1.88	9200	8.41
6371	5.81	518	2.96	BA ...	13432	7.51	4195	4.78	LAC ...	506	2.08
6387	11.57	521	2.36	13441	15.99	4200	2.96	LAC ...	506	2.08	
6390	4.81	524	2.49	13441	15.99	4210	9.09	LAC ...	506	2.08	
6395	4.81	526	1.32	13441	15.99	4210	9.09	LAC ...	506	2.08	
6410	8.96	527	1.36	13441	15.99	4210	9.09	LAC ...	506	2.08	
6531	3.64	532	2.15	13441	15.99	4210	9.09	LAC ...	506	2.08	
6540	2.85	534	2.54	13441	15.99	4210	9.09	LAC ...	506	2.08	
6541	3.27	536	2.77	13441	15.99	4210	9.09	LAC ...	506	2.08	
6550	1.72	548	1.94	13441	15.99	4210	9.09	LAC ...	506	2.08	
6551	1.19	547	2.21	13441	15.99	4210	9.09	LAC ...	506	2.08	
6552	0.82	612	3.21	13441	15.99	4210	9.09	LAC ...	506	2.08	
6554	1.50	614	1.94	13441	15.99	4210	9.09	LAC ...	506	2.08	
6558 S	2.87	618	2.21	13441	15.99	4210	9.09	LAC ...	506	2.08	
6561	1.70	631	1.84	13441	15.99	4210	9.09	LAC ...	506	2.08	
6562	1.81	634	2.72	13441	15.99	4210	9.09	LAC ...	506	2.08	
6610	1.33	658	1.95	13441	15.99	4210	9.09	LAC ...	506	2.08	
6612 8 DIP	2.21	658	3.57	13441	15.99	4210	9.09	LAC ...	506	2.08	
6612 S	3.12	681 A	5.89	13441	15.99	4210	9.09	LAC ...	506	2.08	
6650	1.33	682 A	4.84	13441	15.99	4210	9.09	LAC ...	506	2.08	
6651	1.06	683 A	4.84	13441	15.99	4210	9.09	LAC ...	506	2.08	
6652	1.39	684 A	5.29	13441	15.99	4210	9.09	LAC ...	506	2.08	
6671	1.75	704	2.18	13441	15.99	4210	9.09	LAC ...	506	2.08	
6677	13.38	707	2.38	13441	15.99	4210	9.09	LAC ...	506	2.08	
6780	3.27	714	2.13	13441	15.99	4210	9.09	LAC ...	506	2.08	
6821	7.24	715	1.45	13441	15.99	4210	9.09	LAC ...	506	2.08	
6855	18.25	718	1.40	13441	15.99	4210	9.09	LAC ...	506	2.08	
6870 N	13.37	726	1.56	13441	15.99	4210	9.09	LAC ...	506	2.08	
6873	2.91	806	2.80	13441	15.99	4210	9.09	LAC ...	506	2.08	
6875	2.12	843	2.34	13441	15.99	4210	9.09	LAC ...	506	2.08	
6876	2.20	857	6.05	13441	15.99	4210	9.09	LAC ...	506	2.08	
6877	11.04	LS	4.72	13441	15.99	4210	9.09	LAC ...	506	2.08	
6878	2.67	1310	2.06	13441	15.99	4210	9.09	LAC ...	506	2.08	
6880	1.32	1320	1.45	13441	15.99	4210	9.09	LAC ...	506	2.08	
6882	2.12	1330	2.13	13441	15.99	4210	9.09	LAC ...	506	2.08	
6884	1.32	1332	1.17	13441	15.99	4210	9.09	LAC ...	506	2.08	
6886	3.35	1350	2.28	13441	15.99	4210	9.09	LAC ...	506	2.08	
6888	3.33	1355	1.88	13441	15.99	4210	9.09	LAC ...	506	2.08	
6889	4.18	1356	1.99	13441	15.99	4210	9.09	LAC ...	506	2.08	
6912	2.28	1380	1.86	13441	15.99	4210	9.09	LAC ...	506	2.08	
6914	1.94	1804	1.78	13441	15.99	4210	9.09	LAC ...	506	2.08	
7025 K	4.24	3302	3.57	13441	15.99	4210	9.09	LAC ...	506	2.08	
7060	2.49	3304	3.51	13441	15.99	4210	9.09	LAC ...	506	2.08	
7062	3.75	3306	2.14	13441	15.99	4210	9.09	LAC ...	506	2.08	
7071	5.27	3308	1.99	13441	15.99	4210	9.09	LAC ...	506	2.08	
7072	2.97	3312 N	2.98	13441	15.99	4210	9.09	LAC ...	506	2.08	
7105	2.49	3402	2.49	13441	15.99	4210	9.09	LAC ...	506	2.08	
7106 K	3.64	3406 L	2.54	13441	15.99	4210	9.09	LAC ...	506	2.08	
7108	3.27	3408 F	3.75	13441	15.99	4210	9.09	LAC ...	506	2.08	
7110	1.70	3418 L	2.98	13441	15.99	4210	9.09	LAC ...	506	2.08	
7111	3.27	3502 L	8.21	13441	15.99	4210	9.09	LAC ...	506	2.08	
7112	1.25	3505 F	4.18	13441	15.99	4210	9.09	LAC ...	506	2.08	
7114 E	2.49	3506	2.49	13441	15.99	4210	9.09	LAC ...	506	2.08	
7115 E	2.49	3516	2.87	13441	15.99	4210	9.09	LAC ...	506	2.08	
7116	1.45	35									



# Platinen Software

ELRAD-Platinen sind aus Epoxid-Glashartgewebe, sie sind gebohrt und mit Lötstopplack versehen bzw. verzinkt. Alle in dieser Liste aufgeführten Leerplatinen und Programme stehen im Zusammenhang mit Projekten der Zeitschrift ELRAD. eMedia liefert nur die nicht handelsüblichen Bestandteile. Zum Aufbau und Betrieb erforderliche Angaben sind der veröffentlichten Projektbeschreibung zu entnehmen. Die Bestellnummer enthält die hierzu erforderlichen Angaben. Sie setzt sich zusammen aus Jahrgang, Heft- und einer laufenden Nummer. Beispiel 119-766: Monat 11, Jahr 1989. Besondere Merkmale einer Platine können der Buchstabenkombination in der Bestellnummer entnommen werden: ds – doppelseitig, durchkontaktiert; o8 – 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 11/5 47 47-36.



**So können Sie bestellen:** Um unnötige Kosten zu vermeiden, liefern wir **nur gegen Vorkasse**. Fügen Sie Ihrer Bestellung einen Verrechnungsscheck über die Bestellsomme zuzüglich DM 3,- (für Porto und Verpackung) bei oder überweisen Sie den Betrag auf unser Konto.

Schecks werden erst bei Lieferung eingelöst. Wir empfehlen deshalb diesen Zahlungsweg, da in Einzelfällen längere Lieferzeiten auftreten können. Unsere Bankverbindung:

**Kreissparkasse Hannover**  
**Konto-Nr. 4408 (BLZ 250 502 99)**

Ihre Bestellung richten Sie bitte an:  
**eMedia GmbH**  
**Bissendorfer Straße 8**  
**3000 Hannover 61**  
**Tel.: 0511/53 72 95**  
**Fax: 0511/5 35 22 00**

**Beachten Sie auch unser**  
**1/2-Preis-Angebot**  
**auf Seite 96**

Platine	Best.-Nr.	Preis DM	Platine	Best.-Nr.	Preis DM
<b>PC-Projekte</b>			<b>Sonstige Projekte</b>		
Byte-Former Seriell/Parallelwandler	86 101 46/ds	39,00	PLL-Frequenz-Synthesizer	090-849	32,00
IEEE488-PC inkl. GAL	019-695/ds/E	73,00	Modu-Step Bi/Unipolare Schrittmotortreiber		
Uni Count Timer/Zählerkarte	111-904/ds	70,00	— Uni Step	062-922	45,00
U/I-Wandler PC-Karte 20 Bit Auflösung	119-766/ds/E	78,00	— Bi Step	062-923	45,00
— Anwendungssoftware	S119-766M	28,00	— NT Step	062-924	45,00
EPROM-Simulator	040-816/ds/E	68,00	Drive Servotreiber	102-936	45,00
— Anwendungssoftware	S040-816M	29,00	9-Bit-Funktionsgenerator		
Achtung, Aufnahme			— Frontplatine, Hauptplatine, 1 Gal, 3 EPROMs	032-910	160,00
— AT-A/D-Wandlerkarte incl. 3 PALs + Recorder (Assembleroutinen) und Hardware-Test-Software (Source) auf 5,25"-Diskette	100-855/ds/E	148,00	LowOhm	011-868/ds	32,00
— Vollständige Aufnahme-Software D1 und D2 (mit On-Line-Filterung)	S100-855M	78,00	LF-Empfänger Längswellenempfänger	042-917/ds	64,00
— Event-Board incl. PAL	100-856/ds/E	89,00	V-24-Treiber optoentkoppelt	013-940	25,00
Uni-kV Hochspannungsgeneratorkarte	082-931	70,00			
Mepeg PC-Audiomeßsystem					
— Platine inkl. Testsoftware	102-935	64,00			
Simulant EPROM-Simulator					
— Platine + programmierter Controller	021-869/ds/E	135,00			
PC-SCOPE 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			
UniCard PC-Multifunktionskarte	041-877	70,00			
Lüfterregelung	89 101 36B	9,00			
Temperatur-Monitor Messung ü. RS-232					
— incl. PC-Anwendersoftware	061-887	25,00			
Hotline PC-Spektrum-Analyzer					
— RAM Karte incl. 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			
Centronics-Umschalter	101-901/ds	64,00			
Osziface PC-Speicheroszilloskop					
— Rechnerplatine					
— A/D Wandlerplatine (2 Platinen)					
— Netzteilplatine					
— Eprom					
Betriebssoftware für den PC, Mac oder Atari	102-933	250,00			
— A/D Wandlerplatine	102-934	64,00			
GAL-Brenner					
— Gal Brenner Platine					
— GALED-Software	112-937	84,00			
SendFax-Modem					
— Platine	071-891/ds	64,00			
— EPROM		25,00			
Messfolio Portfolioerweiterungen					
— Speichererweiterung	082-929	49,00			
— X/T Slot Platine	082-930	64,00			
Multi Port PC-Multifunktionskarte					
— Multi Port Platine inkl. Gal	092-932	109,00			
— Uniscif-Software, Diskette 3,5"	S092-932M	35,00			
Boundary Scan					
— Testplatine + Software	122-939	40,00			
DCF-77 SMD Mini-DCF-Empfänger	023-951	25,00			

## Mikrocontroller-Projekte

Simulant EPROM-Simulator		
— Platine + programmierter Controller	021-869/ds/E	135,00
MOPS 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 incl. Handbuch	S 031-874 M	100,00
IE <sup>3</sup> -IF-Modul IEEE-488 Interface für EPCs	052-918/ds	46,00
Von A bis Z 80		
— Z 80 Controllerboard incl. 2 Gals	052-919/ds	138,00
— Emulator Platine	062-921	16,00
535-Designer 80535-Entwicklerboard	121-905	44,00
BasiControl 8052 EPC-Platine inkl. Gal	032-914	73,00
Halbe Portion EPC mit 68008 inkl. Gal	042-916/ds	89,50
Z-Maschine EPC mit Z280		
— Platine, Mach 110, Monitor	023-952	248,00

## Audio-Projekte

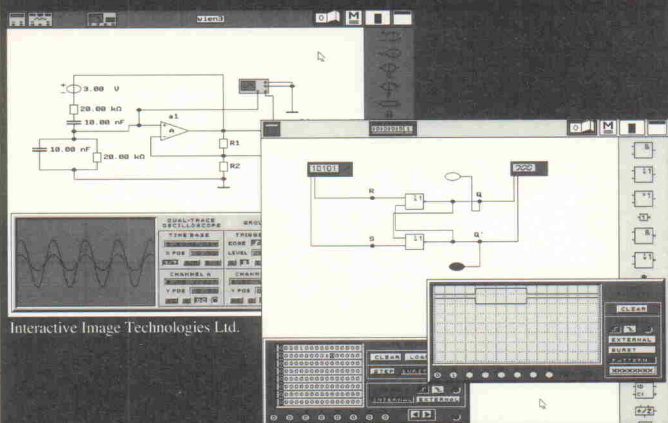
Röhren-Endstufe mit EL84		
— Endstufe	032-912	46,00
— Netzteil	032-913	43,00
SP/DIF-Konverter TTL/LWL-Umsetzer	011-900	7,50
Beigeordneter mPA	080-842	35,00
MOSFET-Monoblock	011-867/ds	14,00
Mepeg PC-Audiomeßsystem	070-838	25,50
— Platine inkl. Testsoftware	102-935	64,00
IR-Fernbedienung		
— Sender/Empfänger 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

## Software

Flowlearn Regelungssimulationsprogramm	98,00
--	-------



## Electronics Workbench™ Das Elektroniklabor im Computer



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

**Software und Handbuch  
in deutscher Sprache!  
Schaltzeichen in DIN-Norm!**

Testberichte in ELRAD 11/91, ESM 1/92, ELEKTOR 1/92, ...

Fordern Sie noch heute kostenloses Informationsmaterial oder gleich die Demoversion für 20 DM (gegen Schein) an.

Profiversion 1.026 DM  
(keine Limitierung, Vollfarbdisplay).

Studentenversion 325 DM  
(Schaltungsgröße auf 20 Bauteile limitiert, 2-Farbdarstellung, unbegrenzte Knotenzahl).

(alle Preise incl. MwSt. / zzgl. Versandkosten, Lieferung gegen Nachnahme oder Vorauskasse).

Mehrplatzlizenzen für Schulen auf Anfrage.

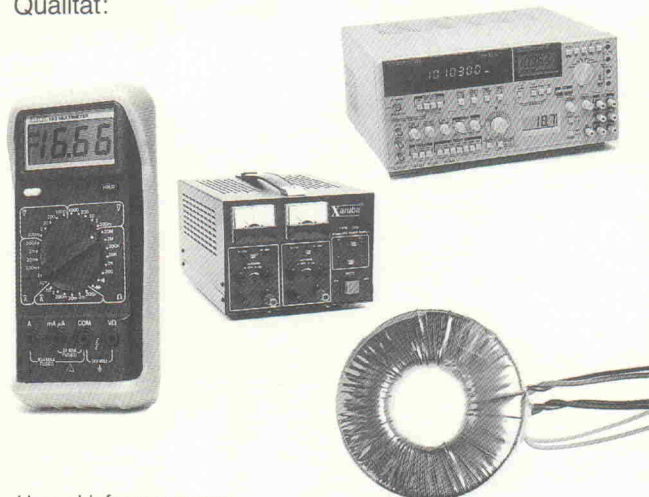
**Exklusiv bei**

**Com Pro**

Hard & Software Beratung  
Vogelsangstr. 12 D-7000 Stuttgart 1  
Tel. 0711-628275 Fax. 0711-620323

## Ihr Spezialist für Meßtechnik + Elektronik

Fehlen Ihnen Meßgeräte, Netzteile oder Bauelemente? Kein Problem. Aus unserem umfangreichen Katalog bieten wir Ihnen eine Fülle von Artikeln in hochwertiger Qualität:



Unser Lieferprogramm:

- Tisch- und Handmultimeter
- Oszilloskope, Universalzähler
- Funktionsgeneratoren
- Print- und Ringkerntrafos
- Einbau-Meßinstrumente
- Lötgeräte mit Zubehör
- Gehäuse
- Mechanische und optoelektronische Bauteile
- Alarmanlagen
- Audio-/Videogeräte/Telefone und und und ...

**POP**  
Postfach 220156, 4000 Düsseldorf 12  
Tel. 0211/20023-34  
Fax 0211/200254

POP electronic GmbH  
Postfach 220156, 4000 Düsseldorf 12  
Tel. 0211/20023-34  
Fax 0211/200254

**Xaruba®**

# ELRAD

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

## Einzelheft-Bestellung

ELRAD können Sie zum Einzelheft-Preis von DM 7,50 (bis Heft 10/91 DM 6,80) – plus Versandkosten – direkt beim Verlag nachbestellen. Bitte beachten Sie, daß Bestellungen nur gegen Vorauszahlung möglich sind. Fügen Sie Ihrer Bestellung bitte einen Verrechnungsscheck über den entsprechenden Betrag bei.

Die Ausgaben bis einschließlich 3/92 sind bereits vergriffen.

Die Kosten für Porto und Verpackung: 1 Heft DM 1,50; 2 Hefte DM 2,-; 3 bis 6 Hefte DM 3,-; ab 7 Hefte DM 5,-.

**Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG**  
Postfach 61 04 07, 3000 Hannover 61

# FUNKBILDER

mit dem IBM-PC, AMIGA, ATARI, C64/128

Fernschreiben  
Morsen  
Fax  
sowie  
Kurzwellen-Nachrichten  
aus aller Welt



Haben Sie schon einmal das  
Papier von Ihrem Radio auf  
den Bildschirm sichtbar ge-  
macht?  
Hat es Sie schon immer inter-  
essiert, wie man Wetterkarten,  
Meteosat-Bilder, Wettermach-  
richten, Presskonferenzen,  
Botschaften usw. auf  
dem Computer sichtbar macht?  
Ja?  
Dann fordern Sie unverbind-  
lich unser Info an!

Angebot für  
Empfänger + Sendung  
DM 273 Supersat (C64/128)  
bis  
DM 526 Radiocom (PC)



**BONITO**  
Peter Walter  
GERICHTSWEG 3  
D-3102 Hermannsburg



Kostenlos Info Nr. 23 anfordern. ☎ 05052/6053 FAX -/3477

## Den Dreh raus!



Wer sich seine Boxen  
selbst zusammenschrauben  
oder ein hochwertiges  
Case bauen will, der findet  
in unserem Fittings-Katalog  
genau die richtigen Teile,  
von der kleinsten Ecke bis  
zum 18"-Speaker. Auf über  
90 Seiten gibt es eine  
Menge an Information über  
Technik und Know How,  
Elektroakustik, Bauteile,  
und, und, und.  
Einfach anfordern.

Schickt mir die neuesten Kataloge. DM 4,- in Briefmarken liegen bei

Name \_\_\_\_\_ Straße \_\_\_\_\_ PLZ/Ort \_\_\_\_\_

**Zeckmusic**  
Turnhallenweg 6  
7808 Waldkirch 2



# Platinen Software

**Halbe Preise**

Alle in dieser Liste aufgeführten Leerplatinen 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. Technische Auskunft erteilt die ELRAD-Redaktion jeweils mittwochs von 10.00–12.30 und 13.00–15.00 Uhr unter der Telefonnummer 05 11/5 47 47-36.



So können Sie bestellen: Um unnötige Kosten zu vermeiden, liefern wir **nur gegen Vorkasse**. Fügen Sie Ihrer Bestellung einen Verrechnungsscheck über die Bestellsumme zuzüglich DM 3,- (für Porto und Verpackung) bei.

Unsere Bankverbindung:

**Kreissparkasse Hannover**  
Konto-Nr. 4408 (BLZ 250 502 99)

Ihre Bestellung richten Sie bitte an:

**eMedia GmbH**  
Bissendorfer Straße 8  
3000 Hannover 61  
Tel.: 0511/53 72 95  
Fax: 0511/5 35 22 00

Platine	Best.-Nr.	Preis DM	Platine	Best.-Nr.	Preis DM
100-W-PPP (Satz f. 1 Kanal)	128-688	50,00	Dig. Temperatur-Meßsystem	078-664/ds	17,50
Byte-Logger	039-709/ds/E	32,00	NDFL-MONO		
SZINTILLATIONS-DETEKTOR			— Netzteil	098-667	13,50
— Hauptplatine	069-727/ds/oB	17,00	LCD-Panelmeter	098-670/ds	6,50
— DC/DC-Wandler	069-728	8,00	Makrovision-Killer	098-671	7,50
RÖHREN-VERSTÄRKER			SMD-Balancemeter	108-677	2,50
— Ausgangs-, Line- u.			Türöffner	118-680	10,00
Kopfhörer-Verstärker	079-739/ds	22,50	EVU-Modem	118-683	17,50
— Entzerrer Vorverstärker	079-740	15,00	MASSNAHME		
— Gleichstromheizung	079-741	15,00	— Hauptplatine	128-684	24,00
— Hochspannungsplatine	079-742	15,00	— 3er Karte	128-685	17,50
— Fernstarter	079-743	15,00	Thermostat mit Nachtabsenkung	128-690	9,00
— 24-V-Versorgungs- und Relaisplatine	079-744	7,50	TV-Modulator	128-691	3,50
— Relaisplatine	079-745	22,50	Universelle getaktete		
DCF-77-ECHTZEITUHR	129-767/ds/E	14,00	DC-Motorsteuerung	128-692	7,50
Dynamic Limiter	129-771	16,00	Halogen-Dimmer	029-696	5,00
DATENLOGGER 535			Halogen-Unterwasser-Leuchte	029-697	5,00
— DATENLOGGER-535-Controller	010-780/ds/E	32,00	Spannungswächter	039-702	3,50
RIAA direkt	010-781/ds/E	9,00	z-Modulationsadapter	039-703	1,50
50/100-W-PA bipolar	050-824	9,00	Frequenz-Synthesizer	039-704/ds	15,00
Antennenverstärker	050-825	3,25	41/2-stelliges Panelmeter	039-707/ds	20,00
20-KANAL-AUDIO-ANALYZER			Autoranging Multimeter	049-711	32,00
— Netzteil	060-832	6,75	BREITBAND-VERSTÄRKER		
— Filter (2-Plat.-Satz)	060-833	15,00	— Tastkopfversion	049-713	3,00
— Zeilentreiber (2-Plat.-Satz)	060-834	6,50	Antennen-Verteiler	049-714	5,50
— Matrix	060-835/ds/oB	17,00	Metronom	049-715	13,00
EMV-Tester	110-861	5,00	Universeller Meßverstärker	049-719/ds	32,00
5-Volt-Netzteil	110-862	16,00	KAPAZITIVER ALARM		
VCA-Noisegate	120-863	16,00	— Sensorplatine	059-720	4,50
LWL-TASTKOPF			— Auswertplatine	059-721	5,00
— Sender	120-864	3,50	SMD-Meßwertgeber	079-736/ds/oB	10,00
— Empfänger	120-865	3,50	HEX-Display	079-737	7,50
RÖHRENVERSTÄRKER: „DREI STERNE...“			SMD-Pulsfühler	099-749	6,50
— Treiberstufe	100-851/ds	28,00	SMD-Lötstation	099-750	16,00
— Hochspannungsregler	100-852	16,00	Röhrenklangsteller	109-757/ds	31,00
— Gleichstromheizung	100-853	7,00	Antennenmischer	010-776/ds	9,00
— Endstufe	100-854	6,50			
Audio Light (Satz 2 Stück)	071-888	16,00	LADECENTER (nur als kpl. Satz)		
VOLLES HAUS			— Steuerplatine	020-783A	
— Treiberstufe	100-851/ds	28,00	— Leistungsplatine	020-783B	
— Endstufe	061-878	21,50	— Netzteil	020-783C	
— Stromversorgung	061-879	15,00	— Schalterplatine	020-783D/ds/E	
— Heizung	061-880	7,50	— Schalterplatine	020-783E/ds/E	39,00
— Relais	061-881	16,00	POWER-PA		
— Schalter	061-882	3,00	— Control-Platine	030-805	15,00
— Poti	061-883	3,25	— Netz-Platine	030-808	8,00
— Treiberstufe & Line-Verstärker a. 6/91			— Ausgangs-Platine	030-809	3,75
Midi-to-Gate/Power			DemoScope	030-812	7,00
— Steuerplatine incl. EPROM	091-895	41,00	Rauschverminderer	040-815	40,00
— Midi-to-Gate Erweiterungsplatine	091-896	14,00	DC/DC-Wandler	040-817/ds	59,00
— Midi-to-Power Erweiterungsplatine	101-903	14,00	TV-TUNER		
Wechselschalter	097-589	2,50	— Videoverstärker	060-826	16,00
SCHRITTMOTORSTEUERUNG			— Stereodecoder	070-839	9,00
— Treiberplatine	038-632/ds	9,50	— Netzteil	080-846	16,00
— ST-Treiberkarte	128-687/oB	32,50	— Controller	080-847/ds/E	32,00
RMS-DC-Konverter	028-623	5,25	— Tastatur	080-848/ds/E	21,00
Anpaßverstärker	048-640	18,25	VHF/UHF-Weiche	060-827/oB	3,50
STUDIO-MIXER			H.A.L.L.O.FÜR HALOGEN-LAMPEN		
— Ausgangsverstärker REM-642		10,00	— Lichtstation	060-836	39,00
— Summe mit Limiter REM-648		4,50	— Controller	060-837	23,00
SCHALLVERZÖGERUNG			— Sender	080-844	6,00
— Digitalteil	068-654	17,50	Multi-Delayer	090-850	16,00
— Filterteil	068-655	17,50	MULTI CHOICE		
x/t-Schreiber	078-658/ds	49,00	— PC-Multifunktionskarte incl. 3 Gals		
Drum-to-MIDI-Schlagwandler	078-659	20,00	und Test/Kalibrier-Software (Source)		
UNIVERSAL-NETZGERÄT			auf 5,25" Diskette	100-857/M	175,00
— Netzteil 078-662		22,50	Freischalter	031-873	12,00
— DVM-Platine	078-663	15,00	BattControl	041-876	3,75
			Fahrradstandlicht	107-902/oB/ds	19,00

## AUDIO-ICs

SSM... OPA... OP... AD  
YM... Audio DACs usw.

z.B. OPA 2604 = 6,95 DM; OPA 627 = 24,90 DM; SSM 2017 Z (Keramik) = 9,90 DM.  
YM 3623 B = 27,90 DM. usw. Wir führen immer die neusten Super-Audio-ICs.

außerdem ganz neu im Programm:

## Leitplastik - Potis

Mono, Stereo, Quatro  
Gleichlauf bis 0,4 dB

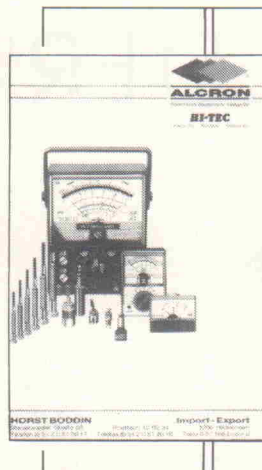
...und viele weitere exotische Bauteile, die Sie schon lange suchen oder unbedingt kennenlernen müssen, z.B.: 1% Polypropylen-Kondensatoren (KP). MKP-Kondensatoren bis 47µF/250V. 0,1% Metallschichtwiderstände (einzeln). Präz. Drehschalter bis 4 x 24-stufig Drehknöpfe, Achszubehör, Spezial-Relais, hochwertige Steckverbindungen, usw. usw.

# THEL

AUDIO ENGINEERING

**MOSFET-Endstufen  
HIGH-END-Vorverstärker**  
Aktivweichen mit Analogrechner  
und viele weitere hochinteressante AUDIO-Produkte

Exklusiv-Vertrieb durch: Schuro Elektronik GmbH, Untere Königstraße 46a, 3500 Kassel  
FAX 0561 / 770318 Tel. 0561 / 16415  
Unsere AUDIO-Katalog erhalten Sie gegen 5,00 DM in Briefmarken



## IHR ZUVERLÄSSIGER PARTNER

BITTE FORDERN SIE UNSEREN KOSTENLOSEN  
NEUEN KATALOG AN. NUR HÄNDLERANFRAGEN

- ELEKTR. BAUELEMENTE
- ANALOGE/DIGITALE MESSGERÄTE
- EINBAUINSTRUMENTE 'ACROMETER'
- LADE- UND NETZGERÄTE
- WERKZEUGE
- TELEKOM-ZUBEHÖR MIT ZFF-NR.

Horst Boddin - Import-Export

Postfach 10 02 31 Telefon: 0 51 21/51 20 17  
Steuerwalder Straße 93 Telefax: 0 51 21/51 20 19  
D-3200 Hildesheim Telex: 927165 bodin d



## Platinen und Multilayer

- unbestückt
- 1a Qualität
- einseitig, doppelseitig oder Multilayer
- sehr günstige Preise
- blitzschnelle Lieferzeit
- langjährige Erfahrung
- alle Größen möglich
- gute Kontakte auch nach Fernost
- elektronisch geprüft und getestet

*Faxen Sie uns Ihren Wunsch  
Wir machen Ihnen gerne ein Angebot*

**CEV Compact Electronic** Deciusstraße 37b • 4800 Bielefeld  
Vertriebs GmbH Telefon: 0521 / 870381 • Fax: 0521 / 874048

## Universelles 40 MSample Speicheroszilloskop

beim Anschluß an Rechner mit serieller Schnittstelle

- 40 MHz Abtastrate (80 MHz bei 2 Kanälen)
- 2mV/div - 25V/div Eingangsempfindlichkeit bei 1M $\Omega$ , 7pF
- integrierte Logikanalyse
- besondere Triggereinstellungen wie Pre-Trigger, Filter etc.
- galvanisch getrennte serielle Schnittstelle
- umfangreiche, leicht bedienbare Software für ATARI, MAC oder PC-kompatible
- komfortable Bedienung sämtlicher Funktionen über Rechner
- umfangreiche Maßwertdarstellung: V-Zoom, Drucken, X-Zoom über 2 Zeit-Dekaden usw.
- durch geringe Abmessungen in jede Umgebung integrierbar
- modularer Aufbau (jederzeit erweiterbar)
- alle von Standardoszi bekannte Funktionen wie z.B. ext. Trigger, ext. Takt, Offset

Preise: 1 kanalig incl. Software 1200,- DM  
jeder weitere Kanal 500,- DM  
jede weitere Software 100,- DM

Alle Preise incl. MwSt., zzgl. Porto und Verpackung (9,-DM)

Infos und Bestellung bei den Entwicklern:

**Seiwert / Pohl - Ing. Büro**

Tel. (030) 4628871

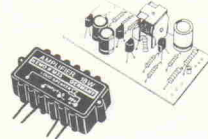
Okerstrasse 36

1000 Berlin 44

**OSZIFACE**

## Neuer Kemo - Katalog 1993

über 230 Bausätze +  
Module + Zubehör



Wir beliefern nur den Fachhandel  
und die Industrie.

Kemo-Electronic, Lehrer Landstr.  
20, D-2857 Langen. Telefon:  
04743-1527, Fax: 04743-6002



## Regenerier- Computer

Die NEUEN von Mütter  
machen verbrauchte  
Bildröhren hell wie  
neu; auch alle Problem-  
Röhren, bei denen ältere  
Geräte versagen.

## Audio-Meßplatz

ersetzt 16 Geräte;  
leichte Bedienung;  
Buchsen jeder Norm;  
mißt wirklich alles;  
AT 2 DM 1263,-



## Regel-Trenn-Trafos

270V, 650 und 1100VA  
RTT 2 799,-  
RTT 3 677,-

## Testbildsender

VHF, UHF, S-Kanäle, 7 Bilder,  
RGB,  
Scart,  
Kreuz  
CSG 5 1099,-

## MÜTER SP 701



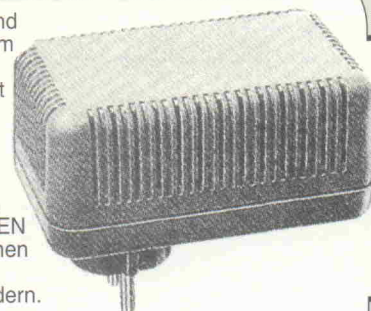
**SP 701** testet Sicherheit nach Reparaturen  
laut VDE 0701, Teile 1 bis 240; für Elektro,  
Audio, TV, Computer; mit Spannungsfrei-  
und Selbsttest **DM 555,-**

Infos kostenlos

**Ulrich Mütter GmbH & Co. KG**  
Kriedellweg 38, 4353 Oer-Erkenschwick  
Telefon (023 68) 2053, Telefax 5 70 17

## Steckernetzteil-Gehäuse

Die Steckerbrücken sind  
zweipolig mit doppeltem  
Schutzleitersystem  
nach CEE 7, Normblatt  
VII, 6 H - 10/16 A  
250 V, für Geräte  
der Schutzklasse I.  
Geeignet für alle  
europäischen Normen  
(UL 94-1-IEC - Norm EN  
60950). In verschiedenen  
Größen lieferbar.  
Unterlagen bitte anfordern.



**LOTHAR PUTZKE**

Vertrieb von Kunststoffzeugnissen

Hildesheimer Str. 306 H, 3014 Laatzen 3, Tel. 0 51 02/42 34, Fax 0 51 02/40 00

## ISO 9000?

Qualitätssicherung nach Maß  
Elektronische Meßtechnik

### ISO 9001

Qualitätssicherung in Entwicklung, Produktion, Montage und Kundendienst

### ISO 9002

Qualitätssicherung in Produktion und Montage

### ISO 9003

Qualitätssicherung in der Endprüfung

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

**esz**

**Elektronik-Service GmbH** Salzstraße 13 • D - 80334 Germering  
Servicezentrale • Meßlabor Tel. (089) 8403771 • Fax (089) 8411412

Gratis

## Info-Mappe Amateurfunk

Die Amateur-Funklizenz: Ihr Füh-  
rerschein für freie Fahrt im Äther  
und weltweite Funkverbindungen.  
Ausbildung durch staatl. geprüf-  
ten Fernlehrgang mit Aufgaben-  
korrektur, individueller Betreuung  
und Abschluß-Diplom.

INFO-Mappe gleich anfordern  
vom Spezialisten für Funklehr-  
gänge:

## Fernschule Bremen

Emil-v.-Behring-Straße 6  
2800 Bremen 34/  
☎ 04 21 / 49 00 19

## PC - I/O-Karten

AD-DA Karte 12 Bit 16 Kanal DM 139,-  
1128Bit D/A, unip. 0-9V, bip. 0-40V, 500ns, 16\*128Bit A/D,  
60usac mit 25-Pin Kabel und viel Software

AD-DA Karte 14 Bit 16 Kanal DM 329,-  
11148Bit D/A, 2usac, 16\*148Bit A/D, 28usac unip./bip. 2.5/10V, mit  
25-Pin Kabel und viel Software

Relais I/O Karte DM 299,-  
16 Relais 150V/1A out und 16\*Photo in

8255 Parallel 48 \* I/O Karte DM 82,-  
48 \* I/O, max 2MHz, 3\*16Bit Counter, 16 LED, Software

IEEE 488 Karte DM 315,-  
mit Kabel und GW-Basic Beispielen

RS 422 Dual Karte für AT DM 159,-

4\* RS 232 für DOS DM 135,-  
Mit 2 Disketten Treiber/Testsoftware, einstellbar als COM1/2 +  
3/4 oder 3-4-5-6

PC-Disk 384/512/1024K SRAM/EPROM ab DM 169,-

Lieferprogramm kostenlos  
Änderungen und Zwischen-  
verkauf vorbehalten  
Lieferung per UPS-Nachnahme  
+ Versandkosten

D - 4543 Lienen  
Lengericher Str. 21  
Telefon 05483 - 1219  
Fax 05483 - 1570

## aec audio engineering

Wir liefern alle integrierten und Spezial-Bauteile für das ELRAD-Projekt

## Wellenreiter

aec... • entwickelt Baugruppen und Komplett-Systeme in den Berei-  
chen Meß-Steuer-Regeltechnik sowie Audio-/Studio-Technik

- bietet Lösungen für außergewöhnliche Problemstellungen
- entflechtet Schaltungen
- erfüllt auch Ihre Software-Anforderungen

Saarstr. 16 • 3005 Hemmingen 1 • Tel.: 05 11/42 34 22 • Fax: 05 11/23 33 43

## TRANSFORMATOREN

Schnittband von SM 42-SM 102, Ringkern von 24 VA-500 VA  
Anpassungstrafo für 100 V System

Sonderausführungen, auch bei Einzelstücken, für Ihr Labor  
**FLETRA-Transformatoren**

8561 Pommelsbrunn, Hersbrucker Str. 9a  
Tel. + Fax 091 54/82 73

## Wickelmaschinen-Ramm

für gebrauchte Maschinen

An- und Verkauf von gebrauchten Spulenwickelmaschinen aller  
Fabrikate sowie zentrale Ersatzteilbeschaffung und Reparaturen

Ing. Karlheinz Ramm • Rumeypian 8 • D-1000 Berlin 42  
Tel. (030) 7 86 60 58 Fax.: (030) 7 86 71 75



## BENKLER Elektronik

Vertrieb elektronischer Geräte und Bauelemente  
Audio und Video Produkte

## ROBE

Ringkerntransformatoren mit Doppelspannungsabgriff	2x... Volt	Preis
30 VA	06 09 10 12 15 18 20 22 24 30 32 35 36 38 40 42 48 50 53 54 60	39,80
50 VA		45,80
80 VA		49,80
120 VA		58,80
160 VA		65,80
220 VA		69,80
250 VA		74,80
330 VA		82,80
340 VA		83,80
450 VA		96,80
470 VA		109,80
500 VA		112,50
580 VA		126,80
700 VA		126,80
1100 VA		169,50

Power MOS FET	19" Gehäuse
<b>Endstufen Bausteine</b>	auf Wunsch mit Kühlkörper
MOS FET Endstufen Bausteine	Front 4mm Alu Silber 250/360
PMA-100 90/120 Watt	ST 012 1 HE 250mm 49,60
PMA-200 230/300 Watt	ST 022 2 HE 250mm 60,60
PMA-400 400/500 Watt	ST 023 2 HE 360mm 69,60
Gegentakt Endstufen Bausteine	ST 032 3 HE 250mm 69,60
SA-100 140/210 Watt	ST 033 3 HE 360mm 79,30
SA-200 270/385 Watt	ST 042 4 HE 250mm 79,30
PA-Aktivbaustein MOS FET	ST 043 4 HE 360mm 86,90
AKB-150 100/150 Watt	ST 052 5 HE 250mm 86,90
Operationsverstärker Bausteine	ST 062 6 HE 250mm 96,00
OCL-950 115/160 Watt	1-6 HE Tiefe: 250 oder 360 mm
Netzteil Bausteine	Aufpreis: Front schwarz eloxiert
NB-1000 80 Volt 5 A	Auf Anfrage sind 2-4 HE Gehäuse
NB-2000 200 Volt 25 A	mit seitlichen Kühlkörpern lieferbar
	Serie: KRAFTWERK

Kondensatoren	MOSFET
Aluminium Becher ROE/NKO	HITACHI
4700 uF 50 V Lötlens 5,50	2 SJ 50
10000 uF 40 V Schraub 8,50	2 SK 135
10000 uF 40 V Schraub 12,50	
10000 uF 70/80 V M6 Löt 17,50	je 8.90 DM
10000 uF 80/90 V M6 Löt 18,50	ab 10.8.50
12500 uF 70/80 V M6 Löt 19,50	ca. 4000 weitere
12500 uF 80/90 V M6 Löt 21,50	Japan Typen auf
12500 uF 100/110 M6 Löt 24,50	Anfrage
Typ M8: 45 x 85 mm M8 Befestigung	

Benkler Elektronik Versand Neustadt

Winzingerstraße 31-33  
6730 Neustadt / Weinstr.  
Tel. 06321 / 300-88  
Fax 06321 / 300-99SONDERLISTE  
kostenlos anfordern

**TELEFONANLAGEN**  
ZUM SELBSTBAU, VON 4 BIS 16 NEBENSTELLEN  
Funktionen z.B.: Alarmeingang, Anklopfen, Gebührenerfassung, Kurzwahl, Fernüberwachen, Rufumleitung, Wartemusik u.v.a.m. Zubehör: Türsprechanlagen u. Adapter, Installations-Material. Außerdem: Telefone, Anrufbeantworter, Faxgeräte, Kombigeräte.

**FORDERN SIE UNSER NEUES PROGRAMM AN**  
Wir beraten Sie gern. Händleranfragen willkommen  
Friedrich-Ebert-Str.18, 8012 Ottobrunn, Tel 089/6099971, Fax 6099718

**TST ELECTRONIC**  
1991-1992 Thomas T. Schenker

**Information + Wissen**

HEISE Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG  
Heisterstraße 7  
3000 Hannover 61

ELRAD  
Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

**8051-Emulator "BICEPS51-III"**

- professionelle Echtzeit-In-Circuit-Emulatoren
- preisgünstig, ab DM 4.300,- inkl. POD31
- einfache Bedienung, auch für Einsteiger geeignet
- Real-Time-Trace, Hochsprachen-Debugging, komplexe Breaks
- Adapter für 8051, 80C535, 80C537, 80C552, 80C515A, ...
- außerdem: Makro-Assembler, C-Compiler, EPROM-Programmierer
- Made in Germany, optimale Unterstützung direkt durch Hersteller

**BRENDES DATENTECHNIK GmbH**  
2948 Schortens 1 • Stedinger Str. 7 • Telefon (0 44 23) 66 31  
Fax (0 44 23) 66 85 • Büro Braunschweig: (05 31) 50 64 99  
Schweiz: BERNHARD ELEKTRONIK (0 64) 71 69 44

**ELRAD**  
Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

**Der direkte Draht**

Tel.: (05 11) 5 47 47-0

Technische Anfragen:  
mittwochs  
10.00 bis 12.30 Uhr  
und  
13.00 bis 15.00 Uhr

Telefax:  
(05 11) 5 47 47-33

Telex:  
923173 heise d

**STEUERN und REGELN**

mit der **FUZZY-BOX**

Noch nie war es einfacher, so schnell und gut zu entwickeln und zu regeln. Mit wenigen Bausteinen können Sie jetzt in die neue, zukunftsweisende FUZZY-Technologie einsteigen. Planen Sie Ihre Zukunft mit FUZZY und ZETEC. Anruf genügt.

Die nächsten Termine der Seminarreihe „Praxis der FUZZY-Informationstechnik“:  
23. - 26. 3. / 11. - 14. 5. / 24. - 25. 6. / 29. - 30. 6.  
- Info-Material anfordern! -

**ZeTec GmbH**  
Zentrum für Fuzzy-Informationstechnik  
Emil-Figge-Str. 80 • 4600 Dortmund 50  
Tel.: 02 31 / 974 2378  
Fax: 02 31 / 974 2377

**HF-Leistungstransistoren**

Typ Frequenz V<sub>CEO</sub> I<sub>C</sub> P<sub>out</sub> DM  
MHz V A W W 1951

MRF 237	136 176	18 1,0	65	30	11,00
MRF 238	136 176	18 5,0	65	30	47,50
MRF 245	136 176	18 20,0	250	80	82,00
MRF 247	136 176	18 20,0	250	75	84,00
MRF 421	1,5 30 20	20,0	290	100	95,00
MRF 422	1,5 30 40	20,0	290	150	118,00
MRF 450A	1,5 30 20	7,5	115	50	45,00
MRF 454	1,5 30 25	20,0	250	80	58,00
MRF 455	1,5 30 18	15,0	175	60	44,00
MRF 464	1,5 30 35	10,0	250	80	69,00
MRF 476	1,5 30 18	1,0	10	3	12,00
MRF 477	1,5 30 18	5,0	87,5	40	38,00
MRF 497	1,5 50 18	6,0	87,5	40	58,00
MRF 644	407 512	16 4,0	103	25	79,00
MRF 646	407 512	16 9,0	117	40	83,00
MRF 648	407 512	16 11,0	175	60	98,00
2N5944	407 512	16 0,4	5,0	2	32,00
2N5945	407 512	16 0,8	15	4	34,00
2N5946	407 512	16 2,0	37,5	10	44,00

Weitere Typen auf Anfrage  
Japanische ZF-Filter 7-7  
Stück: 1-9 ab 10

455 kHz, gelb ..... 2,10 1,85  
455 kHz, weiß ..... 2,10 1,85  
455 kHz, schwarz ..... 2,10 1,85  
10,7 MHz, orange ..... 2,00 1,80  
10,7 MHz, grün ..... 2,00 1,80

**Formschöne Gerätegehäuse**

Formschöne, stabile und dennoch preiswerte Schalen-Gehäuse für den Aufbau von Netzteilen, Transverttern, Endstufen usw.

**Ausführung:** Gehäuseschalen aus 1 mm Stahlblech; Oberfläche genarbt, olivgrüne Kunststoffbeschichtung. Frontplatte und Rückwand aus 1,5 mm starkem Aluminium (leichte Bearbeitung). Montagewinkel und Chassis ebenfalls aus Aluminium (siehe Zubehör). Verbindungsstreben verzinktes Stahlblech.

**Gehäuse:** Abmessungen = Außenmaße in mm

Art.-Nr.	Typ	Breite	Tiefe	Höhe	Preis
210218	218	200	175	80	44,00
210201	201	200	175	125	48,00
210228	228	200	250	80	49,00
210202	202	200	250	125	54,00
210318	318	300	175	80	58,00
210301	301	300	175	125	60,00
210328	328	250	250	80	62,00
210302	302	300	250	125	65,00

Der neue HF-Bauteile-Katalog '93 ist fertig und kann gegen Voreinsendung von 7,50 in Briefmarken abgefordert werden (5,- gibt's bei der 1. Bestellung zurück)

Täglicher Schnellversand per Post + UPS

**Gut lötbare Gehäuse**

aus 0,5 mm Weißblech: Höhe 30 DM, 50 DM, 80 DM, 100 DM, 120 DM, 140 DM, 160 DM, 180 DM, 200 DM, 220 DM, 240 DM, 260 DM, 280 DM, 300 DM, 320 DM, 340 DM, 360 DM, 380 DM, 400 DM, 420 DM, 440 DM, 460 DM, 480 DM, 500 DM, 520 DM, 540 DM, 560 DM, 580 DM, 600 DM, 620 DM, 640 DM, 660 DM, 680 DM, 700 DM, 720 DM, 740 DM, 760 DM, 780 DM, 800 DM, 820 DM, 840 DM, 860 DM, 880 DM, 900 DM, 920 DM, 940 DM, 960 DM, 980 DM, 1000 DM.

aus Messingblech: Höhe 30 DM, 50 DM, 80 DM, 100 DM, 120 DM, 140 DM, 160 DM, 180 DM, 200 DM, 220 DM, 240 DM, 260 DM, 280 DM, 300 DM, 320 DM, 340 DM, 360 DM, 380 DM, 400 DM, 420 DM, 440 DM, 460 DM, 480 DM, 500 DM, 520 DM, 540 DM, 560 DM, 580 DM, 600 DM, 620 DM, 640 DM, 660 DM, 680 DM, 700 DM, 720 DM, 740 DM, 760 DM, 780 DM, 800 DM, 820 DM, 840 DM, 860 DM, 880 DM, 900 DM, 920 DM, 940 DM, 960 DM, 980 DM, 1000 DM.

Diese Gehäuse eignen sich ideal zum Einbau von elektronischen Baugruppen. Leichte Bearbeitung, Platinen, Bauteile und Befestigungsteile können eingelötet werden.

**LADENÖFFNUNGSZEITEN:** Montag bis Freitag 8.30-12.30 Uhr, 14.30-17.00 Uhr, Samstag 10.00-12.00 Uhr. Mittwochs nur vormittags!

**Andy's Funkladen**  
Admiralstraße 119, Abteilung ED 51, 2800 Bremen 1  
Telefax: 04 21/37 27 14, Telefon 04 21/35 30 60




# K L E I N A N Z E I G E N


**Achtung! 65000 Volt Elektro-Schocker** zum Selbstschutz! Elektroschlag im Nervensystem! Angreifer wird gelähmt + zu Fall gebracht! Preis 139,- DM. Tel. 02 34/9 53 61 31/2, Fax: 9 53 61 34. 

**Achtung! Telekommunikation Non Stop!** Anrufbeantworter ab 99,- DM; Funktelefone! D-Netz-Handies ab 2195,-; Telefax ab 799,- DM; ... Bildprospekt anfordern! Tel. 02 34/9 53 61 31/2, Fax: 9 53 61 34. 

**BasiControl 8052** mit EC-Bus aus Elrad 3, 4/92 Display-, Mem.card-Interf., Eprom-Emul. usw. vom Entwickler: Dipl.-Ing. Michael Schmidt, Tel. 02 41/2 05 22, Fax: 02 41/40 89 58. 

**Entwicklungen im Bereich Hard- und Software**: MC und PC wahlweise in Assembler oder C von Ihrer Idee/Pflichtenheft bis zur Serienreife. Erfahrung mit CAN-Bus in Verbindung mit MC und PC. Fordern Sie Info über unsere CAN-Produkte an. Tel. 07 51/5 15 75 (Fax: 5 15 77), Ingenieurbüro heinzler & rock elektronik GbR. 

**Messen, steuern, regeln** über den RS232 Port Ihres Computers: Frequenz/Pulszeitmessung, I:ha2:heC-Bus Steuerung, 12Bit A/D 100kHz, LCD-Port, digital I/O Pins; mit Speicherskopsoftware. Nähere Information bei R. Hafner, Sudetenstr. 12, W-8501 Allersberg, Tel. 091 76/15 59. 

**isel-Löt-, Flux- u. Trocknungsanl.**, neu, 780,- DM, Parallax-Emulator für PIC, 1400,- DM. Tel. 09 51/96 22 70. 

**Ihr Budapest Techn. Partner** mit entw. K.Dienst, Kl. Serien, SW, Inst. Fax: 003 61/1 38/62 37. 

**Bauelemente Beschaffung.** Wir sind Spezialisten in der Beschaffung von ausgefallenen aktiven, passiven + mechanischen Bauelementen auf dem gesamten Weltmarkt. Ihr Gewinn liegt im Einkauf. Testen Sie uns! resco electronic, Kobelweg 68a, 8900 Augsburg, Tel. 08 21/40 70 27, Fax: 40 43 70. 

**NEU! Mailbox für alle Elektronik-Interessierten!** Modem-Tel.-Nummern (bis 14400 bps): 089/930 10 81 (München), 061 72/45 71 03 (Frankfurt), 02 31/27 60 31 (Dortmund). 

**Ringkerntrafos DM 11,00/kg** Konventionelle Trafos DM 7,50/kg aus Produktionsüberschuß - Auslaufserien Lagerliste anfordern! T.I.B. GmbH, Leineweberstr. 12, 7800 Freiburg, Tel. 07 61/13 33 91, Fax: 07 61/13 53 31. 

**QUICK-NET (LAN)! BUS-NETZWERK** für max. 12 PC's, Laptops, usw. komplett, inkl. Hard- und Software für 2, PC's 220,- DM, je PC 55,- DM. Tel. 00 41/1 8 51 06 39, MR. Rüegg, Herrenbergstr. 5, CH-8155 Niederhasli. 


**Leiterplatten** und sämtliche Unterlagen für die Herstellung selbst. I.D.Electronic, Schillerstraße 31, W-8504 Stein, Fax: 09 11/4 46 61 59, Tel. 09 11/44 47 12 & 6 88 71 32. 


**Große Bauteile-IC-Sammlung**, Laborausrüstung. Umstände halber von Privat günstig abzugeben. Analog ICs (viele Leckerbissen), TTL, CMOS, MPs, Motorola ECL, SMDs, passive Baut., Potis, Panelmeter usw.! Auch Teilabgabe möglich. Alle neu. Bestandliste vorhanden. Preis VHS! Bei Interesse 07 11/79 61 65. 


**Leiterplattenentflechtung.** Schnelle und preiswerte Erstellung von Platinenlayouts nach Ihren Vorlagen. Info: Chiffre E93 04 01. 

**SIMM 1MBx9-70** 59,- DM, SIMM 4MBx9-70 210,- DM, SIPP 1MBx9-70 64,- DM, SIPP 4MBx9-70 215,- DM, Motherboard 386-40/128k Cache/ AMI-Bios, RK Trading Company/ Hauptstr. 130A/ 4050 Mönchengladbach 2. Fordern Sie unsere aktuelle Preisliste an. Tel. 021 66/4 29 20, Fax: 021 66/4 28 28. 


**Verkaufe Sharewaresammlung** zum Entwickeln, Routen und Testen von Schaltungen, 10 HD Disk 50,- DM. Tel. 06 81/3 90 55 02. 

**Planton V.2.1**, Layout-Programm für Atari ST/TT, Originalversion, 300,- DM. Tel. 02 08/59 11 65. 

**Lyons PG-73N** Bipolarer-Puls-Generator, 2 Kanal 1Hz-20MHz, Verz. breite 10ns-1s Output: 10V an 50:0 Ausgänge, kurzschlussfest, Handbuch 230V 380,- DM. HTB Elektronik, Tel. 047 06/70 44, Fax: 70 49. 

**Kofferradios** der 60er und 70er Jahre auch defekt, laufend gesucht, auch Tauschkontakte. Ing. D. Bursche, Weinhauser Weid 22, W-5100 Aachen. 

**Logic Analyzer** Gould K100 D, 16K, 100 MHz 1900,- DM. Tel. 08 21/46 24 64. 

**Trenntrafo 400 VA** im Gehäuse mit Steckdose von AEG (NP 500,-) VB 120,- DM. Tel. 09 72/1 89 77. 

**Z280/Z80/80X86-Basis-Interpreter-Baukasten** mit Quellcode, Entwicklungssystem, Diskbetrieb und Black-Box-System. 6 MByte Software, 300 Module, beliebige Basic-Befehle, z.B. Ventil zu PC-Z80-Assembler, Z80-Emulator, Source-Code ausführlich kommentiert, Hotline kostenlos. Profivollversion 495,- DM, 27 S. Info gratis. Dr. H. Hehl, Lindenstr. 20, 8059 Wartenberg, Tel. 08 67/30 70, Fax: 08 67/29 86. 

## albs ALPS

Deutsche High-End-Technologie mit japanischer Spitzentechnik. Qualitätsprodukte von internationalem Niveau!

**Die ALPS-Produktlinie:** High-Grade-Drehpotentiometer, Schiebepoti, Motorpoti und -fader, Studiofader, Drehschalter, Encoder, Tastenschalter, TACT-Switch, grafische u. alphanumerische LCD-Displays ... von einem der weltgrößten Hersteller elektromechanischer Bauelemente.

Wir führen eine repräsentative Auswahl am Lager für Industrie, Labor, Handel und Endverbraucher. Kundenspezifische Anfertigung für Großabnehmer. ALPS Info anfordern!

**Die albs-Produktlinie:** Das Ergebnis von über 12 Jahren Erfahrung in Entwicklung und Fertigung von hochwertigen Audio-Komponenten.

## NEU UND EXKLUSIV


• **ULTRA HIGH PRECISION AUDIO D/A-CONVERTER** • „Designed vom Wandlerexperten BURR-BROWN“ - von albs zur Serienreife entwickelt und unter Verwendung der z. Zt. hochwertigsten elektronischen Bauelemente hergestellt - und exklusiv im Vertrieb.


• Die neue DC-gekoppelte Modulreihe DAC-MOS-II und QUAD-600 von 120 V bis 600 W sin, sogar an 1 Ohm! • PAM-7/PAM-12, die neuen DC-gekoppelten sym/unsym Vorverstärker • RAM-4 BB, der noch verbesserte RIAA-Entzerrervorverstärker • UWE-10/UWE-25, die frei programmierbaren aktiven sym/unsym Frequenzweichen • SUB-25, die aktive sym/unsym Subwooferweichen • Spezialnetzteile von 40000 µF bis 440000 µF und Einzelkondensatoren bis 70000 µF oder mehr lieferbar • Vergossene, magn. geschirmte Ringkerntrafos von 50 bis 1200 VA • Fernbedienungs-Set mit ALPS-Motorpoti zum Nachrüsten oder zur allgemeinen Anwendung • Gehäuse aus Stahl und Alu - für High-End und prof. Studio- und PA-Einsatz • Alle Module auch in BURR-BROWN-Spezialausführung mit T09-Metall-ICs • Fertigergeräte nach Ihren Angaben mit unseren Teilen • Modifikationen • Persönl. Beratung • Industriespezifikationen für Sonderanwendungen möglich • Sehr ausführliche Informationen erhalten Sie gegen DM 20,- in Form von Briefmarken, Postüberweisung oder in bar (Gutschrift - Vergütung bei Bestellung). Mindestbestellwert DM 30,- (mit Gutschrift DM 60,-). Änderungen vorbehalten. Warenlieferung nur gegen Nachnahme oder Vorauskasse.


Wir sind autorisierter Händler für den Vertrieb von ALPS-Produkten in Deutschland. Anwender- und Händleranfragen erwünscht.

albs-Alltronic • B. Schmidt • Max-Eyth-Straße 1  
7136 Ötisheim • Tel. 070 41/27 47 • Fax 070 41/83 50


## albs ALPS


**Zeiss-Stereomikroskop** und Leitz-Mikroskop günstig abzugeben. Tel. 057 53/41 90. 

**A/D-Wandler f. RS 232-Schnittstelle** m. 12 Bit 8 A/D-Eingänge, 2 I/O Ports 1x8Bit Ein, 1x8Bit Aus. Preis DM 219,-, (mit Testsoftware für PC, Atari ST, C64). Info kostenlos. System & Meßtechnik, Steinkamp 29, 2398 Harrislee. Tel.: 04 61/2 52 55, FAX: 04 61/7 54 62. 

**8052+80535 Basic-Profi-Entwicklungssystem!** DOS+Windows+Atari Up-Down-Id, Turbo-xfer, Label, Strukt, Linker, Param.-überg., IF-ENDIF mehrzlg, VarTest, Dump, Makros, Zeiterfassung etc. ab 139,- DM, Demo 0,- DM. IKE GmbH, Tel. 02 03/73 45 14, Fax: 77 44 27. 

**Preisgünstige Softw. f. Nachrichtentechniker** 2x40 Programme mit Dokumentation (Handbücher, je 100 Seiten) für IBM PC. Demo Disk.: 8,- DM (Scheck!): Jörg Schmitz, Ing. (grad.), Sauerbruchstr. 16, 6204 Taunusstein. Tel. 061 28/7 11 73 (abends). 


**Suche funktionsfähige DCF-77** (SMD/aus Elrad 2/93) inkl. Software. Tel. 048 24/27 69. 

**Eagle 2.61** Layout-Editor neueste Version original Verp. VHB 680,- DM. Tel. 05 21/16 21 41. 

**Elektronische Bauteile** kauft man bei Lehmann-electronic, Pf. 311, W-6800 Mannheim 81. Katalog anfordern. Tel.: 06 21/89 67 80 FAX: 06 21/80 194 10. 


**Generalüberh. elektron. Meßgeräte.** Liste, Tel.: 095 45/75 23, Fax: 095 45/58 68. 

**HAMEG Kamera für Ossi und Monitor**, Laborwagen. Traumhafte Preise D.Multimeter ab 108,- DM, 3 Stck. ab 98,- DM. D. Multimeter TRUE RMS ab 450,- DM, F.Generator ab 412,- DM. P.Generator Testbildgenerator, Elektron. Zähler ab 399,- DM. Netzgeräte jede Preislage Meßkabel, Tastköpfe R,L,C Dekaden, Adapter, Stecker, Buchsen, Video, Audio Kabel u.v.m. Prospekt kostenlos. Händleranfragen erwünscht. Bachmeier electronic, 2804 Lilienthal, Göbelstr. 54, Tel. 042 98/49 80. 

**drehen und fräsen.** Lautsprecherbausätze von Seas Vifa Peerless. 12V Lichttrafos mit Gehäuse. Info von Stübinger, Sonderham 3, 8380 Landau/Isar. Tel. 099 51/67 97. 

**Manger-Präzision in Schall.** Jetzt Selbstbau mit dem Referenz-Schallwandler der Tonstudios: Info, Daten, Preise, Ref. Liste sofort anfordern bei Dipl.-Ing. (FH) D. Manger, 8744 Mellrichstadt, Industriest. 17, Tel. 097 76/98 16, FAX 097 76/71 85. 

**Vollhartmetall LP-Bohrer, US-Multilayerqualität m. Schaftdurchmesser 3,175 mm (1/8")** Ø 0,2-0,5 mm 7,50,- DM/St. ab 10 St. 6,50,- DM/St., Ø 0,6-3,1 mm 4,50,- DM/St. ab 10 St. 3,80,- DM/St. Versand per Nachnahme, zzgl. Porto/Verpackung. Fa. BRÜCK - B.T.S. Schillerstr. 1, 6252 Diez/Lahn, Tel.: 064 32/65 17. 

**8051 Simulator** auf PC: Go, Break, SS, SFR full-screen, Disassembler, 50,- DM. Tel. 07 11/37 67 18. 

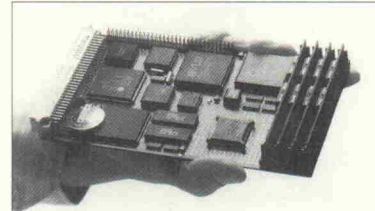
**Wir entwickeln ein 68008 Minimalsystem** Grafik: 720 x 348, Hercules Karten-Monitor, 7 Steckplätze für Eprom und stat. Ram 128 K\*8, 128 K I/O für eigene Erweiterungen. Floppy mit 7365, RS 485 und RS 232, 680901 für System und Tast. MF 102, 68230 als frei belegbarer Userport 64 pol. Expansionsport. Beliebige Erweiterung. Welche Uni, TU, Fachhochschule, Institut, Firma, Labors brauchen einen solchen Rechner, eventuell mit Farbgrafik und SCSI. Größere Rechner werden ebenfalls entwickelt. Ebenso Emuls und Epacs. Tel. 094 45/78 69 abends von 18-20 Uhr. LB Computer, PF. 12 36, D-8425 Neustadt/Donau. 

**Achtung! Offizieller Red Hot Dutch-Original-Decoder, Erotikkanal auf 13:G Ost, 399,- DM; Videocrypt/Eurocrypt/D2-Mac, RAI I, II, Filmmnet, RTL4; SAT Zubehör.** Tel. 02 34/9 53 61 31/2, Fax: 9 53 61 34. 

**Achtung! Multikassetten mit 260 Spielen!** für TV-Konsolen 8 Bit, Preis 299,- DM; Multikassetten mit 68 Spielen! für LCD-Spiele, Preis 299,- DM; 200 Spiele TV-Konsole 8 Bit 399,- DM. Tel. 02 34/9 53 61 31/2, Fax: 9 53 61 34. 

## megatel PC/II...

386er Komplett-PC auf Eurokarte.



- LCD-VGA auf Platine
- bis zu 16 MB Speicher
- SCSI Host Adapter
- nur 5V (4 W) Versorgung
- Erweiterungs-Eurokarten (AT 96) verfügbar

**PRO COM TECH** Tel.: 0 60 74 / 9 36 41  
Fax: 0 60 74 / 9 39 44



## ELEKTRONIK - FACHGESCHÄFTE

## Postleitbereich 1

**6917024**  **CONRAD ELECTRONIC**  
**Center**  
 Elektronische Bauelemente • HiFi •  
 Computer • Modellbau • Werkzeug  
 Meßtechnik • Funk • Fachliteratur  
 Hasenheide 14-15  
 1000 Berlin 61  
 030/6917024

## Postleitbereich 2

**balü**  
 electronic  
**2000 Hamburg 1**  
 Burchardstraße 6 — Sprinkenhof —  
 ☎ 040/33 03 96  
**2300 Kiel 1**  
 Schülperbaum 23 — Kontorhaus —  
 ☎ 0431/67 78 20

**291721**  **CONRAD ELECTRONIC**  
**Center**  
 Elektronische Bauelemente HiFi  
 Computer Modellbau Werkzeug  
 Meßtechnik Funk Fachliteratur  
 Hamburger Str. 127  
 2000 Hamburg 76  
 040/29 17 21

Spulen, Quarze, Elektronik-Bauteile, Röhren, Funkgeräte, Kabel,  
 Antennen, Scanner, Telefone  
**Andy's Funkladen**  
 Admiralstraße 119 · D-2800 Bremen  
 Fax (04 21) 37 27 14 · Tel. (04 21) 35 30 60  
 Ladeneröffnungszeiten: Mo - Fr 9.30 - 12.30, 14.30 - 17.00  
 \* Mittwochs nur vormittags - Sa. 9.30 - 12.30  
 Bauteile-Katalog DM 7,50 Amateurfunk-Katalog DM 7,50

 **V-E-T Elektronik**  
 Elektronikfachgroßhandel  
 Mühlenstr. 134, 2870 Delmenhorst  
 Tel. 042 21/1 77 68  
 Fax 042 21/1 76 69

\*\*\*\*\*  
 Elektronisch-Fachgeschäft  
**REICHEL**  
**ELEKTRONIK**  
 Kaiserstraße 14  
**2900 OLDENBURG 1**  
 Telefon (04 41) 1 30 68  
 Telefax (04 41) 1 36 88  
 MARKTSTRASSE 101 — 103  
**2940 WILHELMSHAVEN 1**  
 Telefon (0 44 21) 2 63 81  
 Telefax (0 44 21) 2 78 88  
 \*\*\*\*\*

## Postleitbereich 3

**1319811**  **CONRAD ELECTRONIC**  
**CENTER**  
 Elektronische Bauelemente • HiFi  
 • Computer • Modellbau • Werkzeug  
 • Meßtechnik • Funk • Fachliteratur  
 Goserie 10-12  
 3000 Hannover 1  
 0511/1 31 98 11

**RADIO MENZEL**  
 Elektronik-Bauteile u. Geräte  
 3000 Hannover 91 · Limmerstr. 3—5  
 Tel. 0511/44 26 07 · Fax 0511/44 36 29

## Postleitbereich 4

**Brunenberg Elektronik KG**  
 Lürriper Str. 170 · 4050 Mönchengladbach 1  
 Telefon 021 61/4 44 21  
 Limitenstr. 19 · 4050 Mönchengladbach 2  
 Telefon 021 66/42 04 06

**K KUNITZKI** Asterlager Str. 94a  
**ELEKTRONIK** 4100 Duisburg-Rheinhausen  
 Telefon 020 65/6 33 33  
 Telefax 028 42/4 26 84  
 Elektronische Bauelemente, Computerzubehör, Bausätze,  
 Lautsprecher, Funkgeräte, Antennen, Fernsehersatzteile

 **NÜRNBERG-  
 ELECTRONIC-  
 VERTRIEB**   
 Uerdinger Straße 121 · 4130 Moers 1  
 Telefon 028 41/3 22 21

**238073**  **CONRAD ELECTRONIC**  
**Center**  
 Elektronische Bauelemente HiFi  
 Computer Modellbau Werkzeug  
 Meßtechnik Funk Fachliteratur  
 Viehofer Str. 38-52  
 4300 Essen 1  
 0201/23 80 73

Qualitäts-Bauteile für den  
 anspruchsvollen Elektriker  
**Electronic am Wall**  
 4600 Dortmund 1, Hoher Wall 22  
 Tel. (02 31) 1 68 63

**ELSA - ELEKTRONIK**  
 Elektronische Bauteile und Geräte,  
 Entwicklung, Wartung, Groß- und  
 Einzelhandel, Kunststoffgehäuse  
 für die Elektronik, Lernsysteme  
 N.Craesmeier, Borchener Str. 16, 4790 Paderborn  
 FON: 05251-76488 FAX: 05251-76681

ELEKTRONIK · BAUELEMENTE · MESSGERÄTE · COMPUTER

 **alpha electronic**  
**Berger GmbH**  
 Heeper Str. 184+186  
**4800 Bielefeld 1**  
 Tel.: (05 21) 32 44 90 (Computer)  
 Tel.: (05 21) 32 43 33 (Bauteile)  
 Telex: 9 38 056 alpha d  
 FAX: (05 21) 32 04 35

## Postleitbereich 6

**Armin elektronische  
 Hartel Bauteile  
 und Zubehör**

Frankfurter Str. 302 ☎ 06 41/2 51 77  
 6300 Giessen

## Postleitbereich 7

**2369821**  **CONRAD ELECTRONIC**  
**Center**  
 Elektronische Bauelemente • HiFi •  
 Computer • Modellbau • Werkzeug •  
 Meßtechnik • Funk • Fachliteratur  
 Eichstraße 9  
 7000 Stuttgart 1  
 07 11/2 36 98 21

**KRAUSS elektronik**  
 Turmstr. 20, Tel. 0 71 31/6 81 91  
 7100 Heilbronn

## Postleitbereich 8

**2904466**  **CONRAD ELECTRONIC**  
**Center**  
 Elektronische Bauelemente • HiFi •  
 Computer • Modellbau • Werkzeug •  
 Meßtechnik • Funk • Fachliteratur  
 Tal 29  
 8000 München 2  
 089/2 90 44 66

☎ (09 41) 40 05 68  
**Jodlbauer Elektronik**  
 Regensburg, Innstr. 23  
 ... immer ein guter Kontakt!

**30-111**  **CONRAD ELECTRONIC**  
**Center**  
 Elektronische Bauelemente HiFi  
 Computer Modellbau Werkzeug  
 Meßtechnik Funk Fachliteratur  
 Klaus-Conrad-Str. 1  
 8452 Hirschau  
 09622/30-111

Seit 1932  **Radio-TAUBMANN**  
 Vordere Sternengasse 11 · 8500 Nürnberg  
 Ruf (09 11) 22 41 87  
 Elektronik-Bauteile, Modellbau,  
 Transformatorenbau, Fachbücher

**263280**  **CONRAD ELECTRONIC**  
**Center**  
 Elektronische Bauelemente • HiFi •  
 Computer • Modellbau • Werkzeug  
 Meßtechnik • Funk • Fachliteratur  
 Leonhardstr. 3  
 8500 Nürnberg 70  
 0911/26 32 80

 **JANTSCH-Electronic**  
 8950 Kaufbeuren (Industriegebiet)  
 Porschestraße 26, Tel.: 083 41/1 42 67  
 Electronic-Bauteile zu  
 günstigen Preisen



HELDT-ELECTRONIC VERSAND		
ROSENHAGEN 30 • 3150 PEINE • Tel.: 051 71/142 00 • Fax 051 71/188 00		
Auszug aus unseren Listen kostenlos anfordern. Die Listen erscheinen 14-tägig. Alle Bauteile original verpackt. 1. Wahl		
Quarz-Oszillatoren	16 MHz	0,65
Quarz HC18/U	4,0 MHz	0,25
Quarz HC18/U	4,194 304 MHz	0,18
Quarz HC18/U	5,990 400 MHz	0,18
Mikroprozessor 32 Bit	MC68020 FC16E	39,-
Mikroprozessor 16 Bit	MC68000FN16	19,-
Controller	MC58606RC16	25,-
Controller	X68032CPC	15,-
E-Prom	IMS27C010-20	4,50
E-Prom	M27C1024-12	4,90
C-MOS-DRAMS 1M-Bit	KM44C256A-10	2,50
LCA's	XC3042-70	5,50
LCA's	ATT3030-70	5,50
Spannungswandler	IC17850-D	0,50
MOS-A/D-Wandler	ADC0848C	1,95
Schrittmotor	12 Volt/0,6A 3,75deg	2,90
TV IC	TD4A100	0,50
TV IC	CCU3000	15,90
TV IC	TBA1201	0,35
TV IC	TDA3725	0,50
Kondensatoren Wima	0,01uF/63V/RM5	0,03
Keramik-Kondensator	2pF-20nF 50V PMS	0,01
Keramik-Kondensator	600pF/7000Volt	0,15
Ferritdrossel	4524uH	0,05
Ringkern-Trafo 600VA	BF988 Philips	0,12
Transistoren	B5285 ITT	0,12
Transistoren	TIP 137	0,12
Transistoren 100V/8A	1N4148	0,01
Dioden	AA1119	0,03
Dioden	H2612-22	0,25
Reed Relais 4xEin	5Volt/10mA	0,75
Sicherung gesichert	1Amp 250Volt	0,50
Temperaturschalter	123C Aus 10A	0,50
Lithium-Batterie	LM2450 3Volt	1,00
Motorschuttschalter	1,5-2,4Amp	12,50
Komplett-Platine	SCSI-Kontrollier	3,90

SMD-Bauteile in großer Auswahl. Liste SMD kostenlos anfordern.

A C H T U N G !

**EAGLE USER!**  
für sagenhafte  
**DM 99,-**  
machen wir aus Ihrer  
\*BRD

**2 PHOTOPLOTS**  
+  
**1 EUROPAKARTE**

doppels./ durchkont./ PbSn  
andere Formate auf Anfrage

BETA LAYOUT  
Electronic CAD/CAM/PCB's  
Festerbachstr. 32  
6209 Hohenstein 3  
Tel: 06120/6487 DFÜ: 6489 Fax: 6488

"EAGLE" ist ein eingetragenes Warenzeichen.

**MIDI-Bausätze**

Master-Keyboards  
MIDI-Out-Nachrüstungen für  
Akkordeons, Orgeln, Tastaturen,  
Baßpedale  
MIDI-Analog-Sequencer  
MIDI-Expander • Merger  
Baßpedale • Volumenpedal • Filter  
Mischpultautomatiken • Interfaces für  
MIDI-to-CV/TTL/Relais/SYNC, CV-to-MIDI...

Alle Bausätze auch als Fertigergeräte lieferbar  
Ausführliches Infomaterial DM 2,- in Briefmarken

**DOEPFER**  
**MUSIKELEKTRONIK**  
GMBH

Lenbachstr. 2 W-80332 Gräfelfing  
Tel. (089) 85 55 78 Fax (089) 854 16 98

**MCS 51**

**Mikrocontroller**

**Controllerboards**  
zum Anschluß an den PC.  
Programmierung über die  
Tastatur, direkte Ausführung  
durch den Controller. Komplett  
mit Monitorprogramm und Ein-  
zeilenassembler. Kennenlernen,  
Entwickeln, Testen; ab 399,- DM  
Makroassembler 185,- DM  
zusammen ab 424,- DM

Andreas Roth Waldstraße 19a  
Controllertechnik 6943 Birkenau  
Tel. 06201/32055, Fax: 33679

## Die Inserenten

AEC Audio Engineering,			
Hemmingen	97		
albs-Alltronik, Ötisheim	99		
Andy's Funkladen, Bremen	98		
Benkler Elektronik Versand,			
Neustadt/Weinstr.	98		
Beta Layout, Hohenstein	101		
Bitzer Digitaltechnik, Schorndorf	6		
Boddin Import-Export, Hildesheim	95		
Bonito, Hermannsburg	95		
Brendes Datentechnik	98		
CadSoft Fotoplot GmbH,			
Pleiskirchen	7		
CEV Compact Electronic, Bielefeld	97		
Com Pro Hard & Software, Stuttgart	95		
Cooper Tools Besingheim	9		
Doepfer, Gräfelfing	101		
EBRU mbH, Schöna	6		
Elektronik Laden, Detmold	91		
elpro, Ober-Ramstadt	92 + 93		
eMedia, Hannover	94		
es Elektronik Service,			
Germering	97		
Fernschule Bremen, Bremen	97		
Fletra, Pommelsbrunn	97		
Friedrich, Eichenzell	49		
Hartwig Elektronik, Staufenberg	95		
Heldt-Elektronikversand, Peine	101		
Hewlett Packard GmbH, Böblingen	19		
Hoschar Systemelektronik, Karlsruhe	33		
hps System Technik, Essen	65		
INES, Köln	6		
Intelligent Instrumentations GmbH,			
Leinfelden-Echterdingen	29		
isel-automation, Eiterfeld	3		
ITT Instruments, Nürnberg	39		
Kemo Electronic, Langen	97		
Merz Computer Electronic			
Versand, Lienen	97		
Messcomp Datentechnik, Eding	6		
Müter, Oer-Erkenschwick	97		
Natek	47		
National Instruments, München	6		
Philips GmbH, Kassel	103		
Pohl, Berlin	97		
POP electronic GmbH, Erkrath	95		
Pro Com Tech, Rödermark	99		
Putzke, Laatzen	99		
Ramm Wickelmaschinen, Berlin	97		
Reichelt, Wilhelmshaven	54+55		
Rosenkranz Elektronik, Darmstadt	17		
Roth, Birkenau	101		
Schuro elektronik, Kassel	53		
Seng Digitale Systeme, Göppingen	75		
Spectra Computersysteme,			
Leinfelden-Echterdingen	15		
Tainet Communication System,			
ROC Taipei-Taiwan	13		
taskit, Rechnertechnik GmbH,			
Berlin	6		
Teklab Laborausüstung, Hamburg	11		
TST Electronic, Ottobrunn	98		
Ultimate Technology,			
NL - AT Naarden	2, 23, 25, 27		
Westfalenhalle Dortmund, Dortmund	74		
Zeck Music, Waldkirch	95		
Zetec GmbH, Dortmund	98		
Ziegler Instruments GmbH,			
Mönchengladbach	73		

Dieser Ausgabe liegen Beilagen der Firmen  
Interest Verlag, Kissing, Keithley Instru-  
ments, Germering und Salhöfer, Kulmbach  
bei.

## Impressum

ELRAD

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen  
Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG  
Helmstorfer Str. 7, Postfach 61 04 07, 3000 Hannover 61  
Telefon: 05 11/5 47 47-36, Fax: 05 11/5 47 47-33,  
Telex: 9 23 173 heise d  
Herausgeber: Christian Heise

Technische Anfragen nur mittwochs 10.00-12.30  
und 13.00-15.00 Uhr. Bitte benutzen Sie die angegebenen  
Durchwahlnummern.

## Redaktion:

Chefredakteur: Hartmut Rogge (hr, -26)  
Leitender Redakteur: Dipl.-Phys. Peter Nonhoff (pen, -38)  
Dipl.-Ing. (FH) Ernst Ahlers (ea-25), Carsten Fabich (cf, -77),  
Martin Klein (kle, -74), Johannes Knoff-Beyer (kb, -52),  
Peter Röhke-Doerr (rö, -34), Dipl.-Ing. (FH) Detlef Stahl (st, -27)  
Ständiger Mitarbeiter: Dipl.-Ing. Eckart Steffens  
Redaktionssekretariat: Lothar Segner (ls, -36),  
Carmen Steinisch (cs, -36)  
Verlagsbüro München: Jürgen Fey (Chefredakteur)  
Gerd Oskar Bausewein, Barer Straße 36, 8000 München 2,  
Telefon: 0 89/28 30 33, Fax: 0 89/28 30 36  
Korrektur und Satz: Wolfgang Otto (Ltg.), Peter-Michael Böhm,  
Hella Franke, Martina Friedrich, Birgit Graff, Angela Hilberg,  
Christiane Slanina, Edith Tötsches, Dieter Wahnert, Brigitta Zuhreiden  
Technische Zeichnungen: Marga Kellner  
Labor: Hans-Jürgen Berndt  
Grafische Gestaltung: Dirk Wollschläger (Ltg.), Ben Dietrich  
Berlin, Ines Gehre, Sabine Humm, Dietmar Jaksch  
Fotografie: Fotodesign Lutz Reinecke, Hannover  
Verlag und Anzeigenverwaltung:  
Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG  
Helmstorfer Str. 7, Postfach 61 04 07, 3000 Hannover 61  
Telefon: 05 11/53 52-0, Fax: 05 11/53 52-1 29, Telex: 9 23 173 heise d

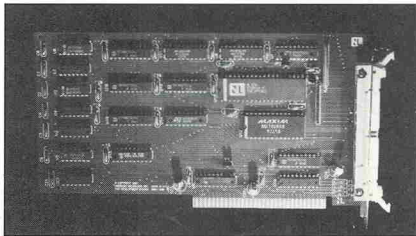
Postgiroamt Hannover, Konto-Nr. 93 05-308 (BLZ 250 10030)  
Kreissparkasse Hannover, Konto-Nr. 000-019968 (BLZ 250 502 99)  
Geschäftsführer: Christian Heise  
Verlagsleiter Fachbücher/Zeitschriften: Steven P. Steinkraus  
Anzeigenleitung: Irmgard Dittgen (53 52-164) (verantwortlich)  
Anzeigenverkauf: Werner Wedekind (53 52-121)  
Disposition: Elke Oesten (53 52-155), Kirsten Hennig (53 52-155)  
Verlagsbüro Holland: Heise Publishing Company, Postbus 675, NL-  
5600 AR Eindhoven, Tel.: 00 31/40/46 39 40, Fax: 0031/40/46 61 30  
Anzeigen-Inlandsvertretungen:  
Nielsen II, Mädchen & Partner, Medienservice, Girardetstraße 122,  
5600 Wuppertal 1 (Elberfeld), Tel.: 02 02/72 36 46, Fax: 02 02/72 37 27  
Nielsen III a, Verlagsbüro Ilse Weisenstein, Im Brühl 11, 6581 Hot-  
tenbach, Tel.: 0 67 85/73 74, Fax: 0 67 85/78 84  
Nielsen III b, Verlagsbüro Bernhard Scharnow, Kruppstr. 9, 7032  
Sindelfingen 7, Tel.: 0 70 31/67 17 01, Fax: 0 70 31/67 49 07  
Nielsen IV, Verlagsbüro Walter Rachow, Hochfeldstr. 9, 8309 Au in  
der Hallertau, Tel.: 0 87 52/13 78, Fax: 0 87 52/98 29  
Anzeigen-Auslandsvertretungen:  
Südostasien: Heise Publishing Supervising Office, S. E. Asia, Fried-  
richstr. 66/70, W-5102 Würselen, Germany, Tel.: xx49 (0) 24 05/  
9 56 04, Fax: xx49 (0) 24 05/9 54 59  
Hongkong: Heise Publishing Rep. Office, Suite 811, Tsiam Sha Tsui  
Center, East Wing, 66 Mody Road, T.S.T. East, Kowloon, Hong Kong,  
Tel.: 7 21 51 51, Fax: 7 21 38 81  
Singapur: Heise Publishing Rep. Office, #41-01A, Hong Leong Build-  
ing, 16 Raffles Quay, Singapore 0104, Tel.: 0 65-2 26 11 17, Fax:  
0 65-2 21 31 04  
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  
Anzeigenpreise:  
Es gilt die Anzeigenpreisliste Nr. 14 vom 1. Januar 1992  
Vertriebsleitung: Hans-J. Spitzer  
Herstellung/Leitung: Wolfgang Ulber  
Sonderdruck-Services: Sabine Schiller (-30)  
Druck: C.W. Niemeyer GmbH & Co. KG, Hameln  
ELRAD erscheint monatlich.  
Einzelpreis DM 7,50 (65 60,-/sfr 7,50/hfl 8,50/bfr 182,-/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), Studentenabonne-  
ment/Ausland DM 76,80,- (Bezugspreis DM 48,60 + Versandkosten  
DM 28,20). Studentenabonnements nur gegen Vorlage der Studienbe-  
scheinigung. Luftpost auf Anfrage. Konto für Abo-Zahlungen: Verlag  
Heinz Heise GmbH & Co KG, Postgiroamt Hannover, Kto.-Nr. 401 655-304  
(BLZ 250 100 30). Kündigung jederzeit mit Wirkung zur jeweils  
übernächsten Ausgabe möglich.  
Kundenkonto in Österreich:  
Österreichische Länderbank AG, Wien, BLZ 12000,  
Kto.-Nr. 130-129-627/01  
Kundenkonto in der Schweiz:  
Schweizerischer Bankverein, Zürich, Kto.-Nr. PO-465 060.0  
Versand und Abonnementverwaltung: SAZ marketing services,  
Gutenbergstraße 1-5, 3008 Garbsen, Telefon: 0 51 37/8 78-749  
In den Niederlanden Bestellung über:  
de muidkrink bv PB 313, 1382 JI Weesp  
(Jahresabonnement: hfl. 99,-, Studentenabonnement: hfl. 89,-)  
Lieferung an Handel (auch für Österreich und die Schweiz):  
VPM - Verlagsumson Pabel Moewig KG  
Postfach 57 07, D-6200 Wiesbaden, Telefon: 0 61 21/2 66-0

Eine Haftung für die Richtigkeit der Veröffentlichungen kann trotz sorgfältiger  
Prüfung durch die Redaktion vom Herausgeber nicht übernommen werden. Die  
geltenden gesetzlichen und postalischen Bestimmungen bei Erwerb, Errichtung  
und Inbetriebnahme von Send- und Empfangseinrichtungen sind zu beachten.  
Die gewerbliche Nutzung, insbesondere der Schaltpläne und gedruckten Schal-  
tungen, ist nur mit schriftlicher Genehmigung des Herausgebers zulässig. Die  
Zustimmung kann an Bedingungen geknüpft sein.  
Honorare Arbeiten gehen in das Verfügungsrecht des Verlages über. Nach-  
druck nur mit Genehmigung des Verlages. Mit Übergabe der Manuskripte und  
Bilder an die Redaktion erteilt der Verfasser dem Verlag das Exklusivrecht zur  
Veröffentlichung.  
Sämtliche Veröffentlichungen in ELRAD erfolgen ohne Berücksichtigung eines  
eventuellen Patentschutzes. Warennamen werden ohne Gewährleistung einer  
freien Verwendung benutzt.  
Printed in Germany  
© Copyright 1993 by Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG  
ISSN 0170-1827



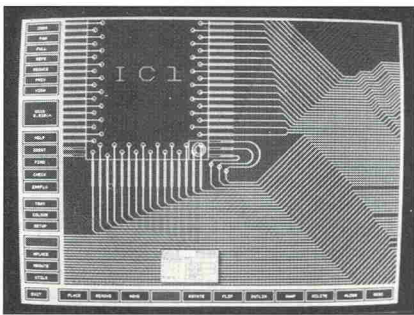
## Projekt: Fuzzy-Entwicklungssystem



Die unscharfen Zustände *fast wahr* oder *ein wenig falsch* sind der herkömmlichen Digitaltechnik mit ihren schlichten Ein/Aus-Entscheidungen fremd. Fuzzy-Software ebnet der unscharfen Logik zwar den Weg in herkömmliche Mikrocontroller, aber erst spezielle Fuzzy-Controller ermöglichen bei hohen Datenraten einfachsten Aufbau dieser stabilen und fehlertoleranten Regelungstechnik. Ein Beispiel hierfür ist der NLX 230 von American NeuraLogix Inc. Im Mittelpunkt der Artikelserie steht eine PC-Steckkarte und eine komfortable Entwicklungssoftware.

Unter dieser Überschrift erhielt die Redaktion vor kurzem eine Presseinformation, die sich nicht etwa mit einem Programm zum Simulieren einer PC-Maus mit entgegengesetzten Funktionen beschäftigte, auch nicht mit einem Löschmodul für einen konventionellen Maustreiber, geschweige denn mit dem natürlichen Widerpart quicklebendiger Bio-Mäuse, sprich: Katzen.

## Markt: CAD-Systeme in der Elektronikentwicklung



Werkfoto: Connection Design

Es gibt wohl kaum einen Entwickler elektronischer Schaltungen, der noch keine Rechnererfahrung beim Entwurf oder bei der Entflechtung elektronischer Schaltungen gemacht hat. Die Software-Hersteller unternehmen derzeit alles, um potentielle Anwender gerade für ihr Produkt zu begeistern. Das macht die Entscheidung für ein System nicht leichter. Denn sehr unterschiedlich sind die Anforderungen, die der einzelne an EDA-Software stellt. Hinzu kommt, das Angebot an CAD-Systemen für die Elektronik ist trotz harter Konkurrenz kaum überschaubar. ELRAD schafft den Überblick.

gerade für ihr Produkt zu begeistern. Das macht die Entscheidung für ein System nicht leichter. Denn sehr unterschiedlich sind die Anforderungen, die der einzelne an EDA-Software stellt. Hinzu kommt, das Angebot an CAD-Systemen für die Elektronik ist trotz harter Konkurrenz kaum überschaubar. ELRAD schafft den Überblick.

## Test: Arbitrary-Generatoren



Konventionelle Funktionsgeneratoren geben Standardsignale mit sinus-, rechteck- und dreieckförmigem Verlauf ab. Ist man allerdings auf ein Testsignal mit davon abweichendem Verlauf angewiesen, helfen die 'Alleskönner' unter den Generatoren, kurz: die Arbys, weiter. Dank ihres programmierbaren Signalverlaufs kann man Arbitrary-Generatoren flexibel und anwendungsgerecht einsetzen, beispielsweise in der Automatisierungstechnik und im Videobereich, in erster Linie jedoch für Aufgaben im Meß- und Prüffeld. Welche Qualität die erzeugten 'Traumkurven' aufweisen, untersucht der ELRAD-Test in der nächsten Ausgabe.

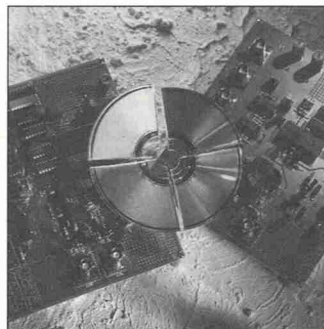
Conventional function generators provide standard signals with sinusoidal, rectangular and triangular waveforms. If one is in need of a test signal with a different waveform, the 'do-it-all' generators, or Arbys, come to the rescue. Thanks to their programmable signal waveform, they can be used flexibly and application-oriented, for example in automation technology and in the video area, but primarily for tasks in the measurement and test field. The quality of the generated 'dream curves' is examined in the ELRAD test in the next issue.

## Entwicklung: Klein, aber PIC-fein

Während die Entwicklung bei Mikrocontrollern in den letzten Jahren zu immer leistungsstärkeren Produkten führte, wurden mit der PIC16C5X-Familie intelligente Bausteine mit gezielt reduzierten Fähigkeiten entwickelt. Mit geringem Hard- und Softwareaufwand lassen sich mit Hilfe dieser 'Quasi-Controller' raffinierte Anwendungen realisieren, vor allem solche, für die man den Einsatz eines 'echten' Mikrocontrollers für zu aufwendig gehalten hätte. Anhand von Applikationen sowie der praxisnahen Untersuchung der gesamten Palette von Entwicklungswerkzeugen unterschiedlicher Anbieter hat man in der nächsten ELRAD-Ausgabe die Gelegenheit, dieses interessante Stück Elektronik näher kennenzulernen.

## Design Corner: Wandlungsfähig

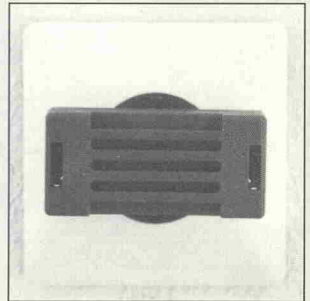
Im Bereich der A/D-Wandlung für den Audibereich, Konvertierung der digitalen Datenströme in die Formate S/P-DIF und AES/EBU sowie deren Rückwandlung in Audiosignale macht der Halbleiterhersteller



Cristal schon seit längerem von sich reden. Zur Unterstützung von Entwicklern bietet der Distributor Atlantik Boards für die Hin- und Rückwandlung an. Was die Pakete bieten und ob man den S/P-DIF-Audio-Wandler gar als preiswerten CD-Wandler nutzen kann/sollte, sind Facts des Artikels.

## Dies & Das

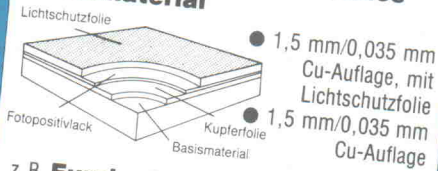
### Anti-Maus



Thema des als 'umweltfreundlicher Artikel' bezeichneten Beitrags war ein elektronischer Mäusevertreiber, den man einfach in die Netzsteckdose steckt und der dann 'zuverlässig, sparsam, sauber und umweltfreundlich' alle Nager vertreiben soll. Die Anti-Maus generiert dabei Signale mit Frequenzen zwischen 22 kHz und 25 kHz und strahlt diese akustisch ab. Für das menschliche Ohr sind die hohen Töne kaum wahrnehmbar und stellen deshalb keine Belästigung dar, auch Haustiere wie Hunde und Katzen fühlen sich hiervon laut Anbieter nicht gestört – wobei die Frage auftaucht, welche normale Hausmaus schon die Unverfrorenheit besitzt, ihr Domizil in einer 'katzenverseuchten' Gegend aufzuschlagen. Unter der Bezeichnung 'Marder-Scheuche' veröffentlichte ELRAD übrigens im Dezember 1987 ein ähnliches Projekt.



## isel fotopositivbeschichtetes Basismaterial



- 1,5 mm/0,035 mm Cu-Auflage, mit Lichtschutzfolie
- 1,5 mm/0,035 mm Cu-Auflage

z. B. Eurokarte

1seitig fotobeschichtet  
100 x 160 DM 2,87

## isel-UV-Vakuum-Belichtungsgeräte

ab DM 915,-

## isel-UV-Belichtungsgeräte

ab DM 285,-



## isel-Entwicklungs- u. Ätzgeräte

ab DM 190,-



## isel-Lötanlage

DM 521,-

Walzenverzinnaufsatz (ohne Abb.)  
DM 618,-

## isel-Flux- u. Trocknungsanlage

(ohne Abb.)

DM 378,-

## isel-19"-Einbau-/Tischgehäuse

ab DM 29,80

- 3 HE
- 6 HE
- 50-85 TE



## isel-Bohr- u. Fräsgesetz

(ohne Bohrmaschine)

DM 253,-

Wir führen auch:

Bohr- und Fräsgesetz, Trennsägen, Leucht- und Montagepulte, Euro- und Kühlrippengehäuse, Bestückungs- und Lötrahmen, Transparenzpapiere, Folien, Filme, Chemikalien zur Herstellung von Leiterplatten usw.

Alle Preise inklusive Mehrwertsteuer.

## Lötwerkzeuge



### Standard-Lötset

- LötKolben (220V/40V)
- phasengeregt
- LötKolbenhalterung
- Zinnabroller
- Entlötpumpe DM 129,-

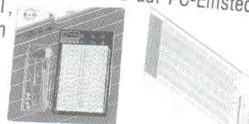
DM 288,50

### Lötstation

Lötstation mit automatischer Lötzinnzufuhr. Über Timer, Fußschalter oder per Hand einstellbar. Ein Stativ ermöglicht das Einspannen des LötKolbens und beidhändiges Arbeiten.

### isel-Universalplatinen

- Euro-Experimentierplatine DM 18,-
- PC-Experimentierplatine, passend für XT und AT, Länge 338 mm DM 48,50
- Lötfreie Experimentierboards auf Grundplatte, Set mit Steckkabeln DM 24,-
- isel-Experimentierboard zum lötfreien Aufbau von Computerschaltungen. Steckboard auf PC-Einsteckkarte für XT und AT, Set mit Steckkabeln DM 80,-



### isel-Schaltnetzteil

DM 207,-

5V/50W-Schaltnetzteil im Eurogehäuse, passend für 3HE-Einbaueinheit

### isel-DC/AC-Wandler

Hochfrequenz-Spannungswandler 12V/DC in 220V/AC, 300 Watt, DM 803,-  
3HE-Alu-Gehäuse (200 x 200 x 140 mm)



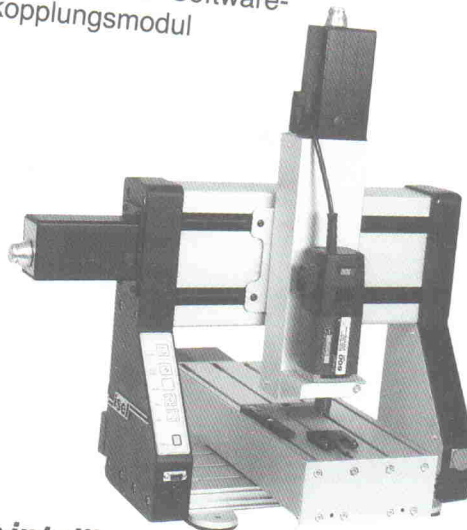
### Universalnetzteil

DM 782,-

Zwei getrennte, regelbare Spannungen mit einstellbarer Strombegrenzung, digitale Anzeige (30V/3A), 5V-Festspannung, 3A

## isel-EP 1090

... die komplette Bearbeitungseinheit mit integrierter Antriebselektronik, Bohr-Fräs-Maschine, Aufspann-Set und PAL-EP-Software-Ankopplungsmodul



DM 5692,-  
(inkl. MWSt.)

## 2,5D-CNC-Maschine bearbeitet:

Leiterplatten  
Aluminium  
Kunststoffe  
Holz etc.

... die intelligente Mechanik von iselautomation

Fordern Sie weitere Unterlagen an!

isel  
automation

Hugo Isert · Im Leibolzgraben 16 · D-6419 Eiterfeld 1  
Telefon (06672) 898-0 · Telex iseld 493150 · Telefax (06672) 7575



## isel-Prozess-Rechner

Rechner im 19-Zoll-Format, 3HE oder 2x3HE, 85-TE-Einbau- und Tischgehäuse, staubgeschützt

### 486 DX-33 MHz

- 105 MB HDD (AT-Bus)
- 1.44 MB FD
- 4 MB RAM
- 1 MB VGA
- 2x ser., 1x par.

### 386 SX-16 MHz

- 52 MB HD (AT-Bus)
- 1.44 MB FD
- 1 MB RAM
- 512 K VGA
- 2x ser., 1x par.



ab 3611,-



ab 1493,-

## PC-Komponenten

Motherboards 386 SX-16 MHz bis 486 DX-50 MHz

Festplatten QUANTUM 52 MB/105 MB 17 ms AT-Bus

Grafikkarten 512K (OAK), 1 MB ET4000 inkl. Softw.

AT-Bus Controller plus 2x ser., 1x par. inkl. Kabel

I/O-Kontroller 2x ser., 1x par.

Floppylaufwerk 3,5 Zoll-1,44 MB

PC-Netzteil 200 W (150x140x85 mm)

AT-Tastatur mit integr. Trackball

VGA-Monitor 14" 0,28 mm, Lochmaske

PC-Einsteckkarte A/D-D/A-I/O

... drei Funktionen auf einem Board

- 12-Bit-A/D-Wandler (200µs)

- 12-Bit-D/A-Wandler (20µs)

- je 8 digitale Ein- und Ausgänge

USPS-230

DM 452,-

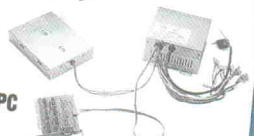
Unterbrechungsfreie Stromversorgung für PC

- Kontrolle des Ladezustands der Akkus

- Überwachung der PC-Versorgungsspannungen

- automatische Abschaltung nach Datenrettung

- garantierte Back-up-Zeit 4-30 Minuten

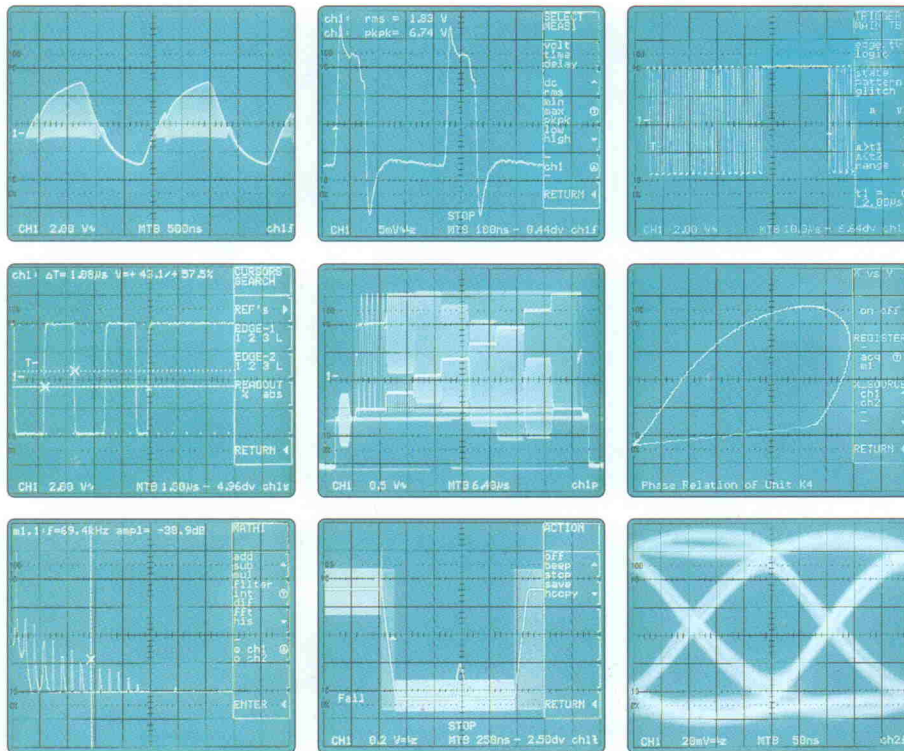




**FLUKE®**

**PHILIPS**

“



”

# CombiScope™

## Das Konzept spricht für sich.

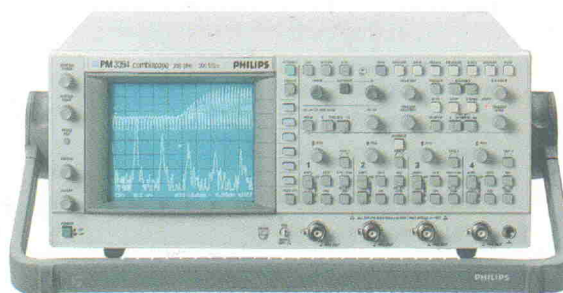
Mit ihren leistungsfähigen Funktionen zur Datenerfassung und Signalanalyse eröffnen die digitalen Speicheroszilloskope neue Möglichkeiten.

Kein digitales Speicherinstrument aber kann Ihnen die hohe Auflösung eines analogen Echtzeit-Oszilloskops bieten.

Das CombiScope™ kombiniert nun die analoge Echtzeitleistung mit der digitalen Speicherung in einem einzigen Gerät – ohne Kompromisse.

Überzeugen Sie sich. Dann wissen Sie, daß es sich lohnt, ein digitales Speicheroszilloskop und ein Analogoszilloskop in einem Gerät zu kombinieren.

**... und Sie messen besser!**



Philips GmbH, Elektronik für Wissenschaft und Industrie, Miramstraße 87, 3500 Kassel

Telefon: (05 61) 50 14 95, Telefax: (05 61) 50 16 90

Berlin: (0 30) 21 00 63 62; Hamburg: (0 40) 6 79 72 78;

Essen: (02 01) 3 61 02 45; Frankfurt: (0 69) 79 40 93 38;

Stuttgart: (07 11) 5 20 41 04; München: (0 89) 9 60 51 21


**PHILIPS**