

# ELRAD

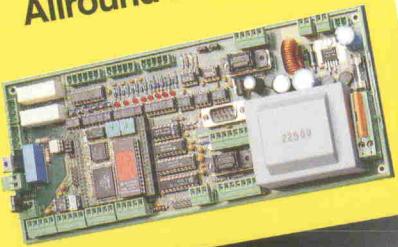
H 5345 E

DM 7,50

öS 60,- · sfr 7,50  
bfr 182,- · hfl 10,-  
FF 25,-

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

Projekt:  
Allround-Interface



+ der elektroniker

11 / 93

11/93

ELRAD Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen



Test

Meßtechnik: System-Multimeter auf dem EMV-Prüfstand

Projekte

Automatisierung: Anschaltung für den InterBus-S

Controller-Technik: Allround-Interface für den TMP96C141

A/D-Wandler-Labor: 800-kHz-Umsetzer ADS7810/19  
und paralleles FIFO-RAM

Entwicklung

Design Corner: Dynamik-Prozessor That 4301

Software: Vierpolanalyse mit Derive

Grundlagen

ASICs: Merkmale anwendungsspezifischer ICs

Laborblätter: RC-Sinusoszillatoren

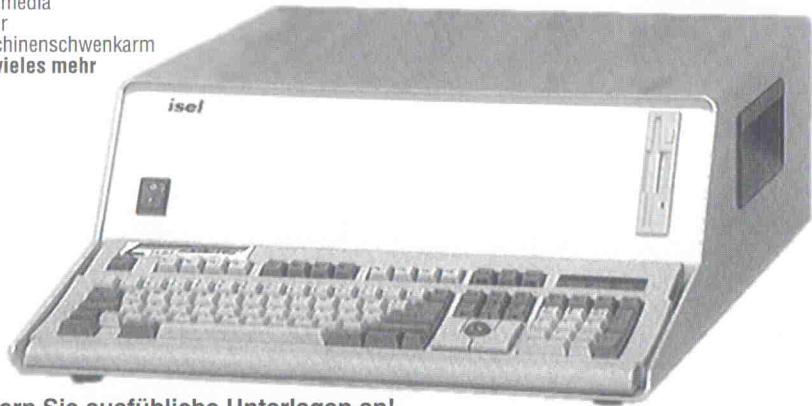
Welcher  
Taschenrechner  
fürs Studium?

## isel-PC-19"-Duogehäuse

PC-Tischgehäuse mit frei konfigurierbarem 84 TE Einbaurahmen 3HE

- PC-Netzteil 200 W
- Trackballtastatur
- 3½" Floppy

umfangreiches und reichhaltiges Zubehör  
- Monitore  
- Festplatten  
- unterbrechungsfreie Stromversorgung  
- Multimedia  
- Lüfter  
- Maschinenschwenkkarm und vieles mehr



Fordern Sie ausführliche Unterlagen an!

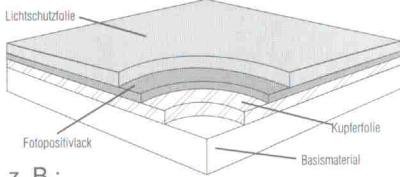
DM 798,-

! vorbereitet für den Einbau beliebiger Systemlösungen

für den Ausbau erhältlich sind z. B.:  
- PC-Einsteckkarten und Euro-Karten für Schritt- und Servomotorsteuerungen

- Leistungselektronik für Steuerungen  
- komplette CNC-Controller für industrielle Anwendungen

## isel-fotopositiv-beschichtetes Basismaterial

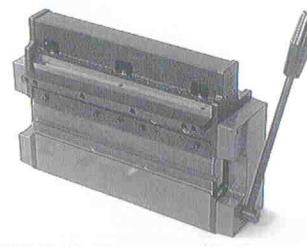


z. B.: **Eurokarte FR 4** einseitig fotobeschichtet

100x160 mm DM 2,85

## isel-Universal-Bearbeitungsmaschine

schneiden, biegen, stanzen von Blechen bis 3 mm ab DM 1978,-



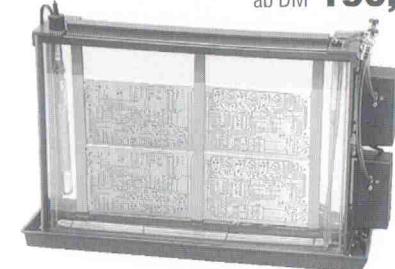
## isel-UV-Belichtungsgeräte

ab DM 287,-



## isel-Entwicklungs- und Ätzgeräte

ab DM 190,-



## isel-Verzinnungs- und Lötanlagen

ab DM 521,-



## isel-19"-Einbau und Tischgehäuse 3 HE

ab DM 28,-



isel-PC-19" Einbau- u. Tischgehäuse 3 HE mit 200-W-Netzteil und 3½" Floppy DM 458,-

Standard-Komplett-PC 386SX 33 MHz im 19"-Gehäuse DM 1760,-



isel-19"-Einbaugehäuse 8 HE DM 980,- mit 14"-VGA-Colormonitor 1024x768, 0,28 mm

isel-19"-Einbaugehäuse 8 HE DM 1430,- mit Monitor und Folienflachstastatur MF2-kompatibel



Fordern Sie Unterlagen über unser Gehäuse- und Profilprogramm an !

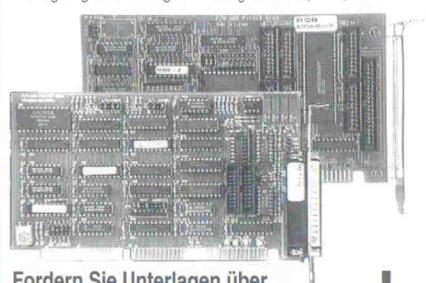
## isel-Universal-Geräteträger (ohne Controller)

aus pulverbeschichtetem Aluminium L650xB600xH800(1000) mm DM 780,-



Digital-I/O und Timerkarte DM 402,- 48 TTL-I/O, 3 Timer

AD-DA-I/O-Karte DM 437,- Analog-Digital und Digital-Analog-Wandler, 16 I/O-Kanäle



Fordern Sie Unterlagen über unser PC-Einsteckkarten-Sortiment an !

Verlangen Sie unseren Katalog!

iselautomation

Hugo Isert • Im Leiboltzgraben 16 • D-36132 Eiterfeld



(06672) 898 0 •



(06672) 7575 • Telex 493 150 iseld



iselautomation

# Die Gretchenfrage

Alle Vorbereitungen sind abgeschlossen, einige Kollegen bereits vor Ort mit dem Messeraufbau beschäftigt. Auch für mich Zeit, meinem Schreibtisch in der Redaktion den Rücken zu kehren. Noch einige Hinweise vom Chef, dann mache ich mich auf den Weg. Straßenbahn, Zug, Bus – schon stecke ich mittendrin im Messertrubel. Die ersten Besucher sind bereits da. Eine Auskunft hier, eine nette Unterhaltung dort, der Morgen vergeht wie im Flug. Am Nachmittag habe ich Zeit, mich selbst in den Hallen umzusehen.

Ich schlendere von Stand zu Stand, treffe Bekannte und Unbekannte, frage nach Neuerungen und sammle Informationen. Im Verlauf eines Gesprächs erkundigt sich mein Gegenüber interessiert, ob ich 'vom Fach' sei. Unvorsichtigerweise bejahe ich, da ist es soweit: Ich muß mal wieder erklären, wie ich – als Frau – denn ausgerechnet zur Elektrotechnik gekommen bin.

Also erzähle ich die Geschichte von dem Elektrobaukasten, mit dem mich meine Eltern in frühester Kindheit konfrontiert haben. Und davon, daß mich die gehnnten und ungeahnten Möglichkeiten dieses Spielzeugs so sehr fasziniert haben, daß ich schon damals beschloß, Elektrotechnik zu studieren. – Diese Begründung ist den meisten bekannt. Meine Gesprächspartner sind glücklich, ich nehme meinen Messerumgang zufrieden wieder auf.

Neue Halle, andere Stände, weitere Gespräche. Es dauert

nicht allzu lange, bis wieder eine Erklärung fällig ist.

Diesmal erzähle ich von den Versuchen, die HiFi-Anlage meines großen Bruders in Betrieb zu nehmen. Von den unzähligen Zaubersprüchen, die ich seinerzeit eindringlich, aber vergebens bemüht habe. Hatte ich sie doch oft gehört, wenn sich mein Bruder, seines Zeichens Elektroniker, mit einem Meßgerät in der Hand – geheimnisvoll murmelnd oder lautstark Beschwörungen ausstoßend – über die Anlage beugte. Und davon, daß meine mißlungenen Versuche mich damals zu der Erkenntnis trieben, Elektrotechnik ist Zauberei, das muß ich lernen. – Die Großer-Bruder-Story ist zugegebenermaßen keine kreative Glanzleistung.

Deshalb greife ich bei der nächsten Gelegenheit zur Geschichte vom Lehramtsstudium mit Schwerpunkt Deutsch und Nebenfach Elektrotechnik. – Lehrerin entspricht den Erwartungen, das kommt an.

Im Laufe des Tages muß ich mich noch etliche Male erklären. Meine Geschichten werden immer abenteuerlicher: Ein Technikstudium, um endlich herauszufinden, was es mit dem Licht beim Schließen des Kühlzentrums auf sich hat. – Irgendwie unglaublich? Oder das Preisen der Elektrotechnik als eine der wenigen Möglichkeiten, Frau unter Hunderten von Männern zu sein. – Schon besser, das hört jeder gern.

In meinem Kopf beginnen sich die Ideen zu überschlagen: Elektrotechnik mit Makrameetechnik verwechselt; versehentlich zur IFA statt zu IKEA gefahren – ich nähere mich beachtlichen geistigen Höhenflügen. Die Neugierde der Herren scheint kein Ende nehmen zu wollen ...

Irgendwann ist mein Reservoir an Geschichten allerdings erschöpft. Die Aus-Versehen-Story vom Verrutschen in der Zeile auf dem Immatrikulationsbogen und dem darauf folgenden vergeblichen Kampf gegen die Windmühlenflügel der Bürokratie – nur eine letzte Eingebung, bevor mir gar nichts mehr einfällt.

In solchen Momenten überlege ich, ob der kleine Unterschied zwischen mir und meinen Fachkollegen wirklich so entscheidend ist. Darf auch ich mir erlauben zu fragen: 'Und Sie, mein Herr, wie kamen Sie – als Mann – zur Elektrotechnik?'

*Ulrike Kuhlmann*

Ulrike Kuhlmann

P.S. Zurück in der Redaktion. Die zahlreichen Kolleginnen begrüßen mich, die Chefredakteurin fragt, was es Neues gibt. Klaus, die gute Seele des Büros, hat selbstgebackenen Kuchen mitgebracht ... Zukunftsvisionen.



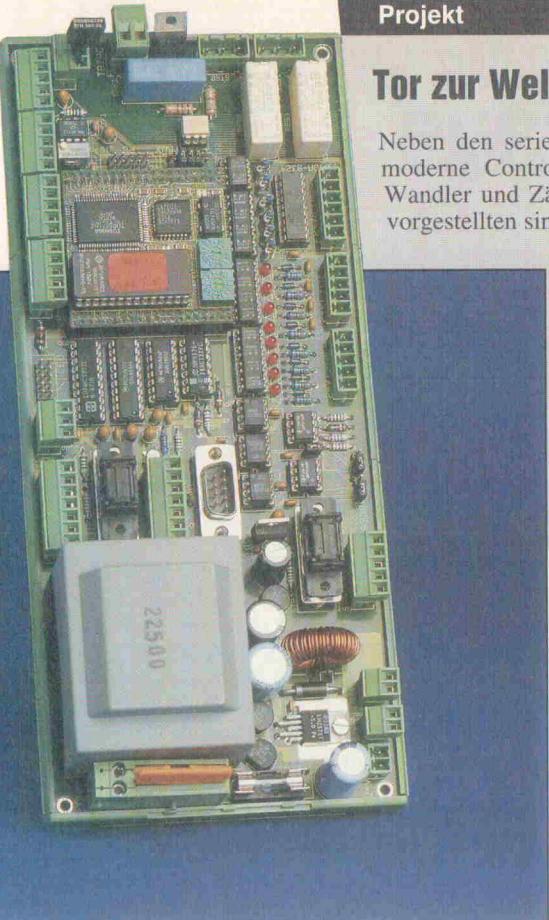
## Projekt

### Tor zur Welt (1)

Neben den seriellen Schnittstellen verfügen moderne Controller wenigstens über A/D-Wandler und Zähler. Bei den üblicherweise vorgestellten sind diese – nebst einigen Ports

– auch herausgeführt, doch wie beschaltet man sie am sinnvollsten? Das Tor zur Welt verschafft den Eingängen und Ausgängen eines Toshiba-TLCS-900-Moduls Zutritt zur 'richtigen' Welt.

**Seite 75**



## Test

### Stör... sicher?

System-Multimeter setzt man in automatisierten Meß- und Prüf- anlagen ein. Genauigkeit ist dabei Grundvoraussetzung. Von einer ausreichenden Störfestigkeit geht man sowieso aus, was sollte schon über die Meßleitungen oder das Netzteil hereinkommen? Daß man da so manches zu erwarten hat, kann jeder Praktiker aus dem Prüffeld bestätigen. Ob unsere Kandidaten solche Ruhestörungen verkraften, lesen Sie ab

**Seite 24**



## Software

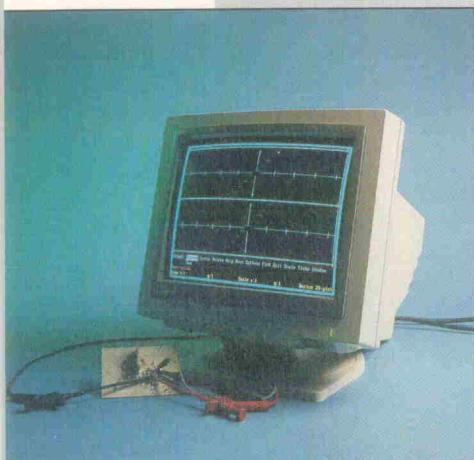
### Grand mit vier Polen

Für das verbreitete Mathematikprogramm Derive steht ein kompletter Satz von Befehlen zur Verfügung, die eine symbolische Berechnung linearer Vierpolprobleme ermöglichen.

Der wegen der symbolischen Behandlung linearer Zweitorprobleme STWOP (Symbolic TWO-Port) genannte Befehlssatz verarbeitet Vierpolein- und -ausgaben für acht verschiedene Parameterarten ( $s$ ,  $z$ ,  $y$ , ...) sowie in der Wellenparameterform. Jede Form läßt sich in jede der anderen Formen umrechnen, optionell auch mit

gleichzeitigem Austausch der Anschlußklemmen. Über die Werte von Ersatzschaltbildern kann man zudem Vierpole für Transistoren, Leistungen und reale Operationsverstärker definieren.

**Seite 86**

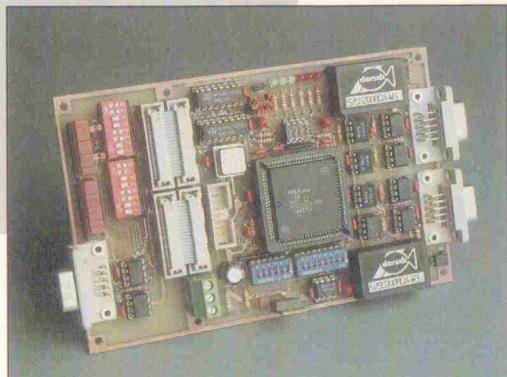


## Projekt

### Bus-Depot

Der Chauffeur aus ELRAD 4/93 bildet die Kopfstation eines InterBus-S-Stranges. Doch wie bekommt man nun Sensorzustände zum und Aktorbefehle vom Bus? Dies übernimmt das Bus-Depot. Schon im Grundausbau bedient es jeweils 16 TTL-Ein- und Ausgänge. Mit ein paar weiteren Bauteilen läuft es auch als Busklemme oder stellt für einen Mikrocontroller die Fahrkarte zum Inter-Bus-S dar. Der Bus hält auf

**Seite 35**



## Laborblätter

### RC-Sinus- oszillatoren

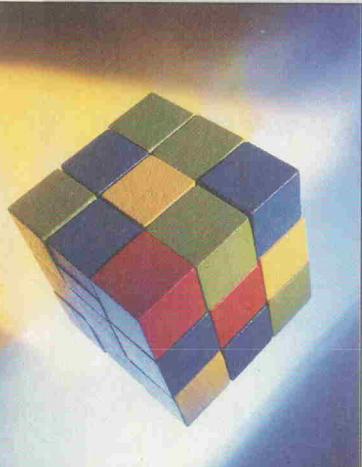
Generatoren mit einem sinusförmigen Ausgangssignal müssen nicht zwangsläufig induktive Komponenten enthalten. Die für eine Oszillation erforderliche Phasenverschiebung in der Rückkopplungsschleife kann man nämlich ebenso mit RC-Gliedern – beispielsweise in Form eines Phasenschiebers oder einer Wienbrücke – erreichen. RC-Sinusoszillatoren lassen sich vorteilhaft für Ausgangsfrequenzen im Bereich zwischen wenigen mHz und etwa 100 kHz einsetzen.

**Seite 71**

## Grundlagen

### ASIC-Cube

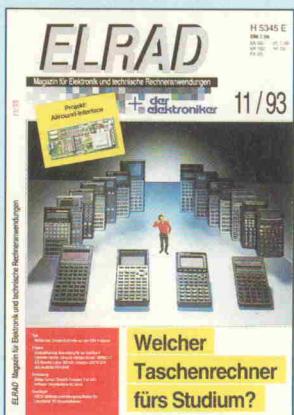
Schon heute kommt man als Schaltungsentwickler kaum noch an ASICs vorbei – dabei haben die anwendungsspezifischen Bausteine



ihren Höhepunkt weder in bezug auf Integrationsdichte noch auf Einsatzgebiete erreicht. Insbesondere die Familie der anwendungsprogrammierbaren Bausteine wartet hier für Prototypen und kleine Stückzahlen mit einem geradezu optimalen Preis/Leistungsverhältnis auf. Mehr über die einzelnen ASIC-Typen ab

**Seite 42**

## Titel



### Mathematic Park

Nahezu unüber- schaubar ist das Angebot an technisch-wissenschaftlichen Taschenrechnern. Neben den einfachen Ausführungen bietet der Markt auch programmierbare Typen, die dem Anwender lästige Wiederholungen von Formeleingaben ersparen, sowie grafikfähige Taschenrechner, die zweidimensionale Funktionsverläufe auf ihrem LC-Matrixdisplay darstellen können. Die meisten Rechner erwarten die Eingaben in algebraischer Eingabelogik, einige Spezialisten arbeiten auf Basis der umgekehrt polni- schen Notation.

**Seite 54**

# Inhaltsverzeichnis

Seite

## aktuell

Firmenschriften und Kataloge	8
Sensoren	10
Meßtechnik	12
ASICs	14
Messebericht: EURO-DAC '93	16
CAD	18

## Test

System-Multimeter: Stör... sicher?	24
------------------------------------	----

## Markt

Taschenrechner: Mathematic Park	54
---------------------------------	----

## Projekt

InterBus-S-Anschaltung: Bus-Depot	35
Multiprotokollkarte: Schnittschnelle (2)	49
Allround-Interface für den TMP 96C141: Tor zur Welt (1)	75
A/D-Wandler-Labor (3): ADS7810/19 und Fifo-Karte	80
Vierpolanalyse: Grand mit vier Polen	86

## Grundlagen

Programmierbare Logik: ASIC-Cube	42
Die ELRAD-Laborblätter: RC-Sinusgeneratoren (1)	71

## Rubriken

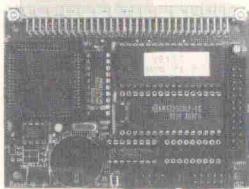
Editorial	3
Briefe	7
Nachträge	7
Arbeit & Ausbildung	64
Die Inserenten	101
Impressum	101
Dies & Das	102
Vorschau	102

# DISPLAY

auf einen Blick . . .

## VPORT-152/k PC-SCC/V25

Vorgestellt in Elrad 7-9/93



## VPORT-152/k

BITBUS-fähiger Mini-Single-Board-Computer (72x100 mm) mit Intel 80C152-CPU (kompatibel zu 8031/8051, inkl. 32k RAM, Monitor-EPROM, Handbuch und Diskette).

Leiterplatine mit Monitor-EPROM

inkl. Handbuch und Diskette.

## PC-SCC/V25

BITBUS-fähige PC-Einsteckarte mit 4 seriellen Schnittstellen (asynchron/synchrone) und NEC V25 CPU. Ohne galvanische Trennung.

## PC-SCC/V25+

wie PC-SCC/V25 jedoch mit galvanischer Entkopplung.

Leiterplatine mit Monitor-EPROM und drei GALs

inkl. Handbuch und Diskette.

## IF232/25i

IF-Modul mit RS232- und 20mA Schnittstelle mit DSUB25-Stecker

Leiterplatine IF232/25i

IF-Modul mit RS422- oder RS485-Schnittstelle ohne galvanische Trennung

Leiterplatine IF485/BR152

wie PC-SCC/V25 jeweils 2x 16Bit-Lokalisatoren IF485/BR152, PIF-SIO, PIF-LPT jeweils

Leiterplatine IF485/BR152

wie PC-SCC/V25 jeweils 2x 16Bit-Mastermodul für VPORT-152 oder PC-SCC/V25 jeweils

Leiterplatine IF485/BR152

BITBUS-Mastermodul für VPORT-152 oder PC-SCC/V25 jeweils

BITBUS-Slavenmodul für VPORT-152 oder PC-SCC/V25 jeweils

BITBUS-Slavenmodul im EPROM

taskit

## EPROP PC-MegaBit- EPROMmer



taskit

Zukunftsicher:

Untersitzt 8- und 16-Bit-EPROMs, EEPROMs, Flash-EPROMs (24, 28, 32 und 40 Pins). Mit dem GAL-Extender werden jetzt auch GAL-Bausteine unterstützt.

Vielseitig:

2716, 2732, 2732A, 2764, 2764A, 27128, 27128A, 27256, 27256A, 27512, 27513, 27010, 27C1001, 27020, 27C2001, 27040, 27C4001, 27080, 27C8001, 27210, 27C1024, 27290, 27C2048, 27240, 27C4096, 27011, 28C16, 28C64, 28C256, HN56064, 28F256, 28F512, 28F010, 28F020, sowie CMOS-Typen.

Komfortabel:

Einfach zu bedienende Software mit menügesteuerte Windows-Oberfläche.

Erweiterbar:

Mit dem GAL-Extender-Aufzatz sind alle GAL-Typen: 16V8, 16V8A, 20V8, 20V8A, 22V10 und 6001 der Firma Lattice, SGS Thomson und National programmierbar. Damit können alle gängigen PAL-Typen erweitert werden.

Preiswert:

EPROP-Fertigerät DM 535,00  
inkl. Bediensoftware und 8 Monate Garantie.EPROM GAL-Extender DM 298,00  
inkl. Bediensoftware, vorbereitet für PLCC-Nullkraftsöckel.CAL-ASM-Startkit DM 98,00  
inkl. GAL-Assembler, JEDEC-File-Konverter, inkl. je zwei  
Pins für EPROMs, EEPROMs, Flash-Memories  
GALs 16V8A und 20V8A.

Komfortable Software-Entwicklung auf dem PC: Universelle ROM-Locate-Tools für Microsoft-C und Turbo-C, sowie MSR-BASIC und Echtzeitbetriebssystem SYS.COM.

## I/O- und Relais-Karten aus unserem großen Angebot an PC-Peripherie

Digitale I/O-Karte DM 138,-  
Acht 8-Bit-Ports, TTL-Pegel, jeder Port als Ein- oder Ausgang konfigurierbar.Opto-entkoppelte digitale Eingangs-Karte DM 172,-  
16 Eingänge, Isolationsspannung 2250 V DCIntelligente TTL-I/O-Karte DM 431,-  
Vier 8-Bit-Ports, per Software als Ein- oder Ausgänge definierbar, On-Board-Prozessor, BIOS, 8 KB batteriegestütztes SRAM, Watchdog.Intelligente Opto-Input und Relais-Output-Karte DM 517,-  
16 opto-isolierte Eingänge, 4 Relais-Ausgänge (max. 2,5A, 125V, 30W DC und 60VA AC), On-Board-Prozessor, BIOS, 8 KB batteriegestütztes SRAM, Watchdog.Reed-Relais-Karte DM 258,-  
16 Reed-Relais-Ausgänge (zwei 8-Bit-Ports), max. 1A, 100V und 10VA, jedes Relais einzeln gesockelt.Solid-State-Relais-Karte DM 805,-  
16 Festkörper-Relais (zwei 8-Bit-Ports), max. 2A und 220V DC. Diese Karte ist für den Einsatz außerhalb der PCs gedacht. Sie benötigt eine getrennte Treiber-Karte (im Preis enthalten), mit der sie Flachbandkabel verbinden wird.

Außerdem erhältlich: ALL-IN-ONE-386SX- und 486DX-CPU-Karten, Flash-EPROM/RAM/Disk-Karten, große Auswahl an AD/DA-, RS232- und RS485-Schnittstellen-Karten, Single-Board-Computer mit NEC V25, NEC V50 und Intel 80C152, Baugruppen für den AT96-Bus.

taskit

## taskit Rechnertechnik GmbH

Industrieleiterplatten - Auftragsentwicklungen  
Kaiser-Friedrich-Straße 51, 10627 Berlin  
Telefon 030/324 58 36, Fax 030/323 26 49

## PESE SEMICONDUCTORS

Saarstr. 66 · D-54290 TRIER

Tel. 06 51/73270 · Fax 4 04 37

Seit 25 Jahren Lieferant f. Groß- u. Fachhandel.  
Listen für Posten und Lagerprogramm. Katalog/Disk.

## NEU! 1000 TRANSISTOREN 49,- DM !!!

GRATIS: Transistorliste + Vergleich auf Diskette mit Suchfunktion

★ ★ ★ Werkstatt u. Labor SORТИMENT à 49,- ★ ★ ★

TV1 50 Stk T03 T03P Orig und Vergleich BU109 126 326 426  
526 205 208 508 626 u.m.LH1 150 Stk BD239-244 BDX53/54 MJE3055 T u.m.  
LH2 100 Stk T03 T03P Leistungstransistoren 2N3055 MJ2955  
2N3772 MJ802 MJ4502 u.m.LH3 75 Stk T03 T03P Darlingtontransistoren BDX62-67  
BDV62-67 BD764-67 BU233 BU237LH4 25 Stk T03 Transistoren + Fet bis 80 Amp. 2N5686  
2N6276 MJ11030/31 BU224 BU234 BU24 u.m.KL1 1000 Transistoren T092 Originaltypen wie BC182, 212,  
237, 307, 327, 337, 549, 557, 637 u.m.KL2 500 Transistoren T018 Metall wie z.B. BC107, 109, 177,  
179, 190, 2N2222/2907 u.m.KL3 250 Transistoren T05, T039 Metall, T0202 wie 2N1893,  
2219, 2905, 3019, 4033, BC141/61, BF871

DI1 1000 Dioden 0,5W-1W Zener+Dioden 0,5-1A.

DI3 500 Dioden 3A z.B. BY297 BY397 1N5407 RGP 30

DI6 250 Dioden 6A RGP60 P600 MR823 bis 1000V

DI1 100 Dioden 25-35A (auch Brücken = 4 Dioden)

HF3 3 HF Powertransistoren wie 2N375 2N3632

Waren durchweg Original, wechselnde Lagerreste.

Listen f. Händler 10Tägig. per Fax.

Große Sortiments- u. Industrielliste anfordern.

Umgezogen?  
Neue Anschrift?Faxen Sie uns Ihre  
Adressänderung, damit Ihr  
Abo auch weiterhin pünkt-  
lich ankommt.

Fax: 05 11/53 52-289

CLEVERE ENTWICKLER BESTELLEN IHRÉ LEITERPLATTEN IM

## PCB - POOL

für Electronic-Designer

## \*EUROPAKARTE = DM 99,-

(Preisbeispiel inkl. Plots + Einrichtung)

Teilnahmebedingung  
anfordern bei:  
**Beta**  
FESTERBACHSTR. 32  
65329 HÖHENSTEIN  
TEL.: 06120/90701-0  
FAX: 6487  
MAILBOX: 6469\* doppelseitig  
durchkontaktiert  
INKLUSIVE  
- Einrichtungskosten  
- FilmeEinstellungs-  
kosten  
SHARING !

## Innovative Steuerungstechnik

Echtzeit  
unter  
Windowsmit unserer CNC-Programmiersprache **Edi Tasc**

- Interrupt gesteuert
- sehr effiziente Anwender-Programmierung
- seriennäig HPGL-Verarbeitung, DIN66025, Teach-in
- für Servo- und Schrittmotoren, da NC-Treiber wählbar
- NC-Toolbox zur Erstellung eigener Steuerungsoberflächen z.B. mit Visual Basic/MS)

mit unserer Leiterplatten-Software **PROBOARD**

- Outline-Fräsen und Bören (in einer Aufspannung!)
- Gerber-, Excellon-Input, / EdiTasc-, HPGL-Output

## Weitere Produkte:

- intelligente Mikroschrift-Endstufen, max. 70 VA/BA
- Positionier-, Bahnsteuerungen u. Mechanik

Sprechen Sie uns an. Wir beraten Sie gerne.

**MOVTEC**

Wir stellen aus auf der SPS/PC/Drive's 93 / Stand 1740

## Haben Sie ein Beschriftungsproblem?



Mit unseren Fonts im TrueType- und ATM-Format erstellen Sie Barcodes unter Windows 3.1 im Handumdrehen. Zeichenfolge eingeben, markieren und aus der Schriftartensammlung Ihrer Applikation den gewünschten Barcode auswählen.

Code 39, 2-aus-5, EAN, UPC je 249,- DM  
Code 128 Full ASCII 349,- DM

## Solo Software

Mörikestr. 10  
D-33100 PaderbornTel.: 05251/59236  
Fax: 05251/59402

## Meßwerterfassung

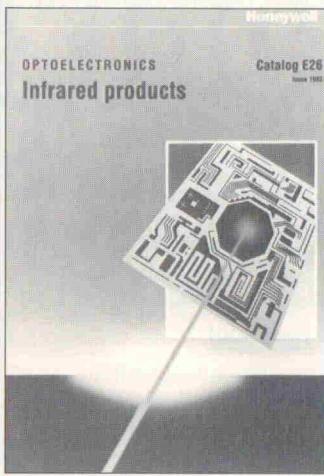
## Programmiergeräte

OPTOOUT-32 DM 425,-  
16 Ausgänge über Optokoppler  
Programmierbare, dt. HandbuchRELAY-32 EXTENDED DM 644,-  
32 Ausgänge über Relais, Timer,  
24 Ein/Ausgänge TTL, Quarz,  
WeitstreckengeneratorWITIO-48 STANDARD DM 149,-  
48 digitale Ein/Ausgänge,  
3\*16bit AbwurzelzählerWITIO-240 extended DM 368,-  
240 Ein/Ausgänge TTL, Quarz,  
8 Interpulsegänge, Quarz,  
WeitstreckengeneratorOPTORE-16 STANDARD DM 425,-  
16 Eingänge über Optokoppler,  
16 Ausgänge über RelaisOPTO-16 extended DM 552,-  
16 Ein- u. 16 Ausgänge über Optokoppler,  
24 Ein/Ausgänge TTL, Timer,  
Quarz, WeitstreckengeneratorALL-03A DM 1495,-  
Universalprogramm für ca. 2000 versch.  
Bausteine, Betrieb über eig. InterfacekarteALL-07 DM 1748,-  
Universalprogrammiergerät geeignet für  
ca. 2000 verschiedene Bausteinarten,  
Betrieb über parallele RechnerbuschnittstelleWITIO-240 extended DM 713,-  
25V, 5V, 7,5V, 9VIODA-12 STANDARD DM 73,-  
2,5V, 5V, 7,5V, 9VWITIO-240 extended DM 368,-  
240 Ein/Ausgänge TTL, 3\*16bit Timer,  
8 Interpulsegänge, Quarz,  
WeitstreckengeneratorOPTORE-16 STANDARD DM 425,-  
16 Eingänge über Optokoppler,  
16 Ausgänge über RelaisOPTO-16 extended DM 552,-  
16 Ein- u. 16 Ausgänge über Optokoppler,  
24 Ein/Ausgänge TTL, Timer,  
Quarz, WeitstreckengeneratorOPTO-16 extended DM 1495,-  
Universalprogramm für ca. 2000 versch.  
Bausteine, Betrieb über eig. InterfacekarteALL-03A DM 1495,-  
Universalprogramm für ca. 2000 versch.  
Bausteine, Betrieb über eig. InterfacekarteALL-07 DM 1748,-  
Universalprogrammiergerät geeignet für  
ca. 2000 verschiedene Bausteinarten,  
Betrieb über parallele RechnerbuschnittstelleMesscomp Datentechnik GmbH  
Lärchenstr. 2 \* 83533 Edling  
Telefon: 08071/40091  
Telefax: 08071/3498

Kostenloses Programmiergeräte- und Meßtechnikkatalog entgegen!



## Firmenschriften und Kataloge



### Optoelektronik

Von Honeywell, Geschäftsbe- reich Optoelectronics, stehen zwei neue Kataloge mit umfas- senden Beschreibungen der An-

gebotspalette optoelektronischer Infrarot-Bauteile (Katalog E 26) und faseroptischer Lichtwellenleiter-Produkte (Katalog E 27) zur Verfügung. Die erstgenannte Firmenschrift offeriert Infrarot-Leuchtdioden, Fotodioden und -transistoren, Darlington-Foto- transistoren, Opto-Schmitt-Detektoren, Reflextaster sowie Gal- bellichtschranken, während sich das zweite Druckwerk mit dis- kreten Sendern und Empfängern, Sender- und Empfängermodu- len, Modems und Multiplexern beschäftigt. Zahlreiche Fotos, Maßzeichnungen und detaillierte Spezifikationsübersichten erleichtern die Produktauswahl.

Honeywell AG  
Kaiserleistr. 39  
63067 Offenbach  
Tel.: 0 69/8 06 40  
Fax: 0 69/81 86 20

### Bauelemente für die Elektronik

Industriellen und gewerblie- chen Abnehmern bietet der neue Merkelbach-Katalog alles aus einer Hand: Auf 736 Seiten zeigt er ein umfassen- des Programms von Produkten namhafter Her- steller. In dreizehn Teilberei-

chen offeriert er aktive und pas- sive Bauteile der Elektronik, mechanische und elektromechanische Komponenten sowie Meß-, Test- und Produktions- werkzeuge.

Robert Merkelbach GmbH & Co. KG  
Maxstr. 75  
45127 Essen  
Tel.: 02 01/8 02 60  
Fax: 02 01/8 10 26 66

BITBUS  
European  
Users  
Group

### Bitbus- Anbieterverzeichnis

Druckfrisch liegt das Bitbus-An- bieterverzeichnis der Bitbus European Users Group vor. Es bietet dem Projekt- und Anla- genplaner eine Vielzahl erprob-

ter Serienprodukte, die als ge- meinsames Merkmal eine Bit- bus-Kommunikationsschnittstel- le aufweisen. Auf rund 70 Seiten findet man in übersichtlicher Form die verschiedensten Bit- bus-Produkte der BEUG-Mit- gliedsfirmen aus sechs europäi- schen Ländern und den USA. Das englischsprachige Bitbus-Anbieterverzeichnis ist gegen eine Schutzgebühr von 10 DM über das Sekretariat der BEUG in Baden-Baden erhältlich.

Bitbus European Users Group e.V.  
Friesenbergstr. 9  
76530 Baden-Baden  
Tel.: 0 72 21/6 57 26  
Fax: 0 72 21/39 01 91

### PC-Meßtechnik

Soeben erreicht uns der neue Katalog 93/94 von Stemmer PC- Systeme vor. Auf 92 Seiten zeigt er das Produktspektrum der PC- Meßtechnik, angefangen von Softwarebibliotheken und Appli- kationssoftware für DOS und Windows über A/D- und D/A-Karten unterschiedlicher Leistungsklassen, Digital-I/O, Timer/Counter, IEEE-488, Pro- zessorkarten, Karten zur Schrittmotorsteuerung und Logikanaly- satoren, Signalaufbereitung und periphere Meßdatenerfassung bis hin zu PC-Rechnersystemen für spezielle Anforderungen. Die vorgestellten Produkte sind nicht nur als Einzelkomponenten erhältlich, sondern auch in Form einer individuell zusammenge- stellten Applikationslösung.

### PC-Meßtechnik

Stemmer PC-Systeme GmbH  
Gutenbergstr. 11  
82178 Puchheim  
Tel.: 0 89/8 09 02-0  
Fax: 0 89/8 09 02-16

Stemmer PC-Systeme GmbH  
Gutenbergstr. 11  
82178 Puchheim  
Tel.: 0 89/8 09 02-0  
Fax: 0 89/8 09 02-16

# Lötkomfort durch gelungenes Produktdesign.

Der Lötkolbengriff unserer brandneuen Mini 2000 Serie erlaubt ermüdungs- freies 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, D-74354 Besigheim  
Postfach 1351, D-74351 Besigheim  
Tel.: (07143) 5800, Telex: 17714322  
Telefax: 714322, Fax: (07143) 5800108

## Mikrostelltechnik

Auf über 300 Seiten stellt Physik Instrumente im Katalog 'Produkte für die Mikrostelltechnik' das Gesamtprogramm vor. Die Übersicht enthält detaillierte Beschreibungen, Abbildungen, technische Daten und Anwendungsbeispiele von mehr als 1200 Produkten. Zu den Themen des mit einem Hardcover-Einband versehenen Buches gehören schwingung isolierte Tischsysteme, das PI Optische System, Mikropositionierungen, Motorsteuerungen, Piezostelltechnik, Faserpositionier-, Piezo- sowie Kippspiegel-



systeme. Der Katalog steht kostenlos zur Verfügung.

Physik Instrumente GmbH & Co.  
Polytec-Platz 5-7  
76333 Waldbronn  
Tel.: 0 72 43/6 04-0  
Fax: 0 72 43/6 04-1 45

## Jetzt mit Mailbox

Der Elektronikladen Detmold ist ab sofort rund um die Uhr per Mailbox erreichbar, und zwar unter dem Anschluß 0 52 32/8 51 12. Die Übertragungsrate beträgt bis 14 400 Bd, die Parameter lauten

wie üblich 8 N 1 (8 Datenbits, keine Parity, 1 Stopbit).

Elektronikladen Mikrocomputer GmbH  
W.-Mellies-Str. 88  
32758 Detmold  
Tel.: 0 52 32/81 71  
Fax: 0 52 32/8 61 97

## Stift- und Buchsenleisten

Der 40seitige Teilkatalog Nr. 3 für Stift- und Buchsenleisten von Odu-Kontakt enthält die technischen Daten der auf diesem Kontaktprinzip basierenden Steckverbinder und wichtige Hinweise für den Anwender. Neben den bekannten Stift- und Buchsenleisten im Raster 2,54 mm und 3,96 mm wurden die gegen Lötdämpfe abgedichteten Buchsenleisten neu in die Übersicht auf-

genommen. Interessenten erhalten den Katalog auf Anforderung kostenlos zugesandt.

Odu-Kontakt Elektronik GmbH & Co KG  
Pregelstr. 11  
84453 Mühldorf/Inn  
Tel.: 0 86 31/61 56-0  
Fax: 0 86 31/61 56 49

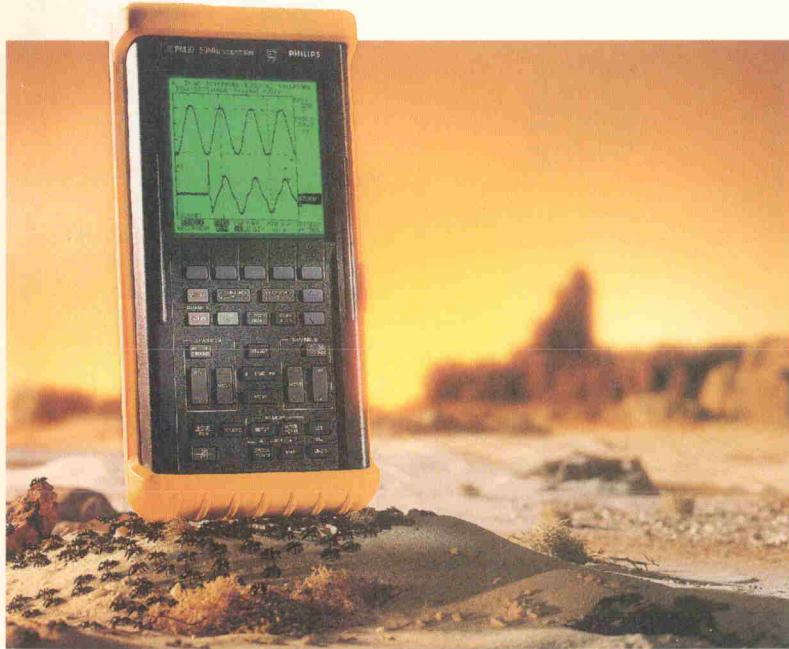
## Stromversorgungsprogramm

Eine Übersicht über das aktuelle Lieferprogramm des Herstellers Delta Elektronika im Vertrieb von Schulz-Electronic ist in Form eines Gesamtkatalogs erhältlich. Die Angebotspalette umfaßt Netzmodule zwischen 5 W und 30 W, Eurokassetten von 30 W bis 280 W, 19"-Einbaugeräte für den Bereich 240 W...1200 W sowie eine Labornetzgeräterei von 30 W

bis 3000 W. Besonderen Wert legt der Hersteller auf die Einhaltung von Standards für EMC und elektrische Sicherheit, beispielsweise IEC 801, IEC 950 und eine Isolationsfestigkeit von 4 kV.

Schulz-Electronic GmbH  
Postfach 11 01 18  
76487 Baden-Baden  
Tel.: 0 72 23/5 80 54  
Fax: 0 72 23/5 80 93

# ScopeMeter®: Europameister '92 bei Oszilloskopen



Unterlagen oder ein **kostenloses Testgerät** erhalten Sie bei:

PK elektronik Poppe GmbH, Berlin, 030 - 8 83 10 58; Walter Kluxen Elektronik, Hamburg, 040 - 23 70 15 40  
Rieche Elektronik, Hitzhusen, 04192 - 44 22; Dr. Hans Bürklin, Düsseldorf, 02 11 - 90 67-0  
TVW Meßtechnik GmbH, Bünde, 05223 - 22 02; PEWA Meßtechnik, Schwerte-Westhofen, 023 04 - 69 27;  
SPOERLE ELECTRONIC, Dreieich, 061 03 - 30 42 84; ELEKTRONIK-KONTOR, Heilbronn, 071 31 - 8 90 01;  
Dr. Hans Bürklin, München, 089 - 5 58 75 - 0; MACROTRON AG, München, 089 - 4 20 81 15

FLUKE Deutschland GmbH  
Miramstraße 87, 34123 Kassel, Tel. 05 61-50115 18, Fax (05 61) 50116 90



# VME oder IPC oder CNC oder SPS

**Keine Frage!  
Gleiche  
Baugruppen  
durchgängig  
und modular.**

**PHS**  
Angepaßte  
Steuerungen -  
wirtschaftlich  
optimiert



**AUTOMATA**  
INDUSTRIAL & ROBOTIC CONTROLS

Waldstr. 7 · 85757 Karlsfeld  
Tel. 08131/98146 · Fax 97690

## Sensoren

### Pt-1000-Miniatur

... darf man den von Murata/Nürnberg produzierten Temperatursensor wohl ohne Übertreibung nennen: Der Platin-Widerstand misst nur

2 × 2,3 mm. Gegenüber den weit verbreiteten Pt-100-Fühlern weist er einen  $R_{20}$ -Wert von 1 kΩ auf, benötigt entsprechend weniger Speisestrom beziehungsweise bietet ein höheres Ausgangssignal. Geeignet ist er also für batteriebetriebene Geräte sowie prinzipiell für alle Anwendungen, bei denen es Platzprobleme gibt. Da er aufgrund der kleinen Masse auch eine kleine thermische Trägheit aufweist, sind natürlich auch die Ansprechzeiten kürzer. Weitere Informationen von

Murata Elektronik  
GmbH & Co.  
Handels KG  
Holbeinstr. 21-23  
90441 Nürnberg  
Tel.: 09 11/66 87-0  
Fax: 09 11/66 87-2 88

### Low-Cost-Neigungsgeber

Neu im Programm der amerikanischen Firma Spectron sind die Zwei-Achsen-Neigungsgeber SSY 0090 und SSY 0091. Diese Module basieren auf zwei Flüssigkeits-Neigungssensoren der Baureihe 5000, deren Ausgangsgrößen die Hybridbausteine SA 40011 in ein 200-mV/ $^{\circ}$ -Signal umsetzen. Beide unterscheiden sich im Meßbereich ( $\pm 45^{\circ}/\pm 20^{\circ}$ ), der Genauigkeit ( $\pm 5^{\circ}/\pm 6^{\circ}$  am Bereichsende) und der Bauhöhe (41 mm/31 mm). Die Abmessungen der Platinen, die in Einzelstückzahlen etwa 160 \$ kosten, betragen 45 × 45 mm. Als typische Anwendungen nennt der Hersteller die Radjustierung in der Automobilindustrie, Baulaser, Bohr-

lochüberwachung, Krantüberwachung sowie die Pitch-and-Roll-Steuerungen für Schiffe und Plattformen. Weitere Informationen von

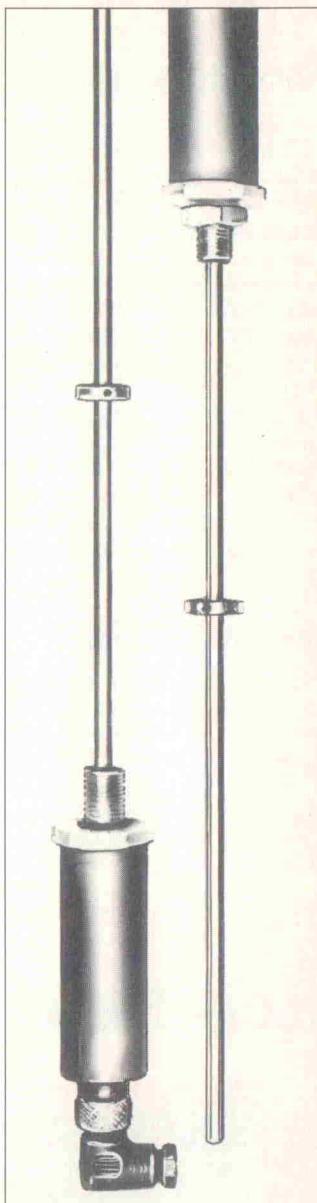
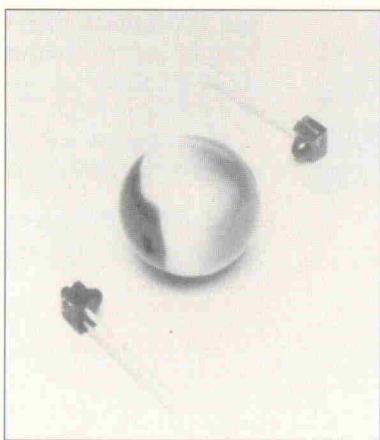
G+G Technics AG  
Peter Hammel  
Nertzstr. 17  
90461 Nürnberg  
Tel.: 09 11/44 32 73  
Fax: 09 11/4 46 74 59

### Miniatur-Opto-Paar

Mit dem NPN-Silizium-Fototransistor SDP 8436 und der Aluminium-Galliumarsenid-IR-LED SEP 8736 stellt Honeywell

ein optisches Duo vor, das sich besonders für den Einbau in optische Touchscreens sowie für Anwendungen, bei denen Nachbarkanal-Interferenzen zu Problemen führen können, eignet. Beide sind in ein Miniaturgehäuse mit integrierter Linse eingebaut. Die Diode sendet ein 10°-Lichtbündel mit einem Maximum bei 880 nm aus; der Transistor, dessen Nennöffnungswinkel 18° beträgt, weist genau hier eine hohe Empfindlichkeit auf.

Honeywell AG  
Kaiseralstr. 39  
63067 Offenbach  
Tel.: 0 69/80 64-0  
Fax: 0 69/81 86 20



### Wegaufnehmer

Die Wegaufnehmer MW 100 der Firma TWK-Elektronik arbeiten nach dem Prinzip der Ultraschall-Zeitmessung. Dabei 'markiert' ein mit Permanentmagneten bestückter Ring seine Position auf einem Draht, der sich wiederum in einer Meßstange befindet. Interessant ist die Linearität: sie beträgt 0,1 % vom Meßbereich. Je nach Ausführung stehen als Ausgangssignale analoge Größen wie 0...10 V, 0...20 mA oder eine digitale SSI-Schnittstelle zur Verfügung. Zur Montage dienen M18 × 15- oder -16 UNF-Gewinde. Die Gehäuse sind bis zu 300 bar druckdicht, so daß der Einbau auch in Hydraulikzylindern erfolgen kann.

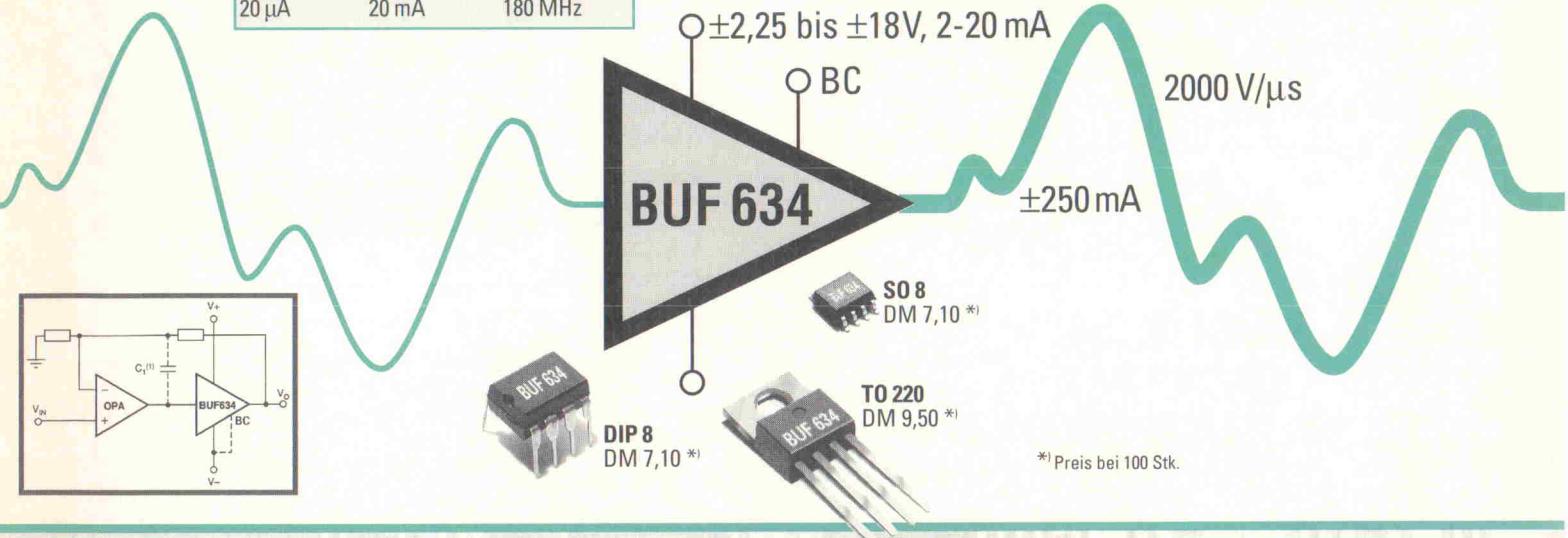
TWK-Elektronik  
Heinrichstr. 85  
40041 Düsseldorf  
Tel.: 02 11/63 20 67  
Fax: 02 11/63 77 0

# PRECISION ANALOG



**BUF 634 – wenn Sie Power, Präzision, Speed und Sicherheit fordern.**

Biasstrom	Strom-aufnahme	Bandbreite
2 µA	2 mA	30 MHz
20 µA	20 mA	180 MHz



\* Preis bei 100 Stk.

## Funktion

Der BUF 634 ist ein preiswerter und äußerst robuster Leistungs-Buffer für  $\pm 250$  mA Ausgangsstrom. Mit seiner internen Strombegrenzung auf  $\pm 350$  mA und seinem "Thermal Shutdown" schützt er sich nicht nur selbst gegen Überlastung durch ohmsche, induktive und kapazitive Lasten am Ausgang, sondern schützt damit vor allem auch sicher Ihr Gerät.

Über den BC-Anschluß (Bandwidth Control) kann die Bandbreite von 30 MHz bis 180 MHz für Ihre Applikation optimiert werden.

Mit seiner Anstiegsrate von  $2000$  V/ $\mu$ s lässt sich der BUF 634 ideal in die Rückkopplungsschleife eines Präzisions-Operationsverstärkers schalten, um den Ausgangsstrom zu erhöhen, thermische Rückkopplungen zu unterdrücken und vor allem, um kapazitive und induktive Lasten zu treiben. Der BUF 634 ist lieferbar im TO 220-,

DIP 8- und SO 8-Gehäuse und ist von  $-40^\circ\text{C}$  bis  $+85^\circ\text{C}$  spezifiziert. Bitte fordern Sie das Datenblatt oder gleich ein Testmuster zum Sonderpreis von DM 10,- \*\*) über unsere FAX-Hotline an.

## Applikationen

In Verbindung mit einem Präzisions-Operationsverstärker oder auch "direkt" mit G=1, ist der BUF 634 der ideale Treiber für: Kopfhörer, Kabel, Ventile, Magnete, Motoren, Video-Köpfe, Klein-Lautsprecher, etc. BUF 634 – wenn Sie Power, Präzision, Speed und Sicherheit fordern.

## Testmuster zum Sonderpreis \*\*)

Sie erhalten je ein Testmuster zum Sonderpreis von DM 10,- inkl. MwSt und Versandpauschale.

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

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



## Ich wünsche:

- Datenblätter BUF 634
- Muster BUF 634 zu je DM 10,- \*\*)  TO 220  DIP 8  SO 8
- Angebot \_\_\_\_\_ Stk.
- Beratung

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

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

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

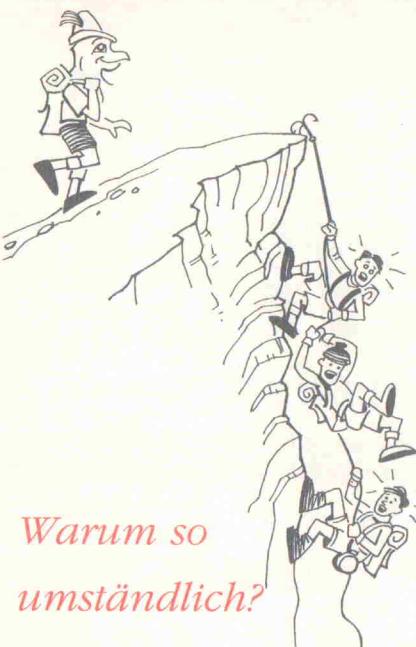
**BÜRO DÜSSELDORF**  
 Telefon (02154) 42 85 83  
 Telefax (02154) 42 91 44

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

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

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

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



## EAGLE 2.6

Schaltplan ■ Layout ■ Autorouter

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

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

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

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

### EAGLE-Demo-Paket mit Handbuch

25,30 DM

### EAGLE-Layout-Editor (Grundprogramm) mit Bibliotheken, Ausgabetreibern und Konvertierprogrammen

851,00 DM

### Schaltplan-Modul

1085,60 DM

### Autorouter-Modul

1085,60 DM

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



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

## MessComp '93

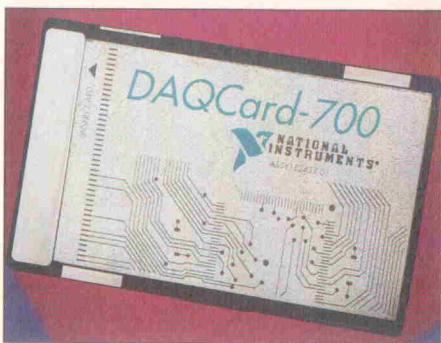
### A/D kompakt

National Instruments stellte zur MessComp ein kombiniertes Analog- und Digital-Interface für Laptop-Rechner auf PCMCIA-Basis vor. Die kompakte Karte bietet neben 16 Analogeingängen jeweils acht TTL-Ein- und Ausgänge sowie zwei 16-Bit-Timer/Counter-Kanäle. Auf der analogen Seite verarbeitet das Board 16 single-ended (alternativ acht differential-ended) Signale in drei Bereichen von  $\pm 10$  V,  $\pm 5$  V oder  $\pm 2,5$  V mit 12 Bit Auflösung. Die Eingänge sind auch im ausgeschalteten Zustand gegen Überspannungen bis  $\pm 45$  V geschützt. Der Wandler erreicht eine Summenabtastrate von 100 kHz. Maximal 16 Umsetzergebnisse speichert ein Onboard-FIFO bis zur Abholung durch den Rechner zwischen. Alle Ein- und Ausgänge stellt die Karte über eine 50polige Buchse zum Anschluß bereit.

Softwareseitig liegt dem Board die Funktionsbibliothek NI-DAQ in drei Versionen für DOS, Windows und Windows NT bei.

Daneben gehört das direkt einsetzbare Programm DAQ-Ware zum Lieferumfang. Die Karte versteht sich außerdem direkt mit LabVIEW, LabWindows für DOS und LabWindows/CVI. Zum Betrieb benötigt die Karte einen Strom von 120 mA bei 5 V. Sie steht ab Januar '94 für 2251,70 DM zur Verfügung.

National Instruments GmbH  
Konrad-Celtis-Straße 79  
81369 München  
Tel.: 0 89/7 14 50 93  
Fax: 0 89/7 14 60 35



## Mess(e)-Treffpunkt

Überschaubar und kompetent – so zeigte sich Anfang September in Wiesbaden die siebte MessComp, Fachmesse und Kongreß für die industrielle Meßtechnik.

Trotz einer bekanntmaßen angespannten Finanzsituation in vielen Bereichen der Metall- und Elektronikindustrie, waren insgesamt 371 Hersteller und Distributoren mit neuen aber auch mit altbewährten Produkten aus Sensorik, Meß- und Regelungstechnik vertreten – im Vergleich zur Vorjahresveranstaltung eine Steigerung um etwa 10 %. Auch bezüglich des Publikumsinteresses konnten die Veranstalter einen Anstieg von 6 % gegenüber 1992 vermelden: Gut 9400 Fachbesucher waren während der drei Messetage in die Wiesbadener Rhein-Main-Hallen gekommen, um sich in Kongreßveranstaltungen und bei den Produktseminaren einzelner Herstellerfirmen mit Fachinformationen und Know-how rund um aktuelle Meßtechnik zu versorgen.

Vor allem aber konzentrierte sich die Neugier der Besucher auf die Produktpäsentationen der Aussteller. Als eines der bevorzugten Anlaufziele zeigten sich hierbei die rechnergestützten Meßsysteme. Zu begutachten gab es unter anderem neue

Multifunktionskarten, Transputerboards zur schnellen Datenerfassung und etliche Programme für die Meßwerterfassung – letztere selten in neuer, meist in erweiterter, aber immer in überarbeiter Version. Derartige Exponate konnten eher das Interesse der Besucher erwecken als etwa Sensoren und Sensorelemente. Hierbei steht jedoch zu vermuten, daß sich die entsprechende Klientel in diesem Jahr auf der knapp fünf Wochen später veranstalteten 'Sensor' in Nürnberg trifft.

Offensichtlich lag der Termin der MessComp '93 auch für einige innovative Produktentwicklungen einfach zu früh. So brachte zum Beispiel Keithley den neuesten Software-Sprößling 'Testpoint' als Beta-Version auf die Monitore, in der endgültigen Funktionalität ließ sich das Meßdatenerfassungsprogramm jedoch nicht bewundern. Einen Stand weiter stellte National Instruments ein IEEE-488.2-Interface für Notebook-Computer mit PCMCIA-Bus aus – zwar im ansprechenden Design, jedoch lediglich als funktionslosen Dummy. Die Firma Prema präsentierte ihre neuen Meßgerät 8017. Das Gehäuse des Multimeters wurde dem Fachbesucher auch inklusive funktionstüchtiger LCD-Anzeige und Beleuchtung vor Augen geführt; ein Eindruck von der mit realen Messungen beschäftigten Hardware war hier allerdings auch nicht zu erlangen.

Meistens wurde in einer solchen Situation auf die nahende 'Productronica' in München als Ersatztermin zur Besichtigung des funktionstüchtigen Exponates verwiesen – was allerdings für den MessComp-Besucher kaum tröstlich sein konnte.



## Programmiert in Grafik

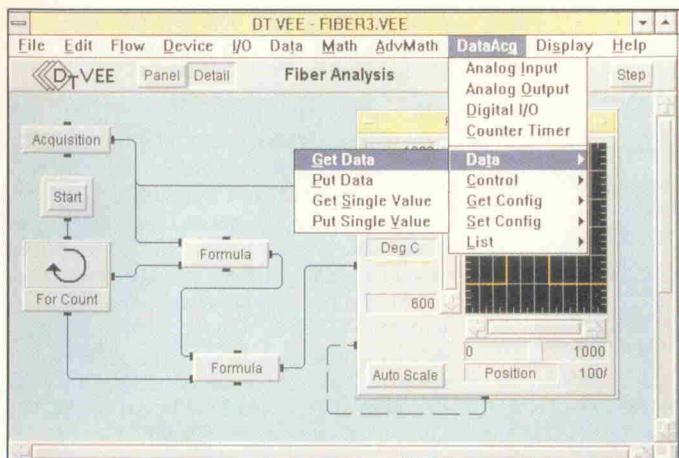
Das Meßdatenerfassungspaket DT VEE individuelle Meßaufgaben mit dem PC unter Windows. Das Paket, ausgestattet mit einer grafischen Programmoberfläche, entstand in Zusammenarbeit von Hewlett-Packard und Data Translation: DT VEE basiert auf dem in der Unix-Welt schon länger verfügbaren HP VEE und unterstützt bereits 30 verschiedene Meßdatenerfassungskarten. Die Anbindung der Meßkarten erfolgt über das offengelegte DT-Open-Layers-Konzept. Treiber für VXI-Systeme und HP-IB-Geräte sind ebenfalls erhältlich.

Zum Aufbau einer Meßanordnung wählt der Anwender mit der Maus Icons aus und arra- giert diese Symbole zum gewünschten Prozeßablauf. Das Spektrum der zur Auswahl stehenden Objekte reicht von der einfachen If-Then-Else-Entscheidung bis zur FFT-Analyse. Auch analoge und digitale Eingang und Ausgänge sowie Counter und Timer der verwendeten Meßkarte stehen als Objekte zur

Verfügung. Für die Wertausgabe 'simuliert' das Programm verschiedene Meßgeräte wie Oszilloskope, analoge Zeigerinstrumente oder Linienschreiber als Grafik auf dem Bildschirm. Datenaustausch mit anderen Windows-Programmen ist über die DDE-Schnittstelle möglich. Zusätzlich lassen sich Daten in Binär- und ASCII-Formaten exportieren.

Das Programm befindet sich momentan noch im Beta-Stadium. Die erste offizielle Release soll Anfang November mit einem Preis von 4595 DM auf den Markt kommen. Bis zum 31.12. '93 gibt es DT VEE zum Einführungspreis von 3393 DM. Treiber für bereits vorhandene Meßkarten liefert Data Translation auf Anfrage kostenlos dazu. Eine Runtime-Version für reine Meßplätze ohne Editiermöglichkeit ist für 1144 DM erhältlich.

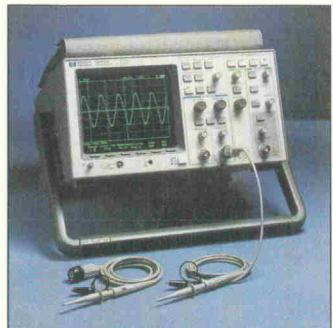
Data Translation GmbH  
Im Weilerlen 10  
74321 Bietigheim-Bissingen  
Tel.: 0 71 42/5 40 25  
Fax: 0 71 42/6 40 42



## Triplet

Zur Jahreswende wird Hewlett Packard in Deutschland seine 54600-DSO-Reihe mit der 500-MHz-Variante 54610A nach oben hin abrunden. Neben der

erhöhten Bandbreite bietet das Scope umschaltbar 1-MΩ- beziehungsweise 50-Ω-Eingänge sowie einen optionalen Zusatz (Option 005) für Videomessungen unterschiedlicher Normen (PAL, PAL-M, NTSC, SECAM) mit umfangreichen Triggermöglichkeiten und Darstellungsarten. Das 54610A-Grundgerät kostet in den USA etwa 5000 \$.



HP Direct  
Schickardstr. 2  
71034 Böblingen  
Tel.: 0 70 31/14 63 33  
Fax: 0 70 31/14 63 36

## Das Branchen-Adressbuch für Entscheidungsträger in der industriellen Elektronik

Zu 2.000 Produkten finden Sie die Kontaktadresse von Herstellern, Distributoren und Vertriebsfirmen aus der gesamten Bundesrepublik Deutschland.

### Topaktuelle Informationen Jahr für Jahr!

Zu bestellen bei: Bruchmann Verlag GmbH  
Fliederstr. 13 • 84079 Bruckberg  
Tel. (08765) 797 • Fax (08765) 768

We stellen aus auf der Productronica: 9. - 13.11.93  
- Halle 2 Stand 2B06 -

Coupon einfach ausschneiden und ausgefüllt an Verlag einsenden.

Hiermit bestelle ich

Exemplar(e) Der Grosse Elektronik Atlas  
 zum Abonnementpreis (mind. 3 Jahre) von 98,- DM  
 zum Einzelbezugspreis von 198,- DM  
Preise incl. MWST. zuzügl. Versandkosten

ABSENDER:

Firma \_\_\_\_\_

Bearbeiter \_\_\_\_\_

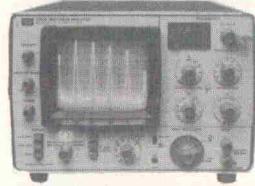
Straße/Postfach \_\_\_\_\_

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

Telefon/Fax \_\_\_\_\_

Unterschrift \_\_\_\_\_

## AUSZUG AUS UNSEREM LIEFERPROGRAMM



**HEWLETT-PACKARD 3580 A  
AUDIO-SPECTRUMANALYZER**

ein modernes tragbares Gerät für den Frequenzbereich von 5 Hz bis 50 MHz. Optimal ablesbare Darstellung durch digitalen Bildspeicher, Dynamik 80 dB, Filterbandbreiten bis herunter zu 1 Hz, der eingebaute Tracking Generator und eine Empfindlichkeit bis zu 100 nV sind nur einige der besonderen Eigenschaften dieses Gerätes.

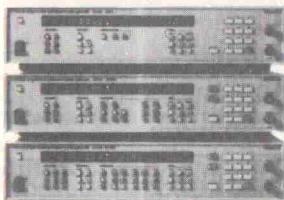
DM 5347,-



**HEWLETT-PACKARD 3581 C**

Selektives Voltmeter neuester Fertigung, Frequenz-Bereich 15 Hz ... 50 kHz mit Echtzeitlicher digitaler Frequenzanzeige. Pegel 100 µA ... 300 V, 90 dB Dynamik, AFC mit ±800 Hz Fangbereich, Wobbelmöglichkeit mit Hub 50 Hz ... 50 kHz, eingebauter Tracking-Generator, Anschluß für XY-Recorder. Filterbandbreiten 3 Hz ... 300 Hz. DERZEITIGER NEUPREIS DM 17 000,-

DM 3588,-



**PHILIPS 5193 SYNTHESIZER-FUNKTIONSGENERATOR**

Frequenzbereich 0,1 Hz-50 MHz, 8 eingegebene Standard-Signalformen, Sinus, Rechteck, Dreieck, Sinus-Quadrat, steigende und fallende Rampen. Einstellung der Frequenz mit 8 Digit Auflösung, LED-Anzeigen, kurzschlußfester Ausgang, Spannung bis 20 Vss, interne oder externe AM/FM Modulation, lineare oder log. Wobbelung, wahlweise aufsteigend oder fallend, frei wählbare Start- und Stop-Frequenz, Burst-Betrieb, Ausgangstotar, alle Funktionen über IEEE-Schnittstelle steuerbar. (Derzeitiger Neupreis über 13 000,-)

nur DM 4542,-



**WAVETEK 1038-10  
NETWORK ANALYZER**

für klare Messungen von 10 MHz bis 40 GHz, 2 Kanäle und Referenzkanal, mit digitaler Steuerung von Empfindlichkeit, Nulllinie, Skalenfaktor und Betriebsart, digitale Bildspeicherung, Speicher für Referenz-Bild, Speicher für bis zu 10 vollständige System-Einstellungen. Steuerung von HF-Quellen mit Analogsignal, passende Wobbler u.a. WAVETEK 964, 967 oder HP 8620-Reihe. NEU-ORIGINALVERPACKT!

nur DM 4427,-

**WAVETEK MESSKÖPFE ZU 1038-N 10**

10 MHz-18 GHz DM 599,-



**WAVETEK 907 A  
MIKROWELLEN-MESS-SENDER**

Frequenzbereich 7-11 GHz, digitale Frequenzanzeige, mit eingebauter Wobbelmöglichkeit über den gesamten Bereich, Ausgangspegel einstellbar von 0 bis -127 dBm mit 0,1 dB Auflösung, interne oder externe FM- und Pulsmodulation. Lieferbar gebraucht, guter Zustand oder NEU ORIGINALVERPACKT.

nur DM 2955,-

**WAVETEK 907 A  
MIKROWELLEN-MESS-SENDER**

Wie vor, erweiterter Frequenzbereich 7,0 - 12,4 GHz  
NEU-ORIGINALVERPACKT!

DM 3818,-

**ROSENKRANZ**  
ELEKTRONIK

Groß-Gerauer Weg 55 · 64295 Darmstadt  
Telefon: (0 61 51) 39 98-0  
Telefax: (0 61 51) 39 98-18

## ASICS



aktuell

ÜBER TAUSENDE WEITERE ANGEBOTE INFORMIERT SIE UNSER KATALOG - ZUSENDUNG GEGEN DM 5,- IN BRIEFMARKEN

## Mehr als integrierte PALs

Die Firma Xilinx, bekannt für seine 'im Feld programmierbaren Gate Arrays' (FPGAs), Xilinx-spezifisch LCAs genannt, mischt seit einiger Zeit auch im Markt der EPLDs (Erasable Programmable Logik Device) mit. Nachdem Xilinx die Firma Plus Logic übernommen hatte, standen mit deren FPGA 2020 und dem Hiper 2010 bereits zwei EPLDs als Basis zur Verfügung. Um mögliche Verwechslungen mit den LCAs (Logic Cell Arrays) der XC2000er-Familie auszuschließen, wurden die Elemente von Xilinx in XC7272 beziehungsweise XC7236 umgetauft. In diesem Jahr kam zu diesen 7200er-Bausteinen die neue 7300er-Serie hinzu.

Die EPLDs von XILINX besitzen im Gegensatz zu den LCAs keine matrixähnliche Gate-Array-Struktur. Ihr innerer Aufbau gleicht eher den bekannten PALs. Jeder Baustein besitzt mehrere PAL-ähnliche Zellen – sogenannte Funktionsblöcke –, die in ihrer Komplexität einem 22V10 entsprechen. Mit EPLDs ist es möglich, ein mehrstufiges PAL-Design in ein einziges IC zu integrieren und damit erheblichen Platz auf der Systemplatine einzusparen. Da sie neben PAL-gleichen UND- und ODER-

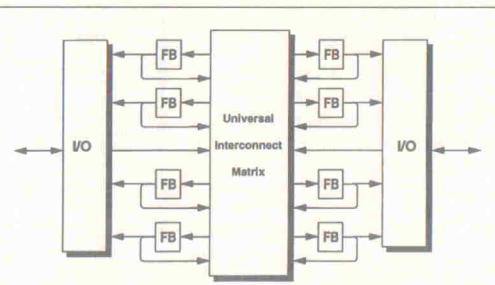
Gattern weitere Logikverknüpfungen beinhalten, kann man mit ihnen hohe Taktfrequenzen erreichen. Die Signalzeiten sind dabei unabhängig von der Anzahl der Gattereingänge.

Ein universelles Leitungsnetz (UIM) auf dem Chip verbindet die Funktionsblöcke (FBs) untereinander sowie mit den Ein- und Ausgängen des PLDs. Jeder FB der 7000er-Familie besteht aus einem UND-Gatter, das neun Makrozellen treibt. Das Gatter bildet aus 21 Eingängen fünf 'private' und zwölf 'gemeinsame' Produktterme. Der XC7236 und der XC73108 besitzen zudem drei weitere Eingänge zum UND-Array. Diese sind nicht an die UIM gebunden, sondern werden über sogenannte Fast-Input-Pins direkt in die Funktionsblöcke geführt.

## 5 für eine – 12 für alle

In jede einzelne Makrozelle eines FBs sind fünf Produktterme geführt (fünf private). Man kann sie entweder ODER verknüpfen oder sie dienen als individueller Set, Reset, Output-Enable beziehungsweise Clock für das Flipflop der Zelle. Außerdem stehen in jedem FB weitere zwölf UND-Terme für sämtliche Makrozellen zur Verfügung (zwölf gemeinsame). Diese verknüpft man in einer oder auch in allen neun Makrozellen über zwei ODER-Gatter.

Die Ausgänge der beiden ODER-Arrays können direkt oder invertiert mit der ALU jeder Makrozelle verbunden werden. Die ALU enthält einen Funktionsgenerator, der eine beliebige Boolesche Gleichung aus zwei Variablen erzeugt (Logikmodus). Damit ist im Vergleich zum PAL eine zusätzli-



Die EPLDs der 7200er-Serie.

che Logikverknüpfung innerhalb der Zelle ohne Zeitverlust möglich.

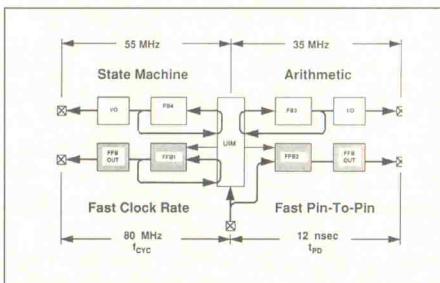
## Schneller Carry

Im Arithmetikmodus bildet die ALU die arithmetische Summe oder Differenz zweier Variablen. Mit einem Carry-Bit, das von einer anderen Makrozelle auf die ALU gelangt ist, und einem aus ihr herausgeführten Carry-Bit arbeitet die Zelle in dieser Betriebsart als 1-Bit-Volladdierer. Jeder Funktionsblock kann so einen schnellen Carry-Look-Ahead-Addierer darstellen.

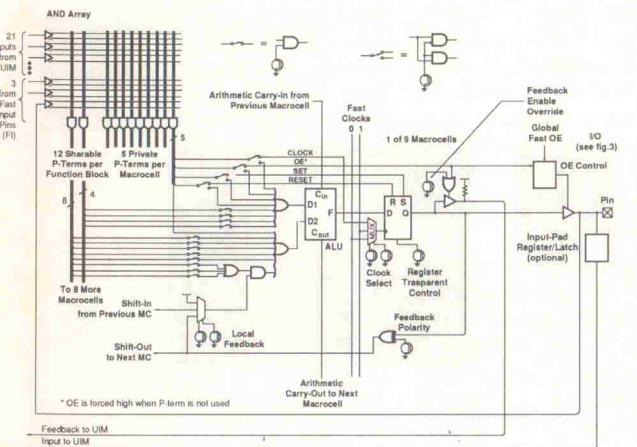
Der ALU-Ausgang ist mit dem Flipflop jeder Makrozelle verbunden. Über Kontrollleitungen schaltet man die Flipflops entweder als transparent oder mit der steigenden Flanke des Clock-Eingangs; ihr Grundzustand (power up) ist wahlweise 0 oder 1. Das Clock-Signal wird aus einem Produktterm-Pfad oder aus einer der beiden Fast-Clock-Leitungen gespeist.

über ein Latch oder über ein Register in den Chip. Zum Erzielen höherer Taktraten kann man mit den Registern eine Pipelining-Struktur in den Eingang ziehen.

EPLDs arbeiten in zwei möglichen Betriebszuständen. Interne Logik sowie Eingangspuffer müssen immer mit 5 V versorgt werden. Die Ein- und Ausgangstreiber hingegen stellt man wahlweise auf 3,3-V- oder TTL-Logikegel ein.



Die 7300er-Familie mit FBs und FFBs.



Das Innere eines Funktionsblocks; dargestellt ist nur eine Makrozeile.

In die UIM (Universal Interconnect Matrix) gelangen Signale von den bidirektionalen und direkten Eingangsspins sowie den Rückführungsleitungen der Zellen. Sie führt diese direkt zu den einzelnen Makrozellen, wobei jeder Eingang mit jedem beliebigen Ausgang verbunden werden kann. Die Verzögerung durch die UIM ist unabhängig von Komplexität und Länge der Verbindungen sowie vom Fan-Faktor. XILINX verspricht hier vorhersagbare, konstante Durchlaufzeiten und garantiert(!) 100prozentige Verdrahtbarkeit.

Zum Generieren von Schaltwerken führt man die Ausgänge einer Makrozelle auf die Eingänge der UIM zurück. Ein (privater) Produktterm dient hierbei zur Kontrolle des Output-Enable-Signals (OE) der Rückleitungstreiber. Ist die Rückführung nicht erwünscht, wird die Leitung deaktiviert. Die Ausgangstreiber jeder Zelle werden ebenfalls durch diesen Produktterm oder über einen sogenannten FastOE-Eingang gesteuert. Jedes Eingangssignal speist man direkt,

## Die schnellen Neuen

Die oben beschriebenen Funktionsblöcke findet man in allen XILINX-EPLDs. Die 7300er-Familie beinhaltet jedoch noch eine weitere Art von Blöcken: Die Fast-Funktion-Blöcke, kurz FFBs. 24 Eingangssignale gelangen direkt und invertiert wahlweise von der UIM, von zwölf schnellen Eingangsspins oder über eine Rückführungsleitung von den neun Ausgängen der eigenen Makrozellen auf den FFB. Das programmierbare UND-Gatter jedes Blocks erzeugt 45 Produktterme, je fünf dieser Verknüpfungen führen in eine Makrozelle. Die Makrozellen eines FFBs beinhalten keine programmierbare ALU. Statt dessen werden vier der UND-Terme über ein ODER-Gatter direkt auf den D-Eingang eines programmierbaren Flipflops gegeben. Der fünfte Term liegt am Set-Eingang des Flipflops. Das Flipflop lässt sich über zwei schnelle Clock-Leitungen takten. Der Ausgang jeder Makrozelle wird auf die UIM oder den FFB selbst zurückgeführt oder treibt über einen 3-State-Buffer den Chipausgang.

Die Kombination aus FBs und FFBs versetzt den Anwender in die Lage, neben komplexen Logikoperationen mit festen Durchlaufzeiten zeitkritische Schaltungsteile wie zum Beispiel schnelle Busdecoder zu implementieren. Der erste Baustein der 7300er-Familie, der XC73108 ist jetzt erhältlich. Er verfügt über zwölf Funktionsblöcke und kann daher bis zu zwölf 22CV10-ICs ersetzen. Weitere Bausteine der Familie sollen Mitte nächsten Jahres folgen.

uk

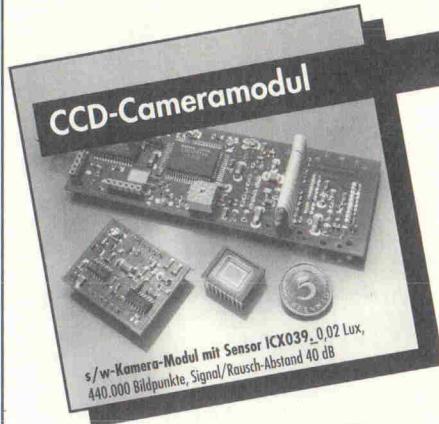
Metronik GmbH  
Leonhardsweg 2  
82008 Unterhaching  
Tel.: 0 89/6 11 08-0  
Fax: 0 89/6 11 22 46

# SONY

Ausgabe 1/93

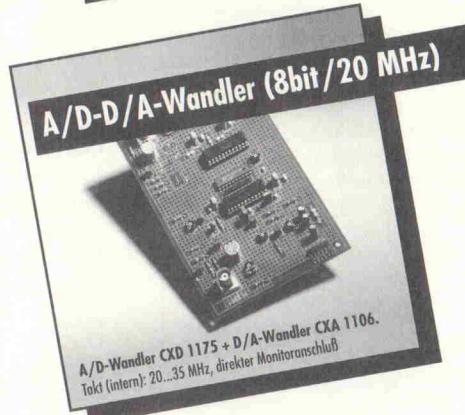
## ON BOARD

Jetzt brauchen Sie nicht mehr Tage oder gar mehrere Wochen für den Aufbau von Erprobungs-Boards mit Bauteilen von Sony. Einsticken, anschließen, fertig.



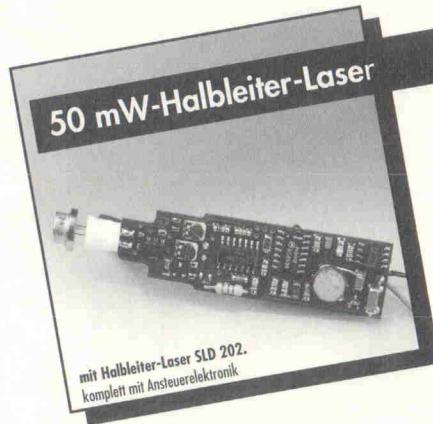
CCD-Cameramodul

s/w-Kamera-Modul mit Sensor ICX039, 0,02 Lux,  
440.000 Bildpunkte, Signal/Rausch-Abstand 40 dB



A/D-D/A-Wandler (8bit/20 MHz)

A/D-Wandler CXD 1175 + D/A-Wandler CXA 1106.  
Takt (intern): 20...35 MHz, direkter Monitoranschluß



50 mW-Halbleiter-Laser

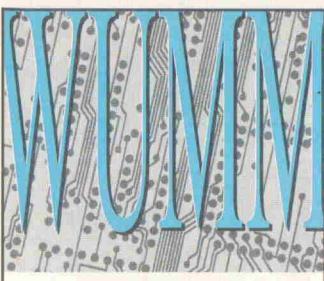
mit Halbleiter-Laser SLD 202.  
komplett mit Ansteuerelektronik

## FRAMOS

Deutschlands erfolgreicher Sony-Partner  
Fordern Sie unsere Lieferübersicht an!

Sony-ICs -  
und mehr!

FRAMOS ELECTRONIC VERTRIEBS GMBH  
RIEGSEESTR. 16, D-81477 MÜNCHEN  
TEL. (089) 785 30 31, FAX (089) 78 12 36



**DOSPack**  
= Schaltungsentwurf  
+ Leiterplatten-Layout  
+ Autorouter  
**für nur DM 1.495,-**  
bringt die **EAGLE2.6**  
Datakompatibel  
Konkurrenz  
ins Schwitzen!

Jetzt gibt es den ultimativen PowerPack für Elektronik Designer unter DOS: Protel Schematic und Protel Autotrax im DOSPack Komplett Paket! Wenn Sie den DOSPack testen, werden Sie schnell feststellen, daß es sich ab sofort kaum noch lohnt das Doppelte oder womöglich Vierfache des Kaufpreises für DOS-Schaltplan- & Layoutsoftware auszugeben. Kein Wunder also, daß unsere Konkurrenz ins Schwitzen kommen dürfte, denn der DOSPack ist keine künstlich "abgespeckte" oder limitierte Einsteigerversion sondern biete

zu einem neuen, vielfach günstigeren Paketpreis alle Profi-Leistungsmerkmale der weltweit tausendfach installierten Programme  
Protel Schematic und  
Protel Autotrax!

Mit einer höchst ergonomischen Roll-Down-Menüoberfläche arbeitet der DOSPack selbst auf PCs mit 80286'er CPU extrem schnell bei CAD/CAM-Auflösungen bis zu 1.024 x 768 Bildpunkten. Dank maximalen 4 MB EMS-Speicher sind riesengroße Layouts problemlos realisierbar! Das aussagekräftige DOSPack Testpaket umfaßt eine bis auf die Speicherfunktionen voll funktionsfähige Version von Schaltungsentwurf, Layout & Autorouter und das über 100 Seiten starke deutsche Demo-Handbuch. Jetzt abrufen!

**Protel DOSPack-Demopaket ...18 DM**  
**Protel DOSPack-Lizenz .....1.495 DM**  
(Schematic, Autotrax & Autorouter Komplett-Paket)

(Alle Preise verstehen sich bei Vorausscheck (zur Verrechnung) frei Haus oder per Post/UPS-Nachnahme, zzgl. 7% Versandanteil. Universitäts- und Mengenrabatte auf Anfrage)

**ASIX**  
TECHNOLOGY GMBH  
Postfach 142 - 76255 Ettlingen  
Telefon 07243/3 10 48 - Telefax 07243/3 00 80  
Bestellannahme zum Nulltarif:  
**0130-84 66 88**

## EURO-DAC

### Allesköninger

Die EURO-DAC und EURO-VHDL fand in diesem Jahr vom 20. bis 24. September in Hamburg statt. Die Konferenz bot Firmen und Forschungsinstituten die Möglichkeit, ihre Erfahrungen über das umfassende Thema Design Automation auszutauschen. Neben dem Kongress gab es auf einer begleitenden Ausstellung die neuesten Tools aller namhaften Firmen zu sehen.

Aufmerken ließ hier ein System zur Entwicklung programmierbarer Logik. Windows-gerechte Designtools sind so neu nicht. Ein Programm zur Bearbeitung von Logikbausteinen verschiedener Hersteller allerdings schon. Die Firma Data I/O verspricht dies über das Komplettsystem Synario: Von der Schaltungseingabe bis zum 'bitstream file' können mit diesem universellen Werkzeug herstellerunabhängig PLDs und FPGAs entwickelt werden. Mit Synario wird sowohl der Übergang von der PLD- zur FPGA-Technologie als auch der Neueinstieg in den FPGA-Entwurf sehr einfach. Auch für erfahrene FPGA-Anwender ist das Programm ein Novum.

Die Schaltungseingabe unter Synario nimmt man wahlweise grafisch mit dem Editor ECS (Engineering Capture Station) vor, in den auch ein Design Rule Check integriert ist. Oder man geht den Weg über die funktionale Design-Eingabe mit einer zu ABEL-HDL kompatiblen Beschreibungssprache. Bestehende ABEL-Designs können hier direkt übernommen werden. Eine Schaltungseingabe über State

Maschine Syntax oder Wertetabellen bietet das Programm auch an. Ende des Jahres soll eine VHDL-Einbindung folgen. Die Synario-eigene Bibliothek, genannt 'generic retargeting library', erlaubt eine vollkommen herstellerunabhängige Eingabe des Designs. Sie beinhaltet alle notwendige Elemente wie Gatter, I/O-Buffer, Register und arithmetische Funktionen. Benutzt man diese Bibliothek zur Schaltungserstellung, kann man sein Design problemlos auf eine beliebige, von Synario unterstützte FPGA-Familie portieren. Bisher bauelementgebundene Designs lassen sich in die FPGA-Familien anderer Hersteller umsetzen. Dazu muß man nur die festen Makros der jeweiligen Bausteinarchitekturen durch Elemente aus der Synario-Bibliothek ersetzen, den Rest des Designs kann man direkt übernehmen. Herstellerspezifische Bibliotheken können über das Programm ebenfalls eingebunden werden.

Eine funktionale Simulation sowie die Timing-Simulation erfolgen in enger Kopplung an den programmeigenen Stromlaufplan-Editor ECR. Man kann die Simulationsergebnisse sowohl im Stromlaufplan selbst als auch im sogenannten 'waveform viewer' beobachten. Es besteht die Möglichkeit, eine Simulation im Batch-Betrieb oder im interaktiven Modus durchzuführen. Die interaktive Simulation erlaubt das Setzen von Breakpoints und die Modifikation externer oder interner Knoten. Die Interpretation und Analyse der Ergebnisse

wird damit erleichtert. Synario verwendet für die Simulation Verilog HDL Modelle, womit eine schnelle Einbindung neuer FPGAs gewährleistet ist.

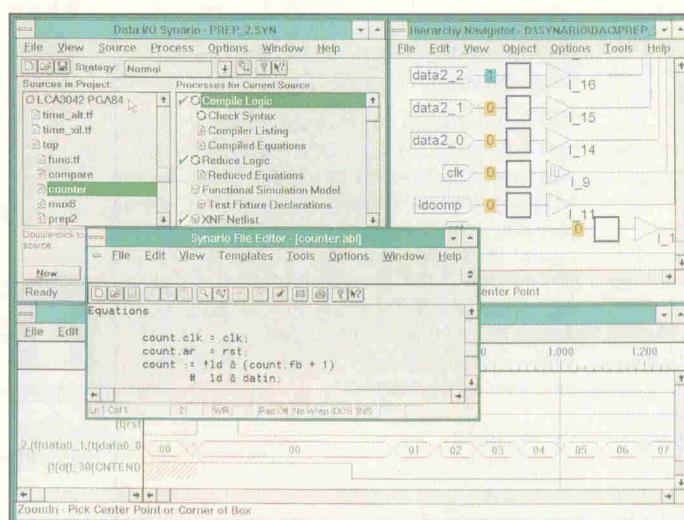
Zur physikalischen Implementierung der Bausteine verwendet man die jeweiligen herstellereigenen Werkzeuge: Symbolbibliotheken, Modelle für die Timing-Simulation, Fitter und Mapper sowie Tools für das Placement and Routing der spezifischen Bausteine sind unter Synario als 'Device Kits' verfügbar. Diese sind – ebenfalls unter einheitlicher Oberfläche – über den 'Projekt Navigator' zugänglich. Der Projekt Navigator erkennt und steuert die für die jeweils ausgewählte FPGA-Architektur notwendigen Designschrifte. Außerdem bietet er in allen Phasen des Entwicklungsprozesses eine bausteinspezifische Hilfestellung. Damit ist es im Verlauf eines Entwurfs sehr einfach, von einer FPGA-Familie zu einer anderen zu wechseln. Auch Anwender, die bislang mit keiner Entwicklungs-Umgebung und keiner FPGA-Serie vertraut sind, bekommen einen leichten Einstieg in die Welt der programmierbaren Logik – und das gleich für mehrere Bausteinfamilien.

Synario unterstützt zur Zeit folgende Bausteine: die Actel ACT1-, ACT2- und ACT3-Familie; Alteras Logik-ICs Classics, MAX5000, MAX7000 und FLEX8000; pASICs von Quicklogic (jetzt Lattice); die 2000er-, 3000er- und 4000er-Serie von Xilinx sowie die meisten CPLD- und PLD-Familien.

Die Grundversion des Programms umfaßt zwei Teile, zum einen das 'Entry System' für die Schaltungseingabe (ECS, retargeting library, ABEL-HDL und den Projekt Navigator) und zum anderen die 'Simulation Tools' (funktionale und Timing-Simulation). Die Device Kits für die genannten Bausteine beziehungsweise Hersteller können je nach Bedarf zusammengestellt werden. Synario wird in Deutschland vertreten durch:

MTC  
Micro Tech Consulting GmbH  
Am Weidegrund 10  
82194 Gröbenzell  
Tel.: 08 14 2/5 10 19  
Fax: 08 14 2/5 12 00

uk



# *Die Enthüllung des Jahres...*

Wir stellen aus: Productronica 93 in München · 9. 11. - 13. 11. 93 · Halle 24 · Stand 24 A 28



... ist ein Präzisionsmultimeter mit grafischer Anzeige und Meßdatenerfassungssystem in einem. Mit siebzehn verschiedenen Meßfunktionen können Sie 100.000 Werte an 80 Meßstellen erfassen, speichern und graphisch auswerten. Und das bei 7½-stelliger Auflösung und einer 24 h-Stabilität von 4 ppm oder mit 4½ Stellen und 1000 Messungen pro Sekunde. Mit den vielen Schnittstellen wie IEEE 488, RS 232, Centronics und TTL-I/O kann das neue Multifunktionsmeter 8017 bestimmt auch in Ihrer Anwendung zum Einsatz kommen.

Das 8017 gibt es zu einem sensationell günstigen Preis von DM 5970,- + Mwst. (Grundausstattung).

**PREMA**®

PREMA Präzisionselektronik GmbH · Postfach 421153 · D-55069 Mainz · Tel. 06131 / 5062-0 · Fax 06131 / 5062-22

## Dokumentenecht: AutoSketch-Elektronik für Windows

Autodesk, bekannt durch den CAD-Standard AutoCAD, ist seit längerem mit dem vektororientierten Zeichenprogramm AutoSketch auf dem Weg in die Windows-Welt. Ungewöhnlich der Preis: für unter 600 D-Mark eine Art Mini-AutoCAD? Die Handschrift des Herstellers ist nicht zu übersehen. Wer in ACAD eingearbeitet ist, wird sicher viele bekannte Funktionen und Bedienstrukturen wiederfinden. Verglichen mit anderen bekannten Zeichenprogrammen kann hier durch die Möglichkeit der assoziativen Linear-, Winkel- und Fahnensymbolmaßung sowie Schraffur tatsächlich von CAD gesprochen werden.

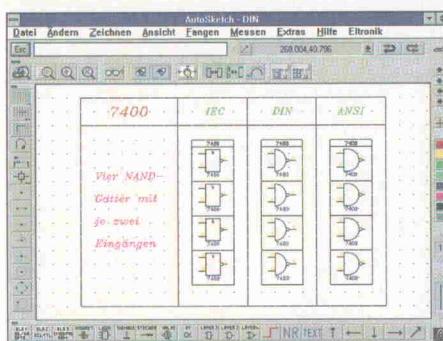
### Alternative Normen per Knopfdruck

Interessant für Elektroniker wird AutoSketch durch drei spezielle Symbolbibliotheken (Elektronik 1...3), wie sie die Mensch und Maschine GmbH für zusätzliche 3 × 200 D-Mark anbietet. In der aktuellen Version 2.1 bietet die Sammlung etwa 1950 Symbole verteilt auf drei Teilbibliotheken:

- Elektronik 1 umfaßt rund 530 Symbole für Analog- und Analog/Digital-Schaltkreise sowie Bauteile aus den Bereichen Meßtechnik, Opto- und Leistungselektronik.
- Elektronik 2 ist mit etwa 630 rein digitalen Elementen der TTL- und ECL-Familien SN74xxx und MC10xxx bestückt.
- Elektronik 3 beinhaltet ungefähr 520 Schaltzeichen aus der CMOS-Familie CD4xxx

und Mikroprozessor-Technik sowie programmierbare Logik- und Speicherbausteine.

Darüber hinaus gibt es rund 270 Bauteile allgemeiner Art wie diskrete Bauelemente, Verbindungs- und Primitivsymbole, die in allen drei Bibliotheken vorhanden sind. Um den ver-



**Design-Werkzeuge:**  
Die speziellen Sketch-Tools am unteren Bildschirmrand sind Bestandteil der Elektronik-Bibliotheken.

schieden Standards für die Darstellung von Digitalschaltungen gerecht zu werden, sind die Logiksymbole auf drei Layern abgelegt, es kann daher je nach Bedarf zwischen der neuen IEC-Darstellungsweise, der alten DIN-Darstellung oder der angelsächsischen nach ANSI umgeschaltet werden.

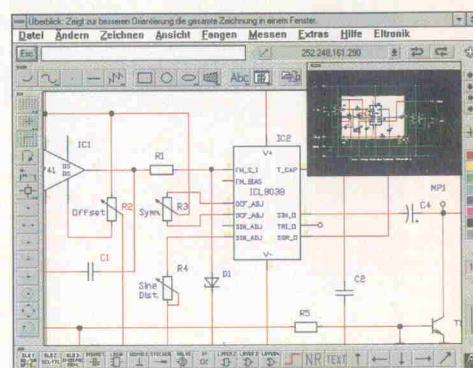
Welche Vorteile bietet nun das Zeichnen von Schaltbildern unter AutoSketch? Zunächst einmal keine. Das reine Zeichenprogramm kennt grafisch, aber keine logisch verbundenen Netze. Somit lassen sich (natürlich) auch keine Netzlisten zur Weiterverarbeitung in einem PCB-Editor erzeugen. Beim Bewegen von Teilen oder Gruppen fällt erheblich mehr Arbeit an als bei üblichen 'Schematics'. Auch einen Electrical Rule Check (ERC) wird es hier niemals geben.

Die Stärken von AutoSketch müssen also in anderen Bereichen liegen. Zunächst sind da die erweiterten dokumentarischen und gestalterischen Möglichkeiten. Bauteile, die sich plötzlich als etwas zu klein oder groß darstellen, müssen normalerweise neu definiert (gezeichnet) werden. Mit AutoSketch lassen sich jedoch alle Teile, da als Vektorgrafik vorhanden, jederzeit frei skalieren. Allerdings darf man sich über den Speicherbedarf nicht wundern. Die vorliegende Elektronik-Bibliothek, untergebracht auf neun Disketten, verschlingt locker

Bereich abgestimmte Werkzeuge beigefügt. So läßt sich problemlos eine den individuellen Bedürfnissen angepaßte Oberfläche herstellen, auf der alle häufig benötigten Befehle und Abläufe schnell im Zugriff sind.

Hilfreich bei der Einarbeitung in AutoSketch wirkt sich der SmartCursor aus. Sobald er auf ein Button zeigt, erscheint unmittelbar unter dem Mauszeiger ein die Funktion erläuternder kurzer Info-Text. Zusätzlich besitzt eine kontextbezogene Online-Hilfe, Info-Texte in der Titelzeile sowie die drei Handbücher (Referenz, Erste Schritte, Lehrgang, alle in Deutsch) sämtliche Unklarheiten.

An Dateiformaten beherrschen DXF und SDK das Bild, aber keine Angst: dank Object Linking and Embedding (OLE) können Zeichnungen problemlos in eine Textverarbeitung eingebettet werden. Datenaustausch mit AutoCAD ist selbstverständlich, allerdings nicht immer problemlos, wozu es im Handbuch einige Hinweise und Tips gibt.



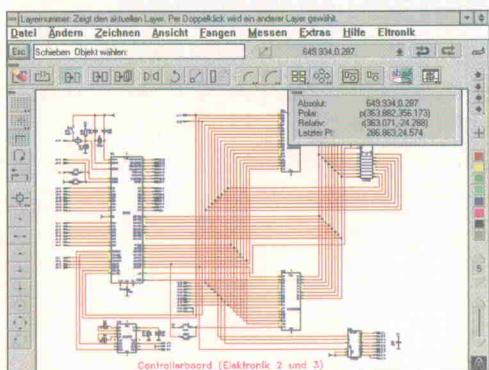
**Vogelperspektive:**  
Das kleine Fenster zeigt die gesamte Zeichnung auf einen Blick, der nicht invertierte Teil erscheint als Vollbild auf der Arbeitsfläche.

22 MByte auf der Festplatte. Ein selbsterstelltes kleines Schaltbild kommt immerhin schon auf 35 KByte, mit einem reinen Schematic-Editor wie beispielsweise Ultimate wären es nur 8 KByte gewesen.

### Die Info-Maus

Das ausgedehnte Anwendungsfeld von AutoSketch fordert die unterschiedlichsten Konfigurationsmöglichkeiten, und genau hier liegt eine weitere Domäne des Programms. Neben Buttons und frei positionierbaren 'Werkzeugkästen' kann der Anwender aus komplexen Befehlsabfolgen Makros erzeugen (SketchTools). Diese lassen sich ebenfalls als Symbolschaltflächen am Bildrand ablegen. Der Bibliothek sind bereits einige speziell auf den Elektronik-

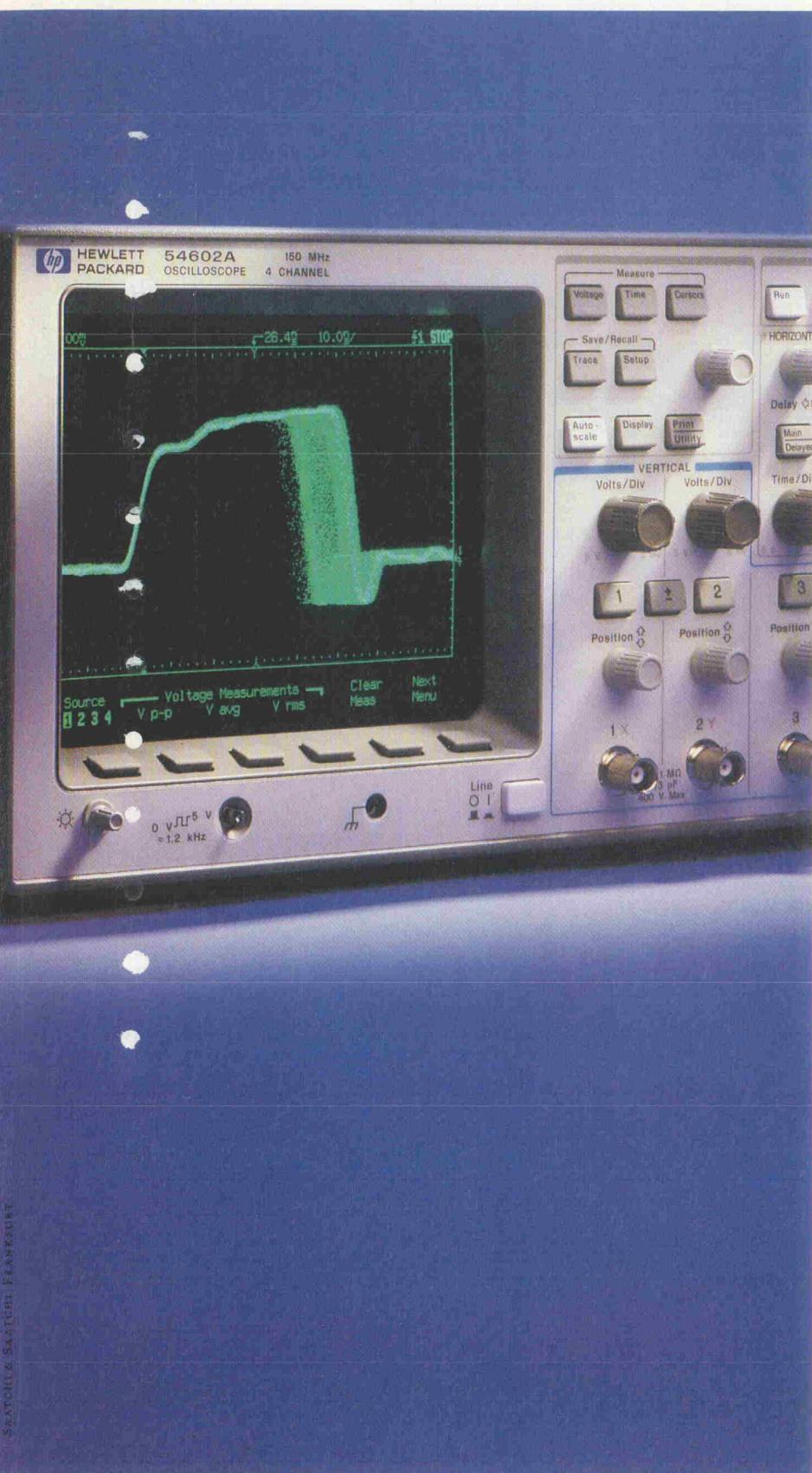
Schließt begeistert die 'Vogelperspektive' in einem zweiten Fenster. Dieses kann frei positioniert werden und ermöglicht verschiedene Ansichten der Zeichnung. Zum Beispiel kann die komplette Zeichnung dargestellt und mit der Maus ein Zoom-Bereich aufgezogen werden, welcher dann als normale Bilddarstellung erscheint. Der nichtsichtbare Teil erscheint im kleinen Fenster invertiert. Leider fällt auch bei dieser Windows-Applikation der recht langsame Bildaufbau auf. Daß eine langsame Grafik unter Windows kein Muß ist, zeigen zum Beispiel die neuen direkten Grafiktreiber bei AutoCAD.



**Selbst komplexe Schaltungen lassen sich gut mit AutoSketch-Elektronik bewältigen.**

Mensch und Maschine GmbH  
Argelfrieder Feld 5  
82234 Weßling  
Tel.: 0 81 53/9 33-0  
Fax: 0 81 53/9 33-2 22

# Wer mit Spitzentechnik messen will, kann mit günstigen Preisen rechnen.



Es ist nicht zu übersehen, wie wertvoll dieses Instrument für Sie ist.

Schauen Sie sich das HP 54600 Oszilloskop einmal genau an. Dabei wird Ihnen so einiges auffallen.

Auf den ersten Blick haben Sie das Gefühl, ein Analoginstrument vor sich zu haben. Der Bildschirm reagiert sofort auf Einstellungsänderungen, jeder Knopf ist einer bestimmten Funktion zugeordnet. Und doch hat es die volle digitale Leistungskraft, die Sie mit Analogtechnik nie erreichen können: hohe Genauigkeit, automatisches Messen, Hardcopy-Ausgabe und Programmierbarkeit. Selbst bei niedriger Wiederholfrequenz und geringer Zeitablenkung wird praktisch jede Wellenform hervorragend wiedergegeben.

Aber das wirklich Erstaunliche ist, daß die Oszilloskope der Baureihe 54600 Ihnen so viel Leistung für so wenig Geld bieten.

---

HP 54600A, 100 MHz (2 Kanäle),  
DM 5.274,- (6.065,10 inkl. MWSt.),

---

HP 54601A, 100 MHz (4 Kanäle),  
DM 6.127,- (7.046,05 inkl. MWSt.),

---

HP 54602A, 150 MHz (4 Kanäle),  
DM 6.926,- (7.964,90 inkl. MWSt.).

Jetzt neu:  
HP 54610A, 500 MHz (2 Kanäle),  
DM 10.602,- (12.192,30 inkl. MWSt.).

Ist das nicht Grund genug, einmal genauer hinzuschauen?

Nutzen Sie unseren persönlichen Telefon-Service HP DIRECT. Kompetente Fachleute beraten Sie umfassend und helfen bei der Auswahl des richtigen Gerätes für Ihre individuelle Anwendung. Wir stellen Ihnen auch gerne für eine Woche ein Testgerät zur Verfügung.

Rufen Sie HP DIRECT an.

Tel.: 0 70 31/14 63 33.

Fax: 0 70 31/14 63 36.

(Österreich: Tel.: 06 60/80 04,  
Fax: 06 60/80 05.)

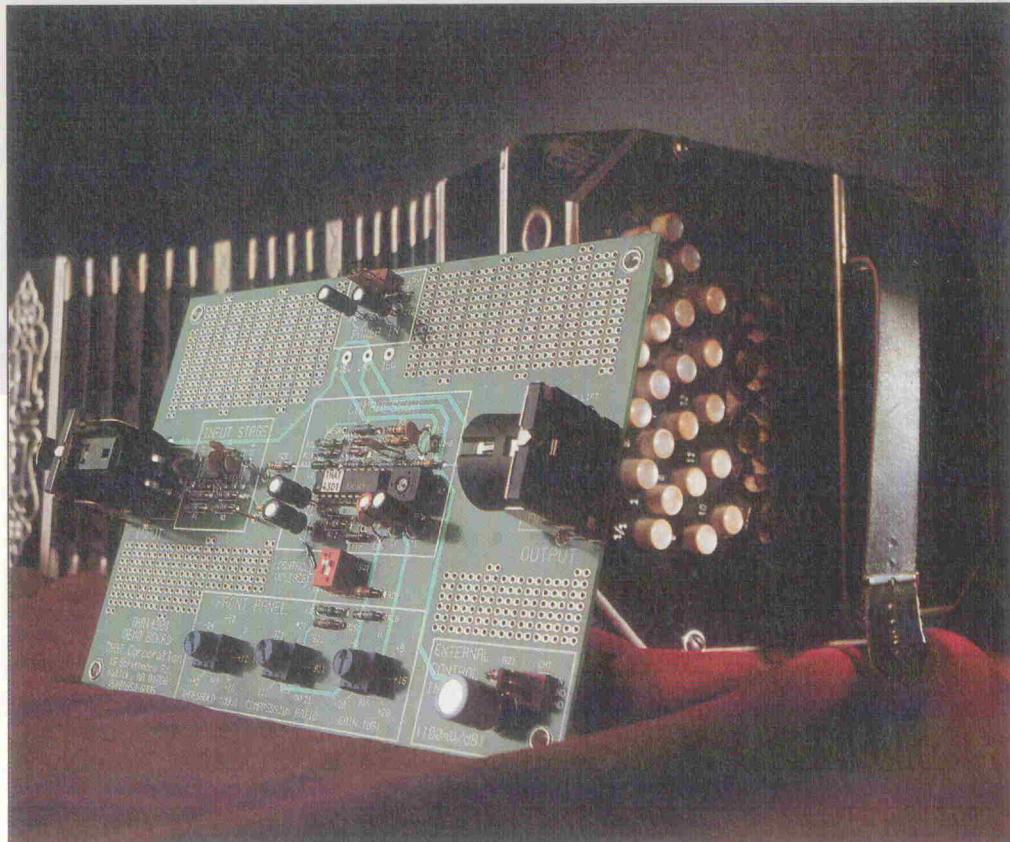
Oder schicken Sie uns die bei-gefügte Postkarte.

Ideen werden schneller  
Wirklichkeit.

 **HEWLETT®  
PACKARD**

# Analoge Maschine

## Kompletter Dynamik-Prozessor in einem IC



Matthias Carstens

Gerade stellte ELRAD in einem ausführlichen Beitrag die Interna des That VCA 2150 vor, da erreicht die Redaktion ein Demo-Board mit dem neuen 'Analog Engine' genannten That 4301. In diesem IC sind viele von den Einzel-Baustufen enthalten, deren diskrete Realisierung in der Entwicklung das meiste Kopfzerbrechen bereiten: beispielsweise RMS-Detektor und VCA mit logarithmischen oder, ganz allgemein, Stufen mit unlinearen Kennlinien.

Mit dem VCA 2150 und dem RMS-Wandler 2252 war es bereits möglich, mit wenigen externen Bauteilen hochwertige Kompressoren, Limiter, Expander, Gates und andere Effektgeräte zu verwirklichen. Nachdem die Konkurrenz schon länger Ein-Chip-Lösungen für solche Anwendungen anbietet, gibt es von That mit dem 4301 nun auch ein solches IC, allerdings vorerst nur als 18polige DIP-Version. Kostenreduzierend wirkt der nicht mehr erforderliche Symmetrieabgleich des RMS-Wandlers, sowie einige entbehrlich gewordene Bauteile (für Pedanten: 1 Trimpot, 7 Widerstände, 1 Elko).

Bild 3 zeigt sowohl das Innleben des 4301 als auch die Schaltung des Demo-Boards. Einziges zusätzliches aktives Bauteil ist ein 5534 für den symmetrischen Eingang. Die wenigen Teile der Außenbeschaltung stellen bereits Thres-

hold, Ratio und Gain zur Verfügung. Damit bietet sich dieses IC beispielsweise als komplette Dynamiksektion eines Mischpultes an, wo auf Attack und Release-Steuerung in den mei-

sten Fällen verzichtet werden kann (die RMS-Ansteuerung hat sich in der Praxis als universell und musikalisch erwiesen, und wird daher auch gerne als 'Automatik' verkauft). Beim

	Min.	Typ.	Max.
Betriebsspannung	$\pm 7$ V	$\pm 15$ V	$\pm 18$ V
Verstärkung bei 0 V	-0,4 dB	0 dB	+0,4 dB
Verstärkungslinearität -60 > +40 dB Gain	-	0,5 %	2 %
Max. Dämpfung	110 dB	115 dB	-
Rauschen (BP, 0 dB Gain)	-	-95 dBu	-93 dBu
THD 0 dB	-	0,01%	0,05 %
THD $\pm 15$ dB	-	0,03%	0,08%
RMS-Ausgang	6,4 mV/dB	6,5 mV/dB	6,6 mV/dB
Gleichrichterfehler	-15%	-	15%
Crest-Faktor	-	5	-
1ms Puls, 0,5 dB Fehler			

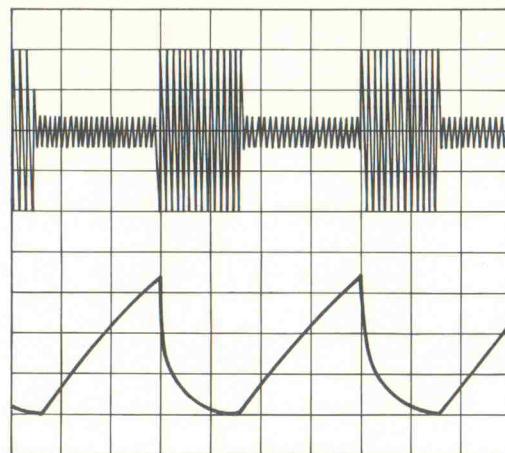
Bild 1. Die wichtigsten technischen Daten des 4301.

Einsatz in Mischpultkanälen würde dann auch der 5534 nicht benötigt.

## Functionality

Zur Funktion: Das Eingangssignal gelangt nach der Eingangsentkopplung auf den Stromeingang des VCA (Pin 17). Da dieser einen geringen DC-Offset aufweist, der von außen nicht verändert werden darf, ist zusätzlich ein Kondensator erforderlich, ohne den es zu starken Popp-Geräuschen kommen würde. Der VCA-Ausgang ist intern direkt mit dem Stromeingang eines OP (OA3) verbunden. Die Gesamtverstärkung ergibt sich aus dem Verhältnis von Eingangs- zu Rückkoppelungswiderstand (R6/R5). Wäre beispielsweise R6 nur 10 kOhm groß, ergäbe sich eine Grundverstärkung des VCA von -6 dB. Mit der Einspeisung einer geringen Spannung an Pin 14 erreicht man eine Symmetrierung der internen Ausgangsstufe und damit einen Klirrfaktorabgleich [1].

Eine Steuerspannung zur Verstärkungsänderung kann an Pin 14/15 und Pin 16 (je nach Polarität) angelegt werden. Sie folgt einem einfachen Gesetz: 6,5 mV bewirken 1 dB Pegeländerung. Für einen Verstärkungsbereich von -60 dB bis +40 dB wird eine Linearität dieser Eigenschaft innerhalb 0,5 % versprochen. Das Erzeugen



**Bild 2. Zeitverhalten des 4301 mit den auf dem Demo-Board vorgeschlagenen R/C-Werten.**

einer solchen Spannung aus dem Audiosignal übernimmt der RMS-Detektor. Dazu wird er mit dem gleichen Signal wie der VCA gespeist (Feed-Forward-Regelung), entkoppelt über den obligatorischen Elko und einen den Eingangstrom bestimmenden Widerstand.

Zwei Bauteile erweisen sich hier als entscheidend: R12 und C7. Innerhalb des RMS-Detektors wird das Audiosignal präzisionsgleicherichtet, logarithmiert und über ein 'log-domain'-Filter geglättet. Dies ist nichts weiter als ein 6-dB-Tiefpass, dessen Kondensatorentladung jedoch über eine Konstantstromquelle erfolgt. Den Strom legt man mit R12 fest, sowohl R12 als auch C7 bestimmen die Grenzfrequenz und damit auch 'Attack' und 'Release', also das

Zeitverhalten. Die Ausgangsspannung an Pin 4 entspricht den benötigten 6,5 mV pro dB.

Die um OA1 aufgebaute Threshold-Schaltung verstärkt die Steuerspannung um 6 dB, der Verstärker um OA2 verringert sie wieder um den gleichen Wert. Befindet sich das Poti R15 also am oberen Anschlag, sind alle Voraussetzungen für eine X:1-Regelung erfüllt.

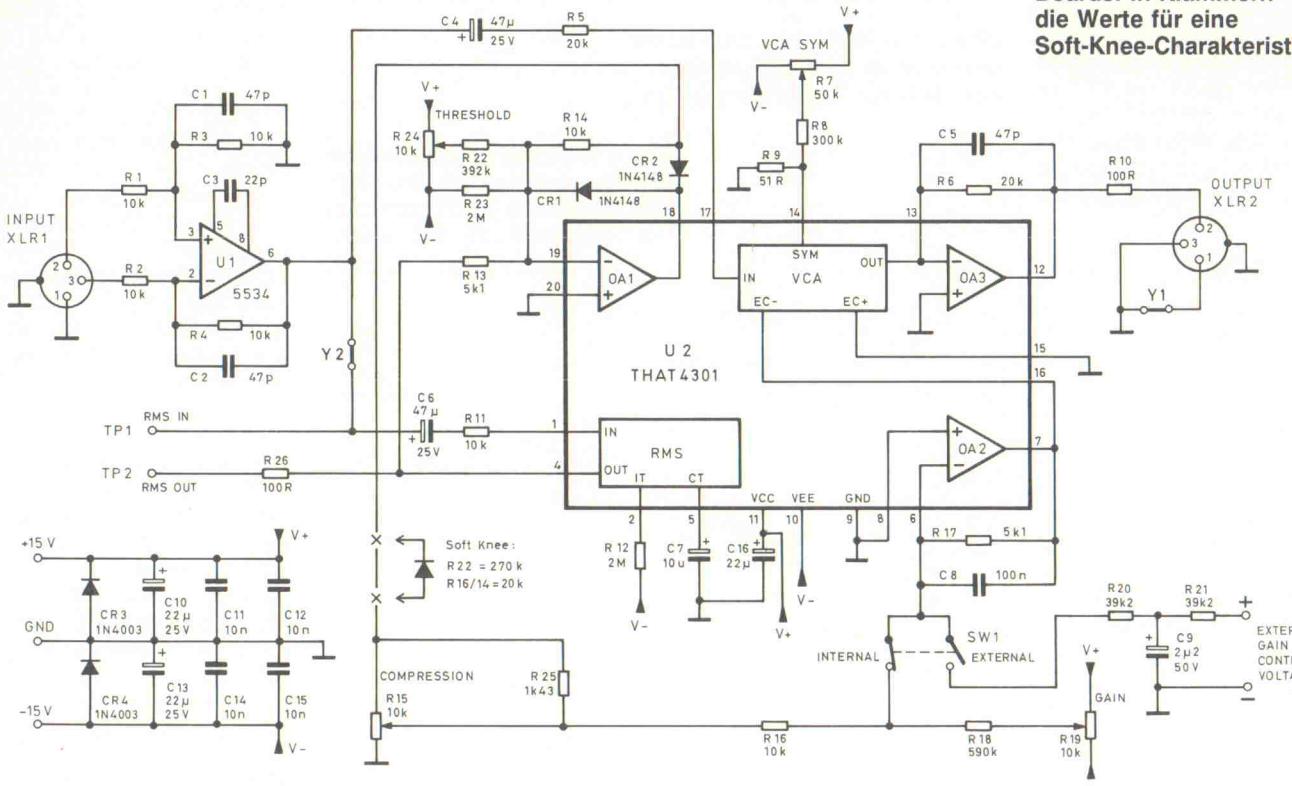
Ein Verändern des Ratio, also des Verhältnisses von Eingangs- zu Ausgangsspannung nach Überschreiten des Threshold-Punktes, erfolgt über R15. Wird die logarithmische Steuerspannung über einen Spannungsteiler abgeschwächt, ändert sich nicht etwa der Einsatzpunkt, sondern nur der Volt-pro-dB-Wert. Liegen am VCA also nur noch

3,25 mV pro dB, so ergibt sich ein Ratio von 2:1! Da dieses, nach dem Gehör beurteilt, wenig bewirkt, 'verbiegt' man die Poti-Charakteristik mittels R25 auf 4:1 für die Mittelstellung.

Der Einsatzpunkt ist ebenfalls recht einfach zu ändern: Dazu wird OA1 über das Threshold-Poti R24 mit einer Gleichspannung beschaltet, die der RMS-Ausgangsspannung entgegengerichtet ist. Die Diode CR2 macht aus dieser 'Spannungswaage' quasi einen Komparator, denn solange die Ausgangsspannung von OA1 die Schwellspannung der Diode nicht überschreitet, ist die Kontrollspannung an R15 null Volt, der VCA also im 1:1-Modus. Genauso einfach ist die Gain-Einstellung: Mit R19 erhält der VCA eine Gleichspannung, die eine Verstärkungsänderung von ± 20 dB erlaubt. Sinnigerweise unabhängig von Threshold und Ratio!

## Weiche Knie

Das Demo-Board ist zwar für einige Effekte bereit, aber längst nicht für alle. Wird beispielsweise Y2 aufgetrennt und an dieser Stelle ein Equalizer eingeschliffen, reagiert der VCA nur noch auf selektierte



**Bild 3. Die Schaltung des 4301 und des Demo-Boards. In Klammern die Werte für eine Soft-Knee-Charakteristik.**

Signale. Populärstes Beispiel ist sicher das De-Essen. Ein Anheben des Bereiches von 4–8 kHz erlaubt die (breitbandige) Reduktion von S-Lauten in Sprache und Gesang, da für diese Frequenzen nun ein niedrigerer Threshold gilt. Der Umbau auf eine Soft-Knee-Charakteristik erfordert jedoch grobe Leiterbahnzerstörung, da keine Auf trennung im Steuerweg vorgesehen ist.

Einen Überblick über die technischen Daten gibt Bild 1. Zusätzlich haben wir eine Kurve THD+N über Amplitude erstellt (Bild 5). Selbige darf direkt mit der des Super-VCA aus Heft 10/93 verglichen werden. Wie man sehen kann, läßt sich der 4301 zwar auch auf den traumhaften Wert von etwa 0,007 % THD+N bei +6 dBu/1 kHz abgleichen, nur ist der Bereich, in dem so geringe Werte erreicht werden, deutlich kleiner. Auf dem Demo-Board ergab sich die beste Einstellung bei 0 dBu. Grund dieses Unterschiedes ist jedoch mit Sicherheit nicht eine schlechtere Qualität des 4301, sondern die hier verwendete, vollkommen praxisfremde Grundschaltung. Der VCA-Steuereingang ist mit 6,5 mV/dB viel zu empfindlich, um direkt von einem OP, der zudem noch im gleichen Gehäuse sitzt und mit seinem positiven Eingang auf der einzigen verfügbaren Masse liegt, ohne aufmodulierte Störungen angesteuert zu werden. Einfache Abhilfe: Das RMS-Signal kräftig verstärken und per Spannungsteiler direkt vor Pin 16 wieder absenken! Dazu sind nur zwei weitere Widerstände und einige Wertänderungen, jedoch keine weiteren aktiven Bauteile notwendig.

Ein Klirrfaktor von 0,007 % liest sich auf dem Papier zwar ganz ausgezeichnet, kommt in der Realität jedoch nie vor. Bild 5 demonstriert dazu eine im praktischen Betrieb unvermeidliche Gain-Einstellung. Insbesondere die typische Pegelerhöhung nach Komprimierung zeigt deutlich schlechtere Werte (+10 dB). Was aber selbst diese Grafik noch verschweigt: Die Restwelligkeit der RMS-Steuerspannung führt mit zunehmender Kompression zu einem stark steigenden Klirrfaktor, der die gezeigten Werte um ein Vielfaches übertrifft! Das gilt im übrigen für alle VCAs, die mit abgeleiteten Regelspannungen be-

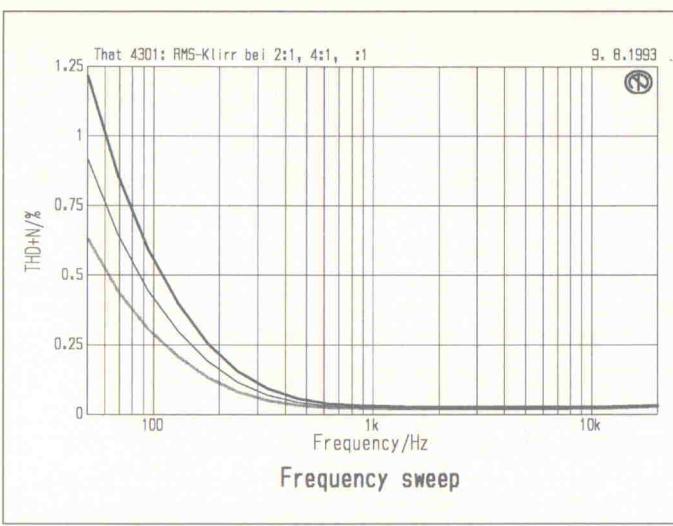


Bild 4. Der Einfluß der RMS-Kontrollspannung auf den Klirrfaktor, mit verschiedenen Ratio-Einstellungen gemessen.

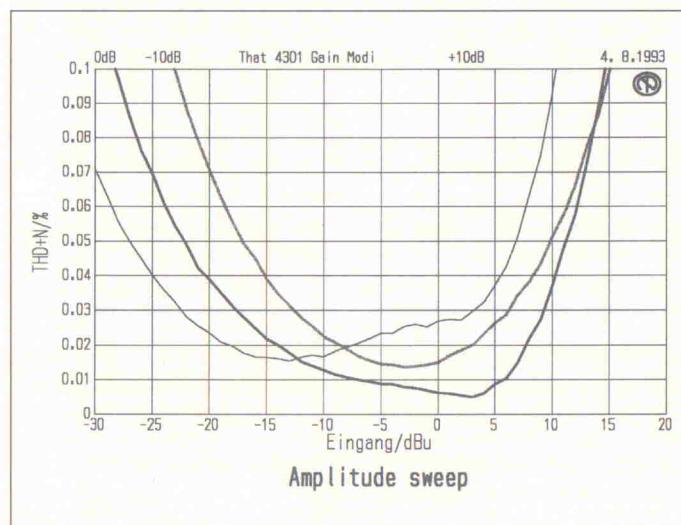
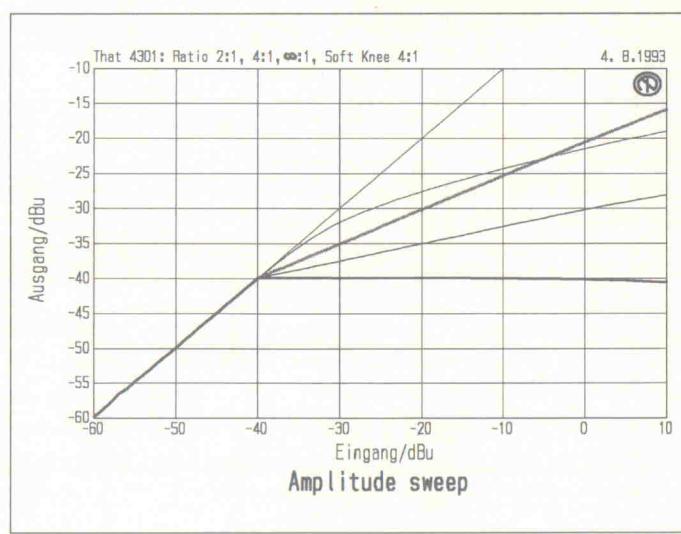


Bild 5. Der Klirrfaktor bei -10 dB und +10 dB Verstärkung über der variablen Eingangsspannung.

Bild 6. Wie aus dem Lehrbuch: die Dynamikfunktion des 4301. Die gerundete Kurve zeigt das im Text erwähnte 'Soft-Knee'.



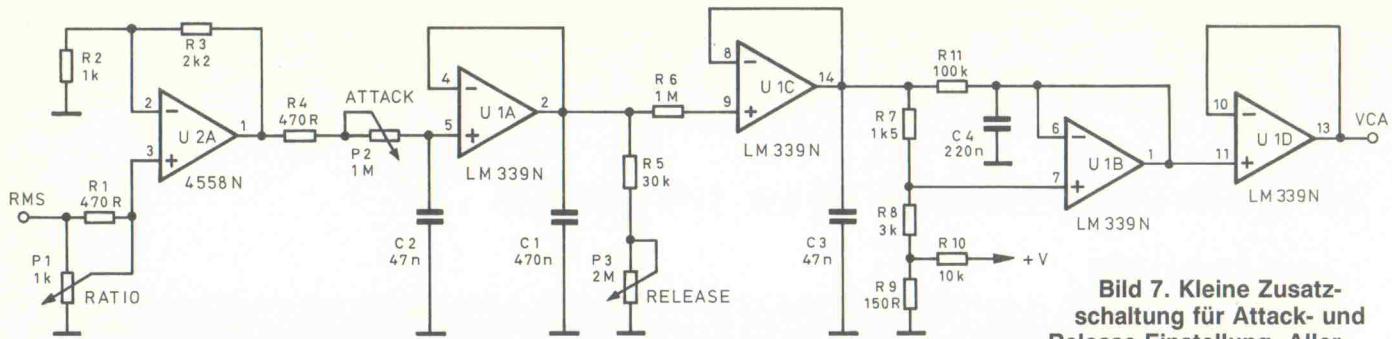
trieben werden. Ausnahme: Der bereits angesprochene Super-VCA schafft auch bei  $\pm 10$  dB locker seine fantastischen Werte, und bei Einsatz als Poti-Ersatz gibt es auch keine wellige Steuerspannung.

Bild 4 zeigt dieses Verhalten etwas genauer. Die Schaltung wurde mit 20 dB Kompression und gleichzeitiger Pegelanhebung von 20 dB betrieben. Bei einem Arbeitspunkt von +6 dBu zeigt sich bei Veränderung der Verstärkung per Gain-Poti das bereits in Bild 5 gezeigte Verhalten. Der Klirrfaktor liegt für 1000 Hz bei 0,03 %, für 20 dB Kompression ein sehr guter Wert. Zu niedrigeren Frequenzen verschlechtert sich dieser Wert aber rapide, da die Zeitkonstante des RMS-Siebgliedes (circa 5 Hz Grenzfrequenz) in greifbare Nähe rückt. Dabei zeigt ein Ratio von  $\approx 1:1$  die schlechtesten Werte. Der Grund ist: je geringer der Ratio-Wert, desto niedriger muß Threshold eingestellt werden. Das bedeutet, die erzeugte Kontrollspannung ist höher. Da der Anteil der Wechselspannungskomponente jedoch unabhängig von R24 einen konstanten Wert aufweist, ist diese im Verhältnis gesehen (Spannungsteilung durch R15) geringer.

## Entspannungsübung

Bild 2 zeigt die Kontrollspannung bei Einspeisung eines 75-ms-Burst, der eine Amplitudenänderung von 20 dB aufweist. Die Attack-Zeit ist gering und weist eine exponentielle Charakteristik auf, die Release-Zeit für 20 dB Pegeländerung beträgt etwa 120 ms und verläuft praktisch linear. Auf der Zeitachse entspricht ein Kästchen einer Zeit von 50 ms und auf der Amplitudenachse einer Spannung von 1 V. Der besseren Übersichtlichkeit wegen wurden die beiden Einzelkurven per Tuschefüller in ein Diagramm übertragen.

Die Karte demonstriert eine Hard-Knee-Schaltung, das heißt, der Einsatz der Pegelreduzierung beim Überschreiten der Threshold-Spannung erfolgt schlagartig. Wie Bild 6 zeigt, kann durch einfaches Ändern dreier Widerstände und Hinzufügen einer 1N4148 auch eine weiche und musikalischere Soft-Knee-Charakteristik erreicht werden, die – um beim Beispiel Mischpult zu bleiben – insbe-



**Bild 7.** Kleine Zusatzschaltung für Attack- und Release-Einstellung. Allerdings muß der Steuerspannungspegel noch angepaßt werden!

sondere in der Summe Pumpeffekte vermindert.

Was tun, wenn aber nun doch Attack- und Release-Einstellung verlangt werden? Dafür gibt es bereits unzählige Schaltungsvarianten, von denen hier eine der originellsten vorgestellt werden soll. Bild 7 zeigt eine Realisierung mit Komparatoren. Diese arbeiten einerseits wie normale OPs, durch den Open-Collector-Ausgangstransistor ist die Ausgangsspannung aber auf den erlaubten Bereich begrenzt. Wenn man im Gegensatz dazu Kondensatoren mit üblichen Operationsverstärkern

aufladen will, so hat man oft den 'Schmutzeffekt', daß sich die im Kondensator befindliche Ladung 'selbstständig' macht und allerlei Zeitkonstanten verbiegt. In der Komparatoren-Variante können die Ladeströme jedoch nur in eine Richtung fließen.

#### Literatur

- [1] Matthias Carstens: Super VCA, ELRAD 10/93
- [2] Peter Nonhoff: Dynamic Ltd., ELRAD 12/89
- [3] Datenblätter von That: 2252, 2150, 4301

[4] Applikationsbeispiele: That AN 101, The Mathematics of Log-Based Dynamic Processors und That AN 100, Basic Compressor/Limiter Design; zu beziehen über Audio Export Georg Neumann, Badstraße 14, 74072 Heilbronn

#### That's it!

Der 4301 wird mit Sicherheit in nächster Zeit in unzähligen Geräten auftauchen. Minimaler Platz- und Bauteilbedarf bei gleichzeitig hervorragender Performance beschert der Audiowelt einen neuen Industriestandard. rö

Wer selbst mit dem Demo-Board arbeiten will und ein wenig Glück hat, kann gegen Einsendung einer Postkarte mit dem Stichwort 'VCA' an die Redaktion an der Verlosung von drei Platinen teilnehmen. Die Postkarte muß bis zum 1. 12. 93 in der Redaktion eingetroffen sein, da an diesem Tag die Verlosung stattfindet.

**iSYSTEM** | Einsteinstr. 5, D-85221 Dachau Tel. 08131/25083 Fax. 14024  
**THE TOOL COMPANY**  
 Milser Straße 5, A-6060 Hall i.T. Tel. 05223/43969 Fax. 43069

**Der Spezialist für Hardware- und Software-Entwicklungswerzeuge**

Schon ab 2.500,-DM

**E=m\*c<sup>2</sup>**

**Das Fenster zur nächsten Dimension!**

**Tango PRO** für Windows

**Schaltungsentwurf - PCB-Layout - Autorouten**

**In-Circuit-Emulatoren**   **Logikanalyse**   **Programmer**  
**Elektronik-CAD/CAM**   **ROM/RAM-Simulation**   **Adapter - Konverter**

**SVS SYSTEMS 93**  
 Halle 22 Stand D08

**MICROSOFT® WINDOWS™ COMPATIBLE**

# Stör. . . sicher?

Vier plus ein System-Multimeter auf dem EMV-Prüfstand

Test

Klaus Ehlers

Präzise sind sie alle, das haben wir schon öfter überprüft. Doch das ist nur eine Voraussetzung beim Einsatz in automatischen Meßsystemen: die andere heißt elektromagnetische Verträglichkeit. EMV wird selbstverständlich, auch bei unseren Probanden?



**D**er Versuch läuft seit gestern mittag durch. Noch circa zwei Stunden bis zum Abschluß. Plötzlich bleibt der steuernde Rechner in der Abfrageschleife hängen. Was ist passiert?

Das Display des die Temperatur erfassenden System-Multimeters zeigt einen Wert an, der sich aber nicht verändert. Tastendrücke ignoriert das Gerät, egal, ob man den Meßbereich wechseln oder vom Busbetrieb auf Frontplattenbedienung zurückschalten will. Erst das Aus- und Wiedereinschalten zeigt Erfolg und das Multimeter tut, als wäre nichts geschehen. Der Versuchsaufbau kann es nicht gewesen sein, da das Gerät eingangsseitig direkt mit einem Temperatursensor verbunden ist. Also muß die Ursache jenseits der Netzstrippe liegen. Die Anfrage im benachbarten Labor ergibt, daß die

Kollegen Einschaltversuche mit einem 50-kW-Motor durchführten. Die dabei entstehenden Netzstörungen haben das Meßgerät aus der Bahn geworfen.

Das Messen mit hochwertigen Geräten verbindet man unterbewußt auch mit hochwertigen Ergebnissen. Bei elektrisch gesehen klinisch reiner Umgebung trifft dies auch zu. Im rauen Alltag dagegen treten nicht nur – meist kompensierbare – Einstreuungen auf die Meßleitung auf, auch über die Stromversorgung machen sich Störungen aus dem 220-V-Netz bemerkbar. Ob und wie stark solche Immissionen unsere Probanden beeinflussen, will dieser Test aufdecken.

Schließlich sollen **System-Multimeter** unbeaufsichtigt in einem automatisierten Meßsystem wie im oben angeführten Beispiel oder auch bei Prüfplät-

zen in der Produktion laufen. Einzelne leicht verfälschte Meßwerte sind hier weniger harmlos als man zunächst annimmt. Sie können beispielsweise bei automatischer Endprüfung dazu führen, daß fehlerhafte Produkte irrtümlich als gut durchgehen oder einwandfrei als fehlerhaft ausgeschieden werden. Kräftigere Störungen machen sich als Aussetzer des Gerätes (Rücksetzen, Nichtfunktionieren für eine kurze Zeit) oder sogar als Hänger (Gerät reagiert nicht mehr und muß vom Bediener durch Aus- und Wiedereinschalten manuell zurückgesetzt werden) bemerkbar. Solche Effekte können dazu führen, daß man einen laufenden Versuch neu starten muß oder daß die Produktion für eine gewisse Zeit stillsteht. Daher untersucht dieser Test auch die Wirkung von verschiedenen simulierten Netzstörungsarten auf die Digitalmultimeter.

Neben der Störfestigkeit ist für den Einsatz im Meßsystem auch die per Bus zu erzielende Meßrate interessant: je schneller das Gerät den Meßwert liefert, desto eher ist ein Prüfling beurteilt. Oder bestimmte Versuche sind erst bei genügend hoher Meßrate automatisch durchführbar. Deshalb untersuchten wir auch, wie schnell die Probanden neue Werte per Bus liefern können.

Doch auch die Überprüfung der Meßgenauigkeit kommt nicht zu kurz: die Probanden mußten sich einem Check am Kalibrator unterziehen. Dabei wurden sie mit Gleich- und Wechselspannungen sowie -strömen beaufschlagt und stellten auch ihr Widerstandsmeßvermögen unter Beweis.

## Risse und Spalten

In elektrischen Versorgungsnetzen treten so unterschiedliche Phänomene wie Spannungserhöhung oder Absenkung, Zusammenbrüche, Überspannungen, Oberschwingungen und dem Netz überlagerte Störimpulse auf. Letztere kommen mit hoher Energie und langsamer Anstiegszeit, mit mittlerer Energie und mittlerer Anstiegszeit oder mit niedriger Energie und schneller Anstiegszeit vor.

Die im Rahmen des Tests simulierten Netz-Phänomene umfassen den Spannungszusammenbruch (Unterbrechung) und den Spannungseinbruch. Die Simulation von Netzstörimpulsen erfolgte mit Impulsen niedriger Energie mit schneller Anstiegszeit in Form von Einzelimpulsen einerseits und als Folgen von Impulsgruppen (Bursts) andererseits, mehr dazu im Kasten 'Ruhestörung'. Bei allen Versuchen begannen wir zunächst mit der schwächsten Prüfung und steigerten diese solange, bis das Gerät die erste Reaktion zeigte. Die im Anhang der Gerätebeschreibung gelisteten Ergebnisse enthalten jeweils die schwächste Einbruchstärke, Dauer oder Puls Höhe, bei der das Testobjekt erstmalig, wenn überhaupt, reagierte.

Da das Verhalten des Prüflings auf derartige Störungen schlecht meßbar ist, erfolgt die Bewertung der einzelnen Testergebnisse gemäß folgendem Schlüssel:

**⊕** keine Reaktion, Messung unbeeinflußt

- ⊕ Meßwert schwankt, Messung geht weiter
- ⊖ Messung kurz unterbrochen, Gerät läuft neu an
- ⊖ Gerät stürzt ab, Bedienereingriff erforderlich

Der erste Fall ist natürlich der günstigste, das Gerät 'bemerkt' die Störung nicht. Bei den beiden nächsten wird es schon heikler, hier muß der Programmierer einer automatisch laufenden Meßvorrichtung dafür sorgen, daß das Programm kurzfristige Schwankungen erkennt und – wo dies zulässig ist – mit Ersatzwerten überbrückt. Falls das Multimeter neu anläuft, muß das Programm dieses erkennen und gegebenenfalls den vorher eingestellten Meßbereich wieder anwählen. Der letzte Fall wiegt sicher am schwersten und tritt – Murphy lauert um die Ecke – mit Sicherheit vorwiegend an Wochenenden oder bei langen Versuchsreihen gegen Ende auf.

Unser Test deckt auch die Überprüfung der vom Hersteller spezifizierten technischen Daten ab. Die Vergleichsmessungen erfolgten nach zweistündiger Warmlaufzeit im Temperaturbereich  $23 \pm 5^\circ\text{C}$  und erstreckten sich auf die Funktionen:

- Gleichspannung
- Wechselspannung (50 Hz)
- Gleichstrom
- Wechselstrom (50 Hz)
- Widerstand

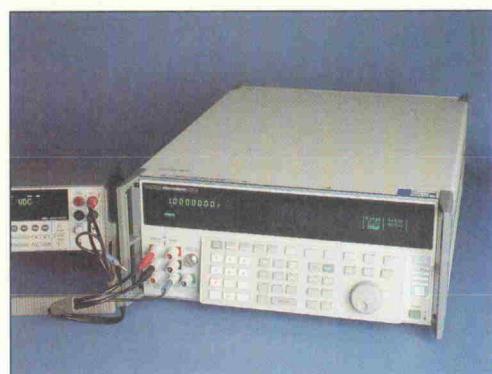
Als Referenz diente der Digital-Multimeterkalibrator Fluke 5700A. In den oben angegebenen Bereichen wurden Meßwerte im 1-2-5-Raster geprüft. Für die Widerstandsbereiche, die wir mittels 2-Leitermessung testeten, stellte der Kalibrator eine Reihe von bestimmten Festwiderständen in 1-1,9-Schritten bereit.

men oder die sich mit minimalem Bedienaufwand einstellen läßt.

Getestet wurden Multimeter mit Auflösungen von 4,5 bis 6,5 Stellen. Lediglich das Keithley 2001 ist mit 7,5 Stellen und auch preislich oberhalb des gesetzten Rahmens anzusiedeln. Damit ein Vergleich möglich ist, lief es daher mit einer reduzierten Auflösung von 6,5 Stellen.

## Systemmaß

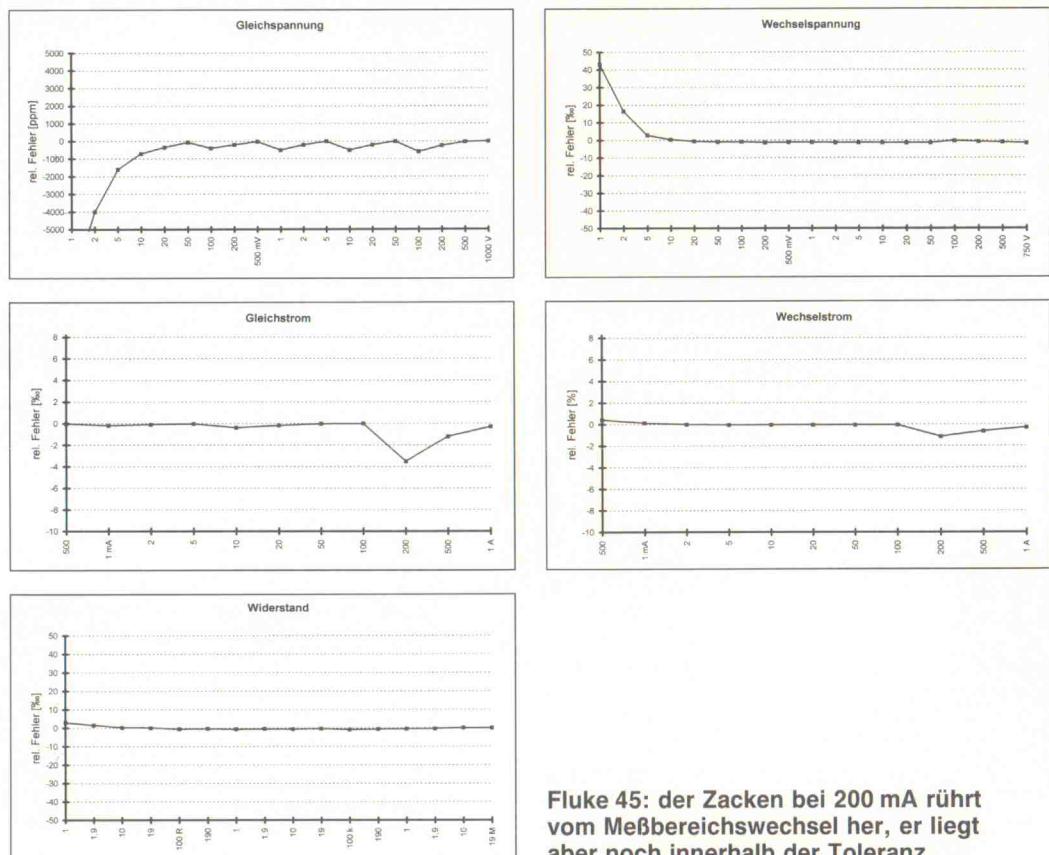
Die Kernfähigkeit eines System-Multimeters ist das auto-



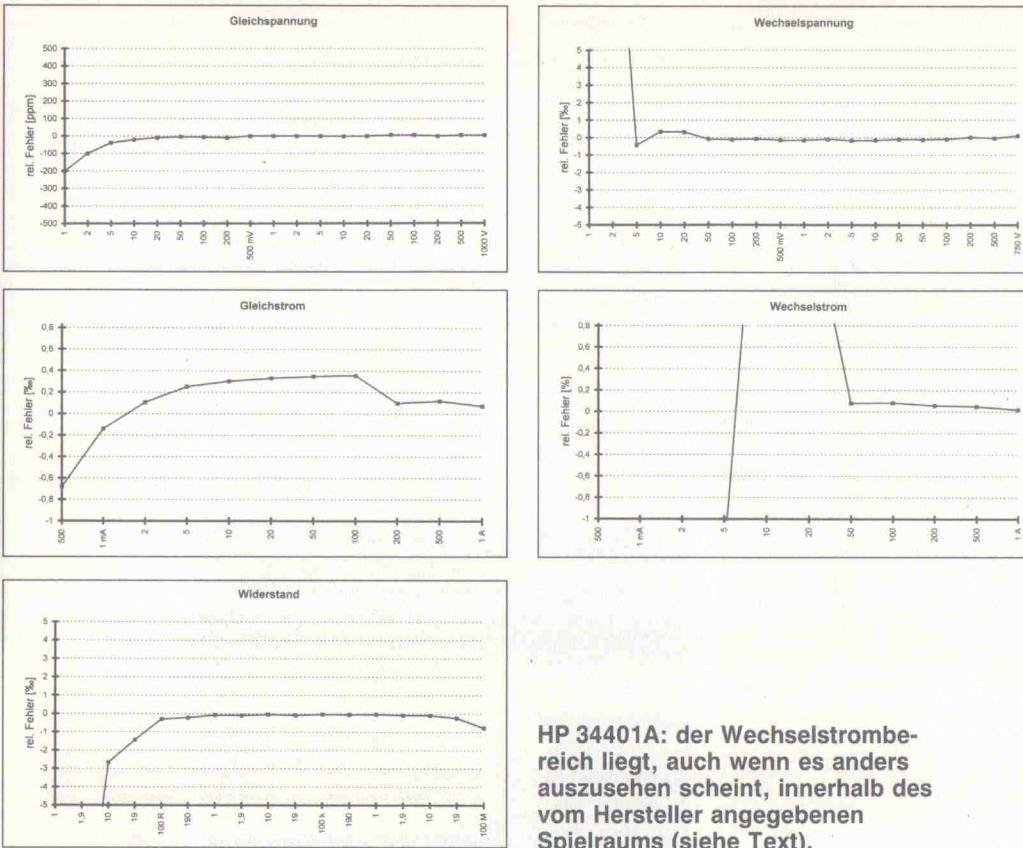
Die Referenz:  
für korrekte  
Spannung,  
Strom und  
Widerstand  
sorgte der  
Kalibrator  
**Fluke 5700A**.

Die Prüfung der Multimeter erfolgte bei den oben benannten Meßfunktionen in der Grundstellung der Geräte, die sie nach dem Einschalten nach Herstellerkonfiguration einnehmen

misierte Messen via IEEE-Bus. Dabei laufen die Geräte als Quasi-A/D-Wandler eines rechnergesteuerten Meßsystems. In diesem Test versuchten wir herauszufinden, welche



Fluke 45: der Zacken bei 200 mA röhrt vom Meßbereichswechsel her, er liegt aber noch innerhalb der Toleranz.



effektive Meßrate die Probanden am Bus erreichen.

Eine Rechteckfunktion als Eingangssignal bei einem fest eingestellten Gleichspannungsbereich gestattet auf recht einfache Weise die Abtastfrequenz zu bestimmen: Man wählt die Frequenz des Rechtecks so, daß zwanzig Meßwerte pro Periode herauskommen. Die Meßrate ist dann zwanzigmal größer als die Rechteckfrequenz.

Bis auf das Fluke enthalten alle Testlinge einen Meßwertspeicher für mindestens 100 Meßwerte. Der Speicher erlaubt bei Busbetrieb zwei Arbeitsweisen. Die eine ist die Einzelwert-Triggerung: der PC fragt via Bus, das Multimeter mißt und antwortet. Die Ergebnisse dieser Messung sind im Anhang der Gerätebeschreibungen als 'Meßrate Bus' angegeben.

Alternativ dazu bietet sich das Burst-Verfahren an: der PC startet eine Meßreihe über x Werte, das Multimeter erfaßt die Daten mit höchstmöglicher Meßrate,

# Drei wertvolle CDs der HIFI VISIONEN-Edition für Sie...



speichert sie und wartet auf einen Auslesebefehl vom PC. Hierbei erhält man meist deutlich höhere Meßraten als bei der Einzelwert-Triggerung. Das Resultat dieses Versuchs findet sich bei 'Meßrate Speicher'.

Beim Überprüfen solch komplexer Funktionen darf man die Randbedingungen nicht vernachlässigen, der verwendete PC (Noname-486/33) nebst IEEE-Bus-Karte (National Instruments GPIB PC-II/IIa) und Software (Quick-BASIC mit Device-Treiber) zeigte sich beim Datenrinnen dem schnellsten Gerät (Keithley mit 2000 Messungen/s) nicht mehr gewachsen: er gab bei rund 800 Einzelmessungen pro Sekunde auf.

### Fluke 45

Eine fünfstellige Doppelanzeige zeichnet das Fluke 45 aus. Das gut lesbare Display ermöglicht gleichzeitiges Darstellen von zwei Merkmalen eines Eingangssignals wie beispielsweise Höhe der Wechselspannung in

der Hauptanzeige und die Frequenz des Signals in der Sekundäranzeige.

Neben Frequenzmessungen bis über 1 MHz ermöglicht das Gerät die Bestimmung echter Effektivwerte. Bei dB-Messungen läßt die Funktion REF  $\Omega$  eine Veränderung der Impedanzbezugswerte zu, damit ist im NF-Bereich die Ermittlung von Verstärkerleistungen möglich. Alle Messungen können mit drei Geschwindigkeiten (2,5, 5 und 20 Messungen/s) durchgeführt werden.

Die bei unserem Testexemplar eingebaute Akku-Option (8-V-



Bleiakkumulator mit Ladeeinrichtung) ermöglicht Messungen auch fern der 220-V-Steckdose und wirkt gleichzeitig als effektive Notstromversorgung bei Netzbetrieb. Alle Funktionen können über die seriennormale RS-232-C-Schnittstelle oder über den IEEE-Bus fernbedient werden.

Das Fluke 45 mußte sich in diesem Test mit Konkurrenten messen, die durchweg eine Größenordnung besser auflösen. Damit deshalb bei den Fehlerdiagrammen kein falscher Eindruck entsteht, bekommt es eine zehnfach größere Y-Skala zugestanden. Seine geringere Auflösung wird auf diese Weise grafisch kompensiert, um eine rein optische Vergleichbarkeit der Diagramme zu ermöglichen.

Unterbrechung	0,5 s	⊕+
Einbruch	85 % Un/0,5 s	⊕⊕
	70 % Un/0,5 s	⊕⊕
	40 % Un/0,1 s	⊕⊕
Impulse	1,5 kV	⊕⊕
Bursts	1,0 kV	⊖
Meßrate Bus	6,5/s	
Spezifiziert	4,5/s	
Meßrate Speicher	–	
Spezifiziert	–	

### HP 34401A

Das Labormultimeter 34401A von Hewlett-Packard verfügt über eine 6,5stellige Anzeige und eine Vielzahl von Meßmöglichkeiten. Die Auflösung des Gerätes kann man zwischen 6,5, 5,5 und 4,5 Stellen wählen. Die Einstellung erfolgt über die Integrationszeit. Das Zeitsystem für die Integrationszeit basiert auf der Netzperiode und kann auf 0,02, 0,2, 1, 10 sowie 100 Netzyzyklen gestellt werden.

Um eine möglichst hohe Unterdrückung von Netzspannungseinflüssen zu erzielen, ist es



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



Nutzen Sie  
die Gelegenheit.  
Die vorbereitete  
Bestellkarte finden Sie  
in der Heftmitte.

	<b>Fluke 45</b>	<b>Hewlett-Packard 34401A</b>	<b>Keithley 2001</b>	<b>Prema 6001</b>	<b>Yokogawa 7551</b>
<b>Vertrieb</b>	Fluke Deutschland GmbH Miramstraße 87 34123 Kassel 05 61/5 01-14 95 05 61/5 01-16 90 Preis (zzgl. MwSt.) <sup>(1)</sup>	HP Direct Schickardstr. 2 71034 Böblingen 0 70 31/14-63 33 0 70 31/14-63 36 2105,-	Keithley Instruments GmbH Landsberger Str. 65 82110 Germering 0 89/84 93 07-0 0 89/84 93 07-59 7295,-	Prema Präzisionselektronik Robert-Bosch-Str. 6 55129 Mainz 0 61 31/50 62-0 0 61 31/50 62-22 2980,-	nbn Elektronik GmbH Gewerbegebiet 82211 Herrsching 0 81 52/39-0 0 81 52/39-1 60 2115,-
<b>Anzeige Auflösung (Stellen)</b>	4,5 / 5 30.000 (4,5) 99.999 (5)	4,5 / 5,5 / 6,5 1.200.000 (6,5)	3,5 / 4,5 / 5,5 / 6,5 / 7,5 21.000.000 (7,5)	5,5 / 6,5 199.999 (5,5) 1.999.999 (6,5)	4,5 / 5,5 19.999 (4,5) 199.999 (5,5)
<b>Art Ziffernhöhe (ca.) Analoganzeige</b>	7-Segment-Fluoreszenz 8 mm -	alphanumerisch, Fluoreszenz 10 mm -	Fluoreszenz-Matrix 8 mm Bargraph	LED-Matrix 6 mm -	7-Segment-LED 15 mm -
<b>Meßbereiche Umschaltung</b>	auto./man./per Bus	auto./man./per Bus	auto./man./per Bus	auto./man./per Bus	auto./man./per Bus
<b>Gleichspannung ±% Meßwert + % Bereich) <sup>(2)</sup></b>	0,1/1/10/100/1000V 0,025 % + 0,006 % im Bereich 10V	0,1/1/10/100/1000V 0,0035 % + 0,0005 % im Bereich 10V	0,2/2/20/200/1000V 0,0024 % + 0,0004 % im Bereich 20V	0,2/2/20/200/1000V 0,002 % + 0,0002 % im Bereich 20V	0,2/2/20/200/1000V 0,02 % + 0,002 % im Bereich 20V
<b>Wechselspannung ±% Meßwert + % Bereich)</b>	0,1/1/10/100/750V 0,2 % + 0,1 % im Bereich 10V 50Hz...10kHz <sup>(3)</sup>	0,1/1/10/100/750V 0,06 % + 0,03 % im Bereich 10V 10Hz...20kHz	0,2/2/20/200/750V 0,07 % + 0,015 % im Bereich 20V 50...100Hz sinus <sup>(4)</sup>	0,2/2/20/200/700V 0,08 % + 0,03 % 40...1000Hz	0,2/2/20/200/700 V 0,2 % + 0,05 % im Bereich 20V 45Hz...10kHz <sup>(4)</sup>
<b>Gleichstrom ±% Meßwert + % Bereich)</b>	0,01/0,1/10A 0,05 % + 0,005 % im Bereich 100mA	0,01/0,1/1/3A 0,100 % + 0,010 % im Bereich 100mA	0,2/2/200/2000mA 0,0500 % + 0,0020 % im Bereich 200mA	2mA/2A 0,007 % + 0,002 % im Bereich 2A	2/20/200/2000mA 0,07 % + 0,01 % im Bereich 200mA
<b>Wechselstrom ±% Meßwert + % Bereich)</b>	0,01/0,03/0,1/10A 0,5 % + 0,1 % im Bereich 100mA 50Hz...10kHz <sup>(3)</sup>	1/3A 0,10 % + 0,04 % im Bereich 1A 10Hz...5kHz	0,2/2/200/2000mA 0,15 % + 0,015 % im Bereich 200mA 50...200Hz	2mA/2A 0,04 % + 0,04 % 20...1000Hz	2/20/200/2000mA 0,5 % + 0,1 % im Bereich 200mA 45...2000Hz
<b>Widerstand</b>	300Ω/3kΩ/30kΩ/300kΩ/3MΩ/ 30MΩ/300MΩ 100Ω/1kΩ/10kΩ/100kΩ/ 1MΩ/10MΩ/100MΩ 2-Leiter-Messung	100Ω/1kΩ/10kΩ/100kΩ/ 1MΩ/10MΩ/100MΩ 2- und 4-Leiter-Messung	20Ω/200Ω/2kΩ/20kΩ/200kΩ, 2- und 4-Leiter-Messung 2MΩ/20MΩ/200MΩ/1GΩ, 2-Leiter-Messung	200Ω/2kΩ/20kΩ/200kΩ/ 1,6MΩ/16MΩ 2- und 4-Leiter-Messung	200Ω/2kΩ/20kΩ/200kΩ/ 2MΩ/20MΩ/200MΩ 2-Leiter-Messung
<b>Weitere Größen</b>	Freq. 5 Hz bis 1 MHz	Freq. 3 Hz bis 300 kHz Periode	Freq. 1 Hz bis 15 MHz, Periode, Temperatur (RTD + Thermoe.)	Temperatur (Pt100, 4-Leiter)	-
<b>Weitere Funktionen</b>	Dioden- und Durchgangsprüfung	Dioden- und Durchgangsprüfung	-	-	-
<b>Schnittstelle</b>	RS-232-C, IEEE-488	RS-232-C, IEEE-488.2	Digital-I/O (TTL/OC), IEEE-488.2	IEEE-488	RS-232-C, IEEE-488
<b>Sonstiges</b>	Akkumulator (Option)	Speicher für 512 Meßwerte	Scanner (Option) Speicher für 850 Meßwerte	Scanner (Option) Speicher für 100 Meßwerte	Speicher für 1000 Meßwerte
<b>Lieferumfang</b>	Netz- und Meßkabel Handbuch deutsch und französisch	Netz- und Meßkabel deutsches Handbuch Kalibrierzertifikat	Netz- und Meßkabel, umfangreiches englisches Handbuch, Kalibrierprotokoll	Netzkabel deutsches Handbuch Kalibrierzertifikat	Netz- und Meßkabel englisches Handbuch
<b>Besonderes</b>	Echt-Effektivwert-Messung Doppelanzeige für 2 Meßwerte	Echt-Effektivwert-Messung akustisches Signal	Echt-Effektivwert-Messung In-Circuit-Strommessung umfangreiche Triggerfunktionen	Echt-Effektivwert-Messung	Memory-Card-Slot

<sup>(1)</sup> unverbindliche Preisempfehlung des Herstellers, inklusive Akku- und IEEE-488-Schnittstellen-Option

<sup>(2)</sup> gilt für ein Jahr, Ausnahmen sind gekennzeichnet

<sup>(3)</sup> bei niedriger Meßrate

<sup>(4)</sup> für 90 Tage

empfehlenswert, mit ganzzahligen Vielfachen der Netzperiode, also 1, 10 oder 100 Zyklen zu messen. Wechselspannungen und Ströme zeigt das Gerät als echte Effektivwerte an. Bei Bedarf kann die Meßbereichsautomatik abgeschaltet werden. Die über die Standardfunktionen hinausgehenden weiteren vielfältigen Meßfunktionen werden meist gesteuert an der Vorderseite des Gerätes eingestellt.

Sechs Menüs stehen zur Verfügung: über 'Measurement' lassen sich Ratiomessungen und

der Eingangswiderstand bei Gleichstrommessungen einstellen. 'Math' ermöglicht den Zugriff auf Mathematikprogramme. Insgesamt fünf mathematische Operationen stehen bei diesem Meßgerät zur Verfügung: Null (entspricht einem Offset zwischen 0 und ±120 % des höchsten Bereichs), Min-Max, dB, dBm und Limit (Komparatorfunktion). Über 'Trigger' lässt sich die Triggerverzögerung einstellen sowie die Anzahl der Meßwerte, die nach dem Startimpuls eingelesen werden sollen. 'System' gibt Auskunft

über eventuelle Fehler und Fehlfunktionen. Außerdem kann man über dieses Menü maximal 512 gespeicherte Meßwerte auf das Display holen. Die Konfiguration der Schnittstellen erlaubt die Taste 'I/O'. 'Calibration' ist dem Kalibrieren des Geräts vorbehalten.

Das Multimeter bietet an seiner Vorder- und Rückseite jeweils eine Anschlußbuchse; das für die Messungen jeweils zu benutzende Terminal definiert man per Umschalter an der Vorderfront des Geräts. Zur

Standardausstattung des Meßgeräts zählen sowohl eine IEEE-488- als auch eine RS-232-Schnittstelle. Über die IEEE-Schnittstelle versteht das Multimeter die Kommandosprache SCPI sowie die Dialekte des HP 3478A und des Fluke 8840A.

Beim Fehlerdiagramm Wechselstrom fällt auf, daß der relative Fehler zum unteren Ende hin steil ansteigt. Auf dieses Verhalten angesprochen erklärte uns der Hersteller, daß das Multimeter bei Wechselgrößen, die

kleiner als 1/250 des Vollaus schlags sind (im benutzten 1-A-Bereich 4 mA), einen Eingangsabschwächer zuschaltet, um das Meßsignal auf null zu drücken.

Weiter spezifiziert HP die Genauigkeit bei Wechselspannung und Wechselstrom nur bis auf 5 % vom Vollausschlag herunter: zum einen, da der analoge Echt-Effektivwert-Wandler bei kleinen Pegeln ein stark frequenzabhängiges Verhalten zeigt. Zum anderen, weil von außen auf die Meßschleife eingekoppeltes Rauschen den Hauptanteil des Fehlers ausmacht und noch dazu das Rauschspektrum von der Meßanordnung abhängt.

Unterbrechung	0,250 s	○
Einbruch	85 % Un/0,5 s	⊕⊕
	70 % Un/0,5 s	⊕
	40 % Un/0,25 s	○
Impulse	1,5 kV	⊕⊕
Bursts	1,0 kV	⊕⊕
Meßrate Bus	115/s	
Spezifiziert	100/s	
Meßrate Speicher	1400/s	
Spezifiziert	1000/s	

### Keithley 2001



Das aus dem Hause Keithley stammende 7,5stellige Labormultimeter 2001 besticht durch seine Geschwindigkeit, Auflösung und Empfindlichkeit in Verbindung mit vielfältigen Funktionen. Neben den Standardbereichen DCV, DCI, ACV, ACI,  $\Omega$  in Zwei- und Vierleitermeßtechnik bietet das Instrument einen Temperaturmeßbereich für sieben Thermoelementtypen und einige Widerstandsfühler. Die Linearisierung unbekannter Widerstandsthermometer lernt das Gerät über den Menüpunkt 'User-RTD'. Die Triggerschwelleneinstellung des bis 15 MHz reichen den Frequenz-/Periodenmeßbereichs läuft von 0 V bis  $\pm 500$  V in 5-mV-Schritten.

Zur Anzeige von Meßwerten und Gerätefunktionen wartet das DMM mit einer Multifunktionsanzeige auf. Sie zeigt beispielsweise gleichzeitig eine Gleichspannung mit der überlagerten

Wechselspannung und deren Frequenz oder eine Wechselspannung, deren Frequenz und den Crest-Faktor an. Weiter sind für jede Meßfunktion drei unterschiedliche Bargraph-Anzeigen in Prozent vom Meßbereich,  $0 \pm X\%$  und  $0 \dots X\%$  mit einer Update-Rate von 20/s möglich. Relativwertanzeigen erfolgen zeitgleich mit dem aktuellen Meßergebnis. Bei Frequenzmessungen gibt das Gerät gleichzeitig die Periode an.

Insgesamt stehen für jede der acht Meßfunktionen neun unterschiedliche, auf Anwenderbedürfnisse konfigurierbare Displays zur Verfügung. Hinzu kommen je Meßfunktion programmierbare Standardparameter (Filter, Meßgeschwindigkeit, Auflösung) sowie Trigger-, Mathematik-, Schnittstellen- und Testfunktionen.

Einstellkonfigurationen bestimmter Meßaufgaben können in insgesamt 10 Setup-Speichern abgelegt und jederzeit wieder abgerufen werden. Schließlich erlaubt das Multimeter mit der 'DC In Circuit Current Measurement'-Funktion Strommessungen durchzuführen, ohne den Stromkreis unterbrechen zu müssen. An der Geräterückseite befindet sich eine IEEE-488.2-Rechnerschnittstelle, ein weiterer Satz Meßterminals, ein Trig gereingang und ein Ausgang, der das Ende einer Messung signalisiert. Des weiteren stehen ein Digitaleingang und vier Digitalausgänge zur Verfügung.

Unterbrechung	0,05 s	○
Einbruch	85 % Un/0,5 s	⊕
	70 % Un/0,1 s	⊕
	40 % Un/0,1 s	○
Impulse	1,5 kV	⊕⊕
Bursts	1,0 kV	⊕⊕
Meßrate Bus	800/s <sup>(1)</sup>	
Spezifiziert	2000/s	
Meßrate Speicher	2000/s	
Spezifiziert	2000/s	

(1): Maximale Übertragungsrate des Test Rechners erreicht.

### Prema 6001

Das 6,5stellige Digitalmultimeter 6001 von Prema ermöglicht im Rahmen der Standardmeßfunktionen Wechselspannungsmessungen als Echt-Effektivwert-Messungen mit 1  $\mu$ V Auflösung. Die Integrationszeiten des Gerätes sind in der Stufung 50 ms, 100 ms, 0,5 s, 1 s, 5 s, 10 s einstellbar und ermöglichen eine 4,5- bis 6,5stellige Anzeige. Widerstandsmessungen sind in Zwei- und Vierleiter-Technik möglich.

HOCHWERTIGE KOMPONENTEN  
FÜR DEN PROFESSIONELLEN EINSATZ

### Switchcraft

- XLR-Steckverbinder und Buchsen (die „AMTLICHEN“)
- Klinkenstecker und -Buchsen, die nicht nur stabil aussehen...
- Steckfelder (19") Klinke und Koax für Audio und Video
- Kaltgerätebuchsen, Schalter und Miniatursteckverbinder



### Gotham

- Mikrofonkabel für Bühne und Installation
- Multicore mit 4 bis 37 isoliert abgeschirmten Aderpaaren
- Spezialkabel für Digital-Audio im AES/EBU-Format



### THAT

- 2150, 2151, 2155 und 202 XTC, die herausragenden VCA-Bausteine
- 2252 Hochwertiger RMS-Detektor

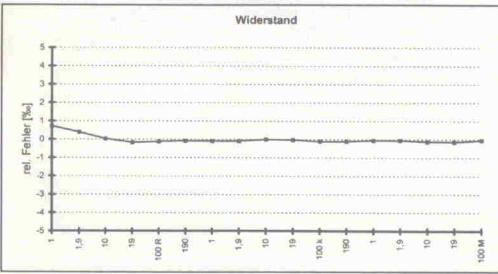
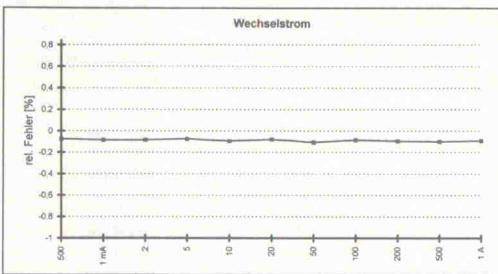
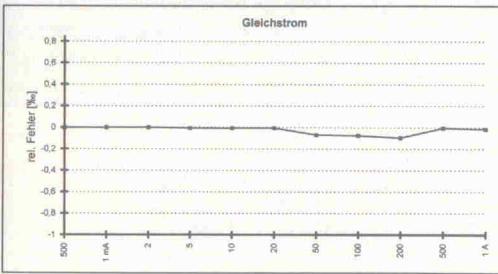
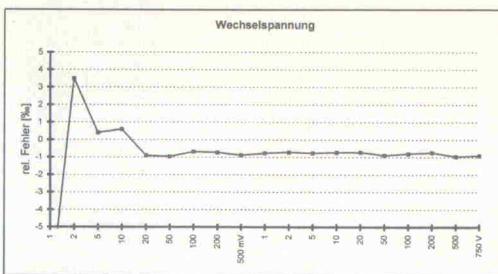
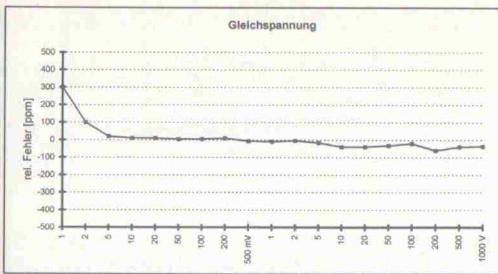
NEU 4301 Hochwertiger VCA und RMS-Detektor und 3 Operationsverstärker im DIL-Gehäuse (20-Pin)

RUFEN SIE UNS AN! WIR BERATEN SIE GERNE.

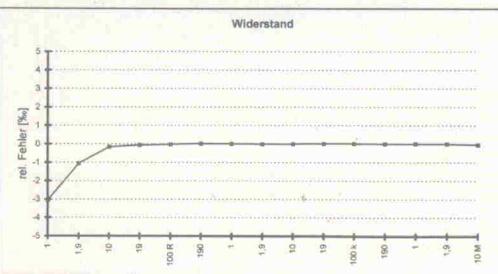
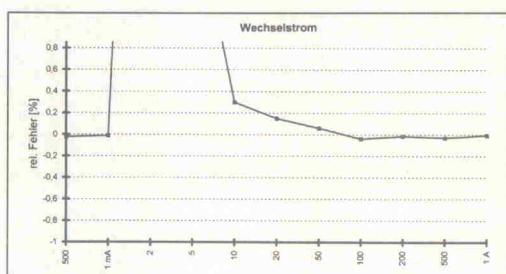
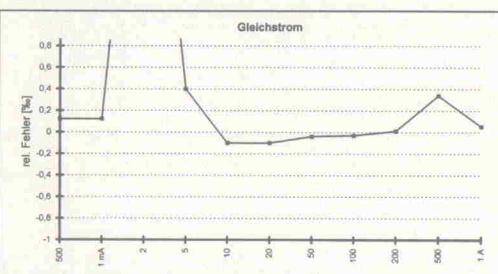
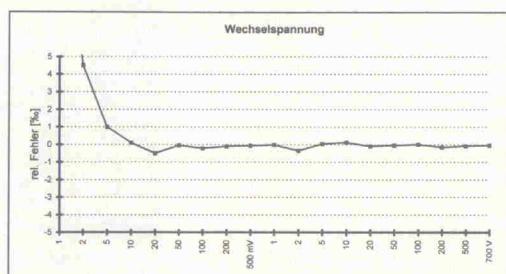
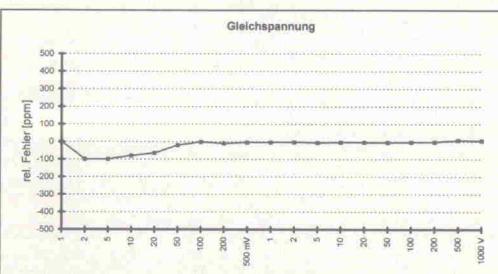


AUDIO EXPORT  
GEORG NEUMANN & CO. GMBH

BADSTRASSE 14 TEL. 07131 / 6247-0  
74072 HEILBRONN FAX 07131 / 68790



**Keithley 2001: nicht nur gut bei Strom und Ohm, auch die Spannungsmessungen führt das 2001 seiner Klasse entsprechend genau aus.**



**Prema 6001: bei Spannungsmessungen vorneweg. Doch auch bei den Strömen stimmt das Bild, das 6001 hält seine Spezifikation ein.**

Temperaturmessungen realisiert das Gerät in Verbindung mit einem Pt-100-Fühler in Vierleiter-Technik. Ein Mathematik-Programmsatz stellt Offset-, %-Abweichung-, Zuwachs-, Ratio-, dB- und dBm-Funktionen bereit.

Die digitale Offsetkorrektur ermöglicht beispielweise die Kompensation von Thermospannungen und Zuleitungswiderständen. In den Meßbereichen bis  $\pm 2\text{V}$  ist ein Eingangswiderstand von größer 1 G $\Omega$  gegeben.

Das zur Analog/Digital-Umsetzung angewandte und vom Hersteller entwickelte Mehrfach-Rampen-Verfahren gewährleistet Linearität und Langzeitstabilität bei kontinuierlicher Integration des Meßsignals



ohne störende Meßpausen. Optional kann das Multimeter mit einem zehnkanaligen, vierpoligen Meßstellenumschalter ausgerüstet werden. Das 6001 bietet serienmäßig ein IEEE-488-Interface zur Fernsteuerung und Überwachung aller Gerätefunktionen einschließlich der digitalen Kalibrierung.

Unterbrechung	50 ms	O
Einbruch	85 % Un/0,5 s	$\oplus\ominus$
	70 % Un/0,1 s	O
	40 % Un	k. A.
Impulse	0,5 kV	$\oplus$
	1,0 kV	O/ $\Theta(2)$
Bursts	0,5 kV	O/ $\Theta(2)$
Meßrate Bus	20/s	
Spezifiziert	20/s	
Meßrate Speicher	20/s	
Spezifiziert	20/s	

(2): Meist setzte sich das Gerät zurück, ab und an blieb es dabei in der Initialisierungsphase hängen. Dies ließ sich nur mittels Aus- und Wiedereinschalten beheben.

## Yokogawa 7551

Das Yokogawa 7551 präsentiert sich als ein schnelles 5,5stelliges Digitalmultimeter. Je nachdem, wie man die Integrationszeit wählt, stellt sich die Anzeige zwischen 5,5 Stellen (bei 100, 20 und 16,7 ms) und 4,5 Stellen (bei 2,5 ms) um.

Neben den Standard-Meßfunktionen DCV, DCI, ACV, ACI und  $\Omega$  in Zweileitermeßtechnik verfügt das Gerät über drei Mathematikprogramme mit den Funktionen 'Scaling', 'dB' und



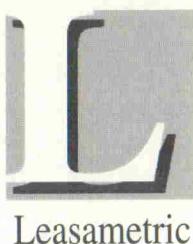
**Prema 6001: bei Spannungsmessungen vorneweg. Doch auch bei den Strömen stimmt das Bild, das 6001 hält seine Spezifikation ein.**

# Vermietung und Verkauf elektronischer Geräte

Entwicklungssysteme, HF- und Telekommunikationsmeßgeräte, allgem. Test- und Meßtechnik

Auszug aus unserer aktuellen Gebrauchtgeräte-Verkaufsliste LEASALIGHT:

<b>Data IO:</b>	<b>Hewlett-Packard:</b>	<b>Intel:</b>	<b>Rohde &amp; Schwarz:</b>	<b>Tektronix:</b>	<b>Yokogawa:</b>
29B-20800	1.800 DM	1650B	10.800 DM	ICE-186	6.200 DM
Uniside-28	9.950 DM	16510A	1.400 DM	ICE-386-25	15.950 DM
Uniside-40L/2/3	16.650 DM	16520A	3.350 DM	<b>Rohde &amp; Schwarz:</b>	
<b>Dranetz:</b>		214B-001	6.100 DM	CMTA94	63.900 DM
626-101	4.050 DM	3312A	3.350 DM	SMH-B1-B2	22.200 DM
646-1-101	3.200 DM	35660A-001	13.200 DM	SUF-2	7.700 DM
646-3-101	5.200 DM	3577A	29.600 DM	<b>Schaffner:</b>	
656A	13.200 DM	3780A-001-001	4.850 DM	NSG-200E	3.450 DM
808-101	3.550 DM	436A	3.250 DM	NSG-505	4.600 DM
<b>Gould:</b>		44702B	4.850 DM	<b>Schlumberger:</b>	
1624-IEEE	10.000 DM	4951C	4.900 DM	7727-HR	51.400 DM
3400 TP	5.900 DM	5334A-010	3.650 DM	77818	37.600 DM



Weitere Geräte auf Anfrage – greifen Sie zu solange der Vorrat reicht!

Zwischenvermietung und Verkauf vorbehalten. Preise incl. Mehrwertsteuer.

Leasametric GmbH, Fronackerstr. 30, 71063 Sindelfingen, Tel.: 0 70 31/79 07-90, Fax: 0 70 31/79 07-99

daten des Geräts oder komplett Meßprozeduren ablegen und zur Geräteeinstellung beziehungsweise zum Durchführen von Meßprozeduren wieder abrufen.

Zusätzlich zur Null-Funktion zur Unterdrückung von Offsetwerten ist auch eine Mittelungsfunktion vorhanden, die beispielsweise Rauschanteile aus dem Meßsignal eliminiert.

Alle Funktionen wählt man direkt an der Frontplatte an, eine Menüsteuerung ist nicht nötig. Dafür findet man im Handbuch die nötigen Bedienschritte für die jeweilige Funktionsanwahl anhand eines Ablaufplans erklärt. Das Gerät bietet bereits in der Standardausstattung eine IEEE-488- und eine RS-232-Rechnerschnittstelle.

Beim Vergleich der Wechselspannungs- und Wechselstromfehler sollte man beachten, daß das Yokogawa keinen Echt-Effektivwert, sondern einen auf den Sinus kalibrierten gleichgerichteten Mittelwert anzeigt. Da die Messungen mit einem Sinus-Signal erfolgten, war das 7551 gegenüber den Echt-Effektivwert-Messern im Vorteil.

## Fazit

Einen kleinen Ausreißer der Meßgenauigkeit leistete sich das Yokogawa, dort jedoch nur bei dem Widerstandswert  $1,9 \text{ M}\Omega$ , bei dem es um rund  $750 \Omega$  oberhalb der Toleranz lag. Das ist sicher kein Fehler, der eine Abwertung begründen könnte.

Bei den EMV-Tests hat natürlich das Fluke 45 aufgrund

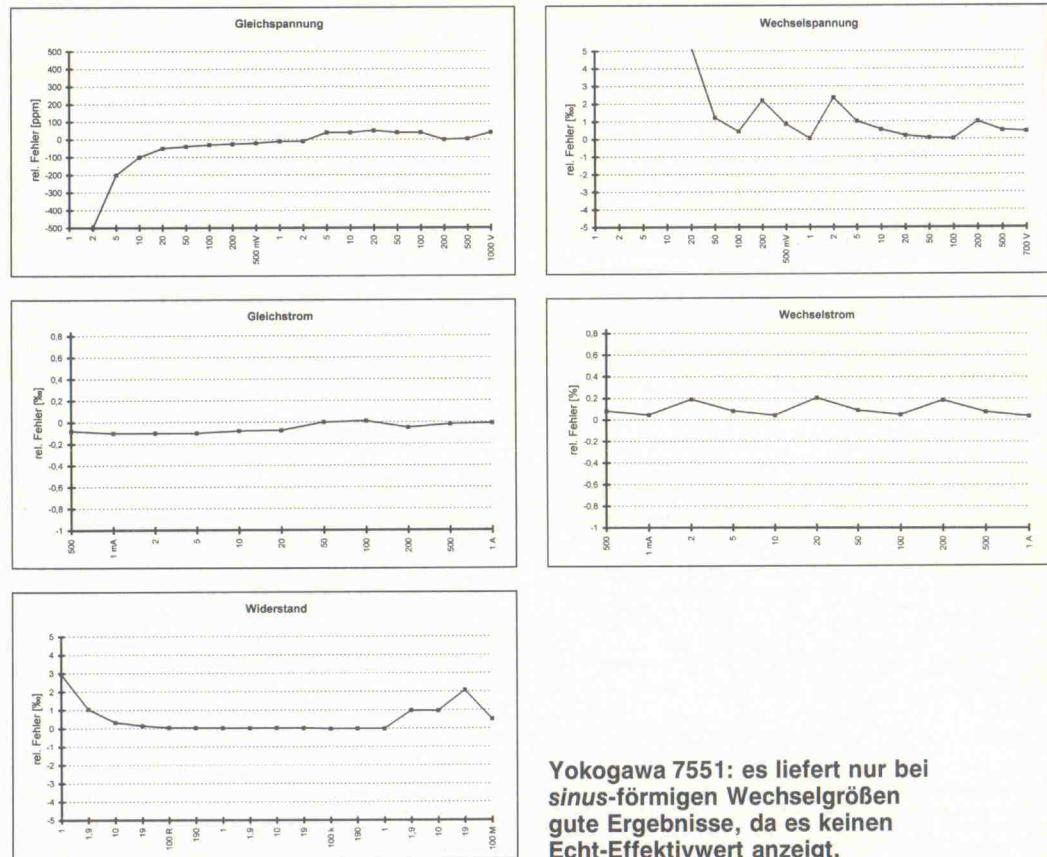
seines eingebauten Akkus die Nase vorn: es ließ sich von Unterbrechungen und Einbrüchen nicht beeindrucken. Lediglich Bursts veranlaßten es zum Neuanlauf.

Die geringste Toleranz gegenüber Einbrüchen und Störimpulsen zeigte das Prema 6001. Vor allem Bursts führten mehrfach dazu, daß das Gerät aus- und wieder eingeschaltet werden

mußte, damit die Messung weiterging.

An der Bushaltestelle IEEE-488 zeigte das Keithley Stärken, die spezifizierte Meßrate bei Einzeltriggerung lag jenseits der Geschwindigkeitsbegrenzung unseres Test-PC. Auch die Dokumentation bot keinen Anlaß zur Klage, jeder implementierte SCPI-Befehl ist ausführlich dokumentiert.

ea



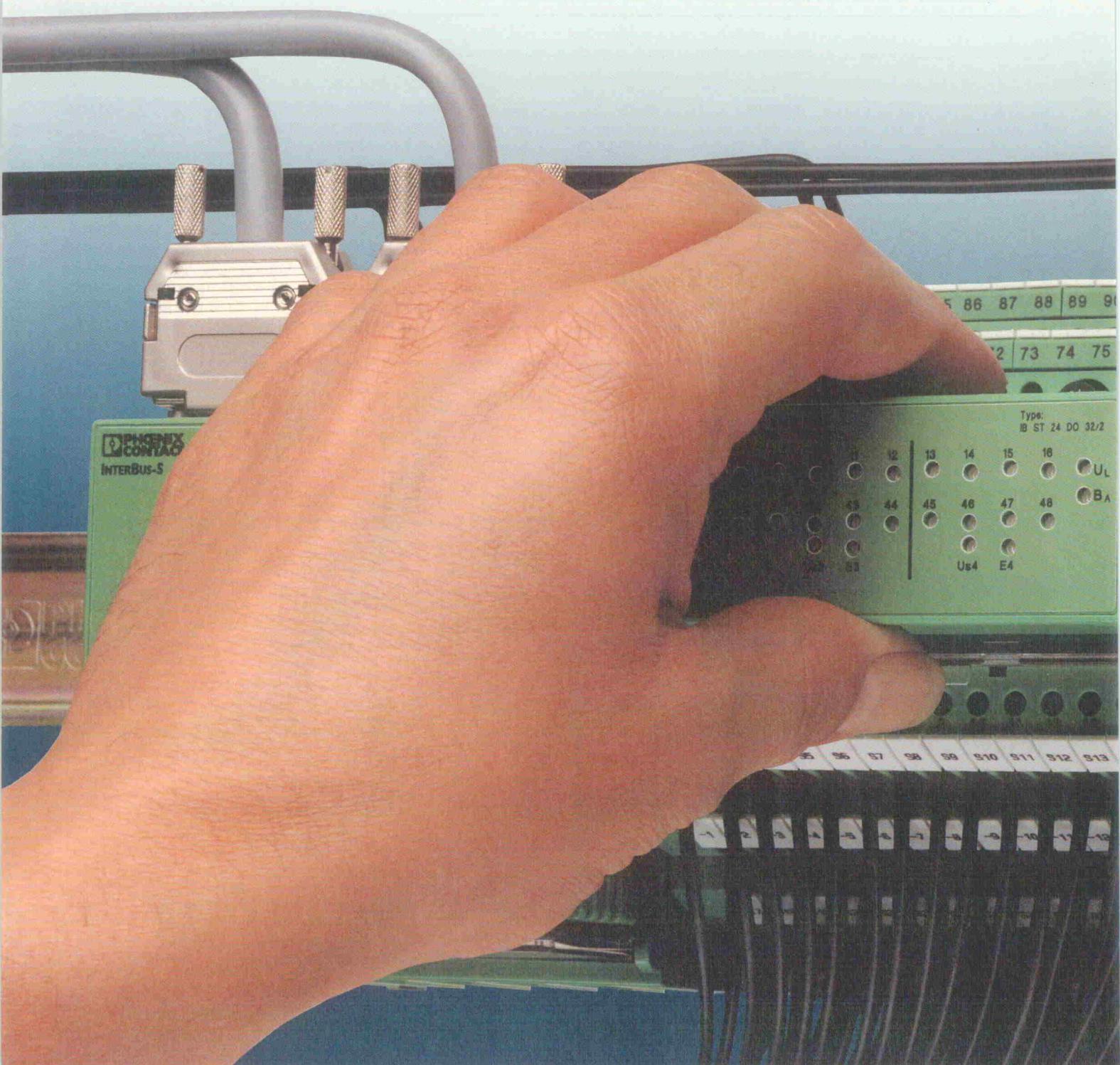
**Yokogawa 7551: es liefert nur bei sinus-förmigen Wechselgrößen gute Ergebnisse, da es keinen Echt-Effektivwert anzeigt.**

Unterbrechung	0,25 s	○
Einbruch	85 % Un/0,5 s	⊕⊕
	70 % Un/0,25 s	⊕
	40 % Un/0,1 s	○
Impulse	1,0 kV	⊕
Bursts	0,5 kV	⊕
Meßrate Bus	50/s	
Spezifiziert	50/s	
Meßrate Speicher	125/s	
Spezifiziert	125/s	

Die neuen INTERBUS-S Smart-Terminalblocks:

# Bus-Elektronik steckbar, E/As fest verdrahtet!

Alles auf einer Tragschiene.



Big News für INTERBUS-S-Anwender und alle, die es jetzt mit Sicherheit werden möchten:

Für eine IBS-Station benötigen Sie nun keinen Schaltschrank mehr und auch kein Schränkchen – ein normaler Klemmenkasten tut's jetzt auch.

Das neue IBS-ST-Moduldesign – der Smart Terminalblock – findet Platz auf einer einzigen Tragschiene und bietet auf 10 cm 32 E/A-Anschlüsse für 2,5 mm<sup>2</sup>. Digital oder analog. Kompakter geht's kaum.

Die gesamte Elektronik ist steckbar ausgeführt, während die E/As fest, wie von Reihenklemmen gewohnt, am rein passiven ST-Chassis verdrahtet werden.

Unter uns gesagt: Das ganze ST-Design ähnelt mehr einer Klemmenleiste als einem Gerät. Sogar das Brückungs- und Markierungsmaterial ist mit dem von Phoenix Klemmen

identisch. Und das ist volle Absicht. Um so einfacher und „gegenwindfreier“ kann nun die serielle Verkabelung – der Bus – an die Stelle der parallelen treten.

Und auch das letzte Hindernis für den praktischen Einsatz des INTERBUS-S als sensor-/aktornaher Steuerungsbus dürfte nun beseitigt sein: da, wo bisher eine Klemmenleiste Platz fand, fügt sich jetzt auch die komplette entsprechende INTERBUS-S E/A-Station ein.

INTERBUS-S – der unübertroffen schnelle Sensor-/Aktorbus mit dem ballastarmen, zyklischen Summenrahmen-Protokoll – hat sich wegen seiner „harten“ Echtzeiteigenschaften zum weltweiten Industriestandard entwickelt.

Neben Phoenix Contact bieten mehr als 200 deutsche und europäische Gerätehersteller Produkte mit

INTERBUS-S Schnittstelle an. Ihre Anzahl ist in den letzten Jahren jährlich um 100% gewachsen. Sogar in den skeptischen USA hat INTERBUS-S schon fußgefaßt.

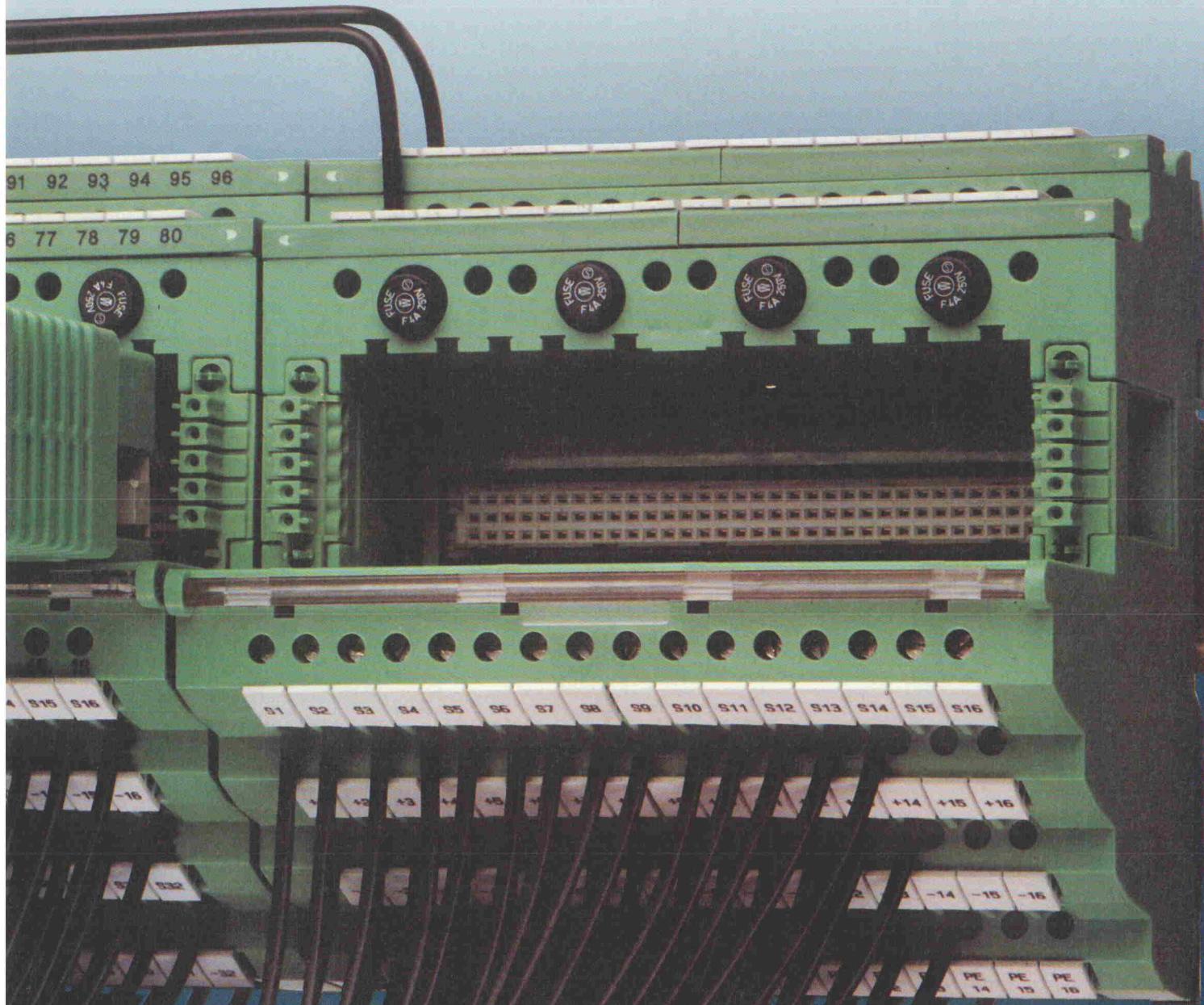
Die Vorteile überzeugen kräftig: Die Verdrahtungskosten schrumpfen auf einen Bruchteil. Doch der kräftigste Vorteil dürfte die Transparenz der E/A-Installation sein. Jeder einzelne Sensor und Aktor ist vor Ort per LED überprüfbar, die gesamte Installation kann komfortabel konfiguriert und bei Bedarf diagnostiziert werden.

Mit den neuen E/A-Modulen IBS-ST halbiert sich nicht nur der Klemmenkasten sondern ganz nebenbei auch Ihr Lager.

Und das beste zuletzt: Die Kosten für Material und Arbeitszeit reduzieren sich gegenüber einer Parallelverdrahtung bis auf 30%.



Postfach 1341, 32819 Blomberg  
Fax 05235 / 55 11 54



# Ruhestörung

Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) bedeutet laut VDE 0870: 'Fähigkeit einer elektrischen Einrichtung, in ihrer elektromagnetischen Umgebung zufriedenstellend zu funktionieren, ohne diese Umgebung, zu der auch andere Einrichtungen gehören, unzulässig zu beeinflussen.'

Also darf sich ein Gerät, kurz gesagt, nicht stören lassen und auch andere nicht stören. Um festzustellen, ob die Probanden leitungsgebundenen Störungen zum Opfer fallen, simulierten wir folgende Phänomene:

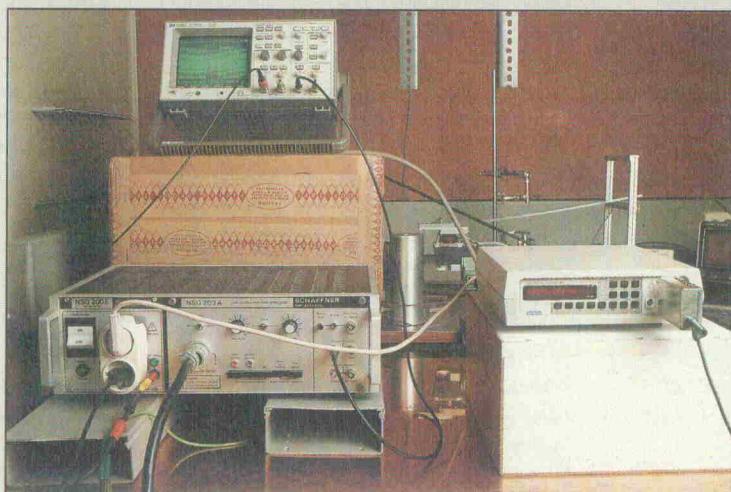
- Unterbrechungen
- Einbrüche
- Störimpulse
- Impulspakete

Unterbrechungen bedeuten gemäß Norm den kurzzeitigen Totalausfall der Versorgung. Einbrüche stellen dagegen eine vorübergehende Absenkung der Netzspannung auf x % des Nennwertes Un dar.

Die Störfestigkeitsprüfung bezüglich der Netz-Phänomene Kurzzeitunterbrechung und Spannungseinbruch erfolgte in Anlehnung an die Normen VDE 0160 05/1988, 0847 Teil 93 01/1993 und 0839 Teil 1 11/1986. Die Untersuchung des Geräteverhaltens bei überlagerten Störimpulsen stützt sich auf die VDE 0843 Teil 4 09/1987 und 0846 Teil 11 01/1990. Neben den spezifizierten Normen wurde bei der Durchführung der Störfestigkeitsprüfung auch die Bedienungsanleitung des eingesetzten Störsimulators NSG 200 der Firma Schaffner, Karlsruhe, berücksichtigt.

Das Generatorsystem NSG 200 umfasst eine Reihe von Geräten zur Simulation der wichtigsten leitungsgebundenen Störungen. Dank des Systemkonzepts aus einem Grundgerät und mehreren Generator-einschüben lassen sich anwendungsgerechte Zusammenstellungen realisieren.

Zum Einsatz kam das Grundgerät in Verbindung mit den Einschüben NSG 203A AC für Netzspannungsschwankungen und Unterbrüche, NSG 222A für schnelle Impulse und der Burst-Simulator NSG 225.



**Auf den Buchsen des Prüflings sitzt ein abgeschirmter 9-V-Block als Garant für ein stabiles Eingangssignal während des Tests.**

Das System versorgte sämtliche Prüflinge mit der Netzzspannung, der dann gezielt die Störungen überlagert wurden. Ein digitales Speicheroszilloskop HP 54602A protokollierte die den Prüflingen verabreichten Stimuli. Die Einstellung der Spannungsabsenkung bei den Einbruchtests erfolgte über einen Ringkern-Stelltransformator.

Das Testfeld wurde folgenden Prüfungen unterzogen:

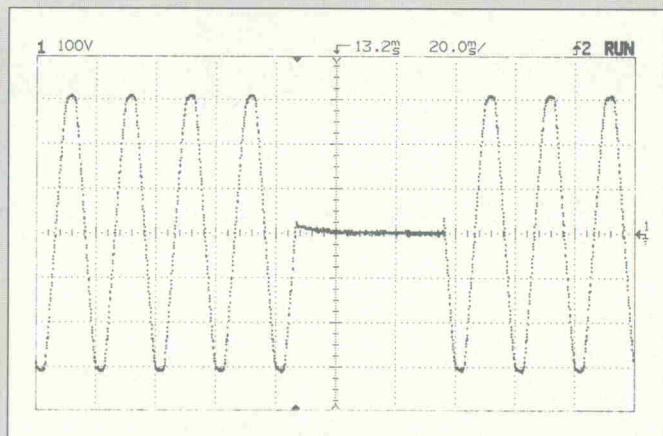
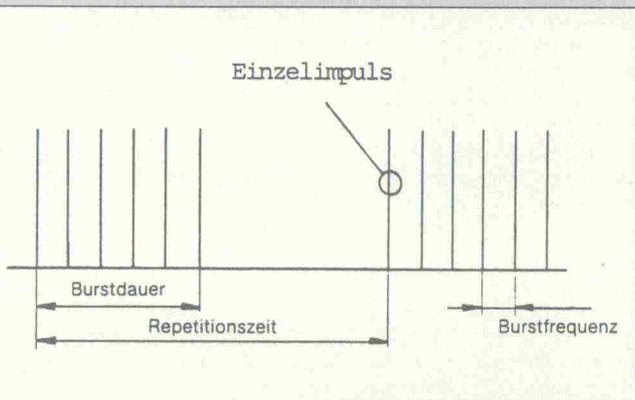
- Kurzzeitunterbrechung mit dem Schärfegegrad 0 % Un (Absenkung um 100 %, Totalausfall) mit einer Dauer von 0,5, 5, 25 und 50 Halbwellen (5, 50, 250 und 500 ms).

- Einbruch mit dem Schärfegegrad 40 % über 10, 25 und 50 Halbwellen (100, 250 und 500 ms). Es werden drei aufeinander folgende Spannungseinbrüche in Intervallen von jeweils 10 s gegeben.

Bei allen Einbrüchen oder Unterbrechungen beginnt die Störung im Nulldurchgang der Spannung, also dann, wenn bei induktiven oder kapazitiven Lasten der größte Strom fließt.

In der Praxis kommen neben den Unterbrechungen auch hochfrequente Störungen in Form von Impulsen vor, beispielsweise bei Zündvorgängen.

**Burstdaten gehen eher den Weg der kapazitiven Kopplung, um  $\mu$ P-gesteuerte Geräte zum Absturz zu bringen.**



**Kurzzeitige Unterbrechungen führen bei Geräten mit verhältnismäßig kleinen Glättungselkos oft zu Aussetzern oder Rücksetzen der Steuerung.**

gen an Neonröhren, bei Überschlägen in Funkenstrecken oder aus Motoren (Bürstenfeuer). Auch diese Art elektrischer Belastigung simulierten wir:

- Schnelle Impulse im Nanosekunden-Bereich mit einem Schärfegegrad von 0,5, 1,0 und 1,5 kV Pulsamplitude. Verändert werden die Parameter Wiederholungsfrequenz, Einkopplung und Pulspolarität.
- Schnelle Störimpulsgruppen (Bursts) mit einem Schärfegegrad von 0,5 und 1,0 kV Pulsamplitude. Variiert werden die Parameter von Einkopplung und Pulspolarität.

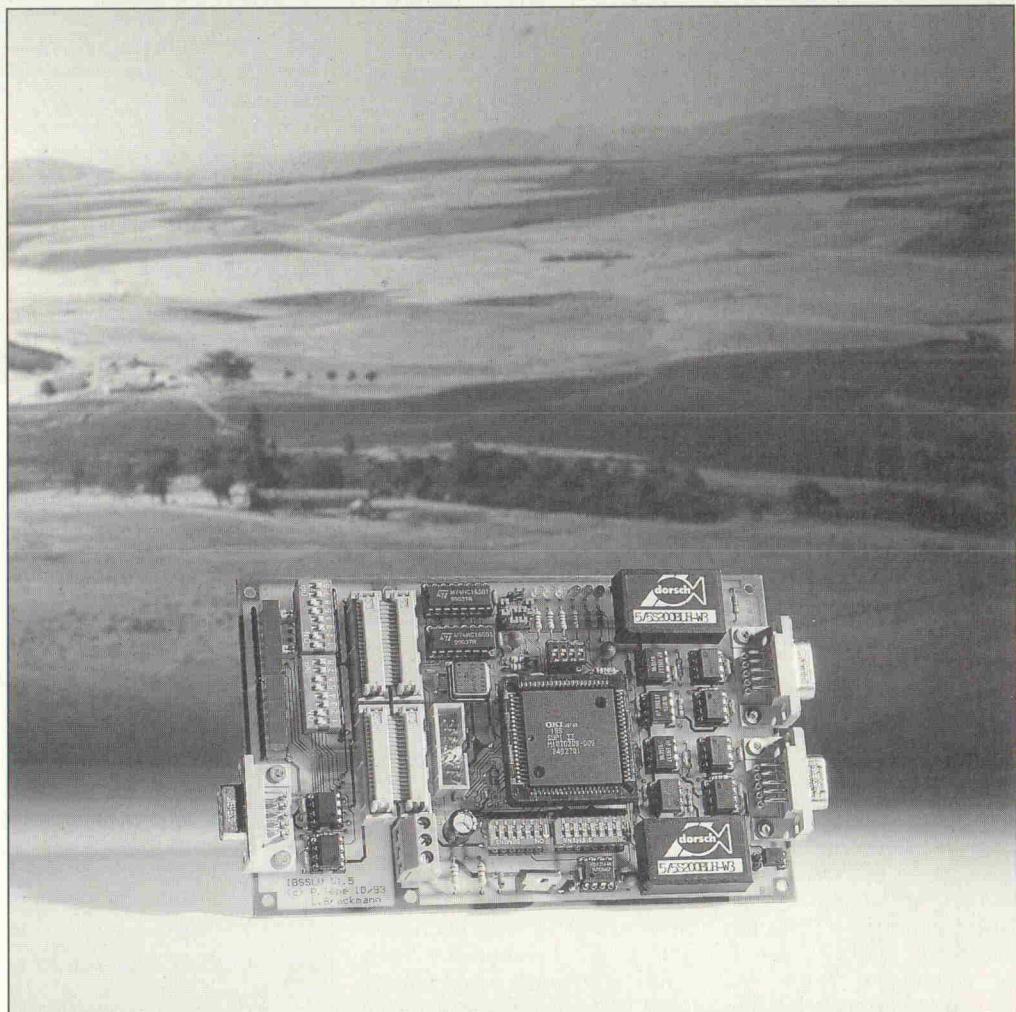
# Bus-Depot

## Feldknoten für InterBus-S, Teil 1: Grundlagen

Projekt

Ludwig Brackmann

**Slave, Busklemme, I/O-Knoten, preiswert.**  
Das sollten die Eigen-  
schaften der neuen  
Karte werden. Mit  
diesem Pflichtenheft  
machten sich die  
Entwickler ans Werk.  
Heraus kam eine  
Lösung mit dem Proto-  
kollchip SuPI-II.



**D**as Bus-Depot bildet den feldseitigen Kompagnon zu unserer Master-/Slave-Karte InterBus-S-Chauffeur aus Heft 4/93. Der Chauffeur ist zwar in der Lage, den Bus vom PC aus zu steuern, doch den Anschluß von Prozeßsignalen erlaubt er nicht. Diese Aufgabe übernimmt das Depot: zwei Pfostenleisten bieten jeweils 16 TTL-Ein- und Ausgänge, an die man potentialfreie Kontakte oder kleine Lasten direkt anschließen kann. Auf einem abtrennabaren Teil findet man solche auch gleich in Form von DIP-Schaltern und LEDs, die man beispielsweise zur Erprobung oder Schulung einsetzen kann. Der eigentliche Feldknoten ist per DIP-Schalter leicht umkonfigurierbar. Sechs Status-LEDs geben Aufschluß

über den Zustand des InterBus-S. Ein integrierter Stabilisator ermöglicht den Betrieb an Versorgungsspannungen von 8...24 V DC. Bei Bedarf sorgen Optokoppler und DC/DC-Wandler für eine feldgerechte Potentialtrennung.

Die Schaltung ist so offen gehalten, daß die Karte nicht nur als simpler I/O-Knoten, sondern bei Bedarf auch als Mikroprozessoranschaltung oder als Busklemme im Chauffeur-gesteuerten Netz arbeitet. Doch bevor es an die Hardware geht, kommt zunächst ein Blick auf die Grundlagen: wie der InterBus-S seine Daten überträgt, welche verschiedenen Ausprägungen (Fernbus, Peripheribus, Installationsbus) existieren und wie

der Bus die Parametrierdaten für intelligente Feldgeräte in den I/O-Datenstrom einfügt.

### Produktionsstraße

In der Automatisierungspyramide findet sich der Sensor/Aktor-Bereich am unteren Ende der Feldebene (Bild 1): Hier liegt die Schnittstelle zwischen dem Automatisierungssystem und dem industriellen Prozeß. Neben einfachen Sensoren und Aktoren sind hier auch komplexere Antriebe und Bediengeräte angesiedelt. In der nächst höheren Ebene, der Prozeßebene, befinden sich Prozeßrechner wie speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS) oder Industrie-PCs. Je nach Komplexität des Automatisierungssystems

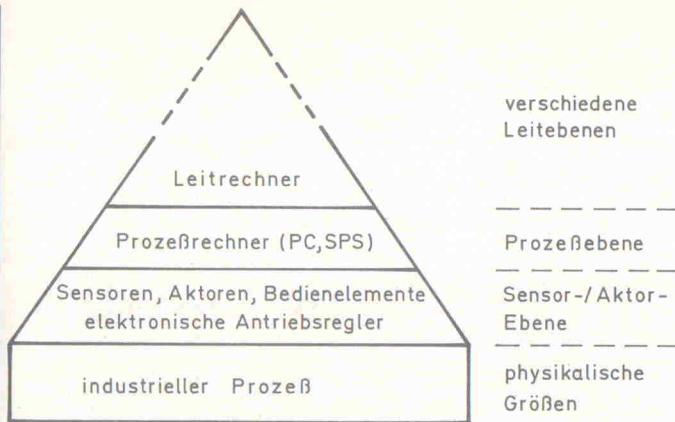


Bild 1. Der InterBus-S 'fährt' in der Sensor/Aktor-Ebene der Automatisierungspyramide.

folgen an dieser Stelle eine oder mehrere hierarchische Leitebenen.

Betrachtet man den Datenverkehr auf der Sensor/Aktor-Ebene, muß man zwischen Prozeß- und Parametrierdaten unterscheiden: Prozeßdaten sind beispielsweise binäre Daten wie Schalterzustände oder Ansteuersignale für Schütze sowie Soll- oder Istwerte, die einen Umfang von ein bis zwei Bytes aufweisen. Sie fallen zyklisch an und müssen laufend aktualisiert werden. Da sie in geringer Anzahl pro Teilnehmer, aber oft mit kurzen Zykluszeiten in der Größenordnung von ein bis zehn Millisekunden auftreten, ist eine Wiederholung der Datenübertragung bei vereinzelten Fehlern in der Regel nicht sinnvoll: die unmittelbar folgende Übertragung liefert bereits einen aktuelleren Wert. Für einen anstehenden Berechnungsschritt kann ersatzweise das vorangegangene Datum herangezogen werden.

Parametrierdaten dagegen dienen zur Einstellung und Kontrolle von 'intelligenten' Endgeräten – beispielsweise elektronischen Antriebsreglern. Die Größe eines Blocks kann hier einige hundert Bytes umfassen. Ein Kennzeichen dieser azyklischen Daten ist Einmaligkeit der Information, wodurch besondere Sicherungsmechanismen notwendig werden. Im Falle eines Übertragungsfehlers sind Parametrierdaten zu wiederholen. Im Vergleich zu den schnellveränderlichen Prozeßdaten sind die zeitlichen Anforderungen an die Parameterübertragung weniger kritisch. Aufgrund ihrer höheren Komplexität erfordert die Handhabung der Parameterblöcke jedoch

darauf angepaßte Kommunikationsmechanismen – oder Dienste.

### Dichter Verkehr

Mit den zwei beschriebenen Datenklassen lassen sich nahezu alle Geräte der untersten Automatisierungsebene bedienen. Von einem Sensor-Aktor-Bussystem wünscht man sich daher, daß beide Datenklassen ohne nennenswerte gegenseitige Beeinflussung nebeneinander übertragen werden können. Dies bedeutet, daß die komplexen, aber eher zeitunkritischen Parametrierdaten nicht das Echtzeitverhalten des Bussystems für die zeitkritischen Prozeßdaten verzögern oder unterbrechen dürfen.

Wie schafft es nun der InterBus-S, die Forderungen nach hoher Effektivität bei gleichzeitiger Übertragung von Parametrier- und Prozeßdaten zu erfüllen?

Andere bekannte Feldbusssysteme wie Profibus oder P-NET [2] zeichnen sich durch ein teilnehmerorientiertes Busprotokoll aus. Alle Teilnehmer sind dabei an das gleiche Buskabel angeschlossen und nehmen nur dann aktiv am Busgeschehen teil, wenn sie betroffen sind. Um eine Schalterstellung abzufragen, sendet ein Leitrechner zunächst ein Anfragetelegramm, welches der untergeordnete Teilnehmer dann beantwortet.

Dieser Mechanismus wiederholt sich bei der Kommunikation mit jedem weiteren Teilnehmer. Dabei werden bei der Übertragung eines Stell- oder Meßwerts beispielsweise die Ziel- und die Absenderadresse, die eigentlich Nutzdaten und

eine Prüfsumme zur Erkennung von Übertragungsfehlern (Bild 2a) übermittelt. Die neben den Nutzdaten übertragenen Informationen machen dabei bei geringem Nutzdatenumfang einen Overhead von bis zu 90 % des gesamten Datenaufkommens aus. Werden Datenmengen von einigen hundert Bytes wie beispielsweise Parametrierdaten übertragen, reduziert sich der relative Anteil der Overhead-Daten auf weniger als 10 %. Für letztere Anwendungen läßt sich ein teilnehmerorientiertes Busprotokoll vorteilhaft einsetzen.

Kette – in ringförmiger Topologie miteinander verbunden, weshalb InterRing-S die treffendere Bezeichnung wäre. Jeder Teilnehmer empfängt auf einer Seite und sendet auf der anderen Seite das zu übertragende Telegramm.

Die Verbindung zwischen dem übergeordneten Leitrechner und dem Bussystem stellt im InterBus-S der Master, die sogenannte Anschaltbaugruppe, her. Auf der Seite zum Leitrechner bildet die Anschaltbaugruppe das gesamte Prozeßgeschehen in einem reservierten Speicherbereich ab, auf den der Leitrechner dann zugreift.

Um Sendedaten vom Master an alle Busteilnehmer zu übertragen und die aktuellen Istwerte zurückzulesen, genügt dank der ringförmigen Bustopologie ein einziges 'Summenrahmentelegramm'.

Während der Initialisierungsphase eines InterBus-S-Netzwerks wird im Summenrahmentelegramm für jeden Busteilneh-

## PMS: Peripherals Message Specification

Komplexe Automatisierungsgeräte, die über den InterBus-S parametrier werden sollen, benötigen zur Kommunikation mit dem Leitrechner die PCP-Protokollsoftware. Diese in ANSI-C erstellte Software läuft auf beliebigen Mikrocontrollern; für 8051-Systeme ist der Objectcode erhältlich. Als Test- und Diagnosewerkzeug gibt es den PCP-Monitor, ein PC-Programm, mit dessen Hilfe die im Slave implementierten Dienste getestet werden können.

Die in der PCP-Firmware realisierten PMS-Dienste gliedern sich folgendermaßen:

**Context Management** mit Aufbau einer logischen Verbindung zwischen zwei Kommunikationsteilnehmern (Initiate), Beenden einer logischen Verbindung (Abort) und Zurückweisen eines angeforderten Dienstes durch die Schicht 7 des angesprochenen Teilnehmers, etwa wenn nicht genügend Verarbeitungskapazität zur Verfügung steht (Reject).

**VFD-Support** (Virtual Field Devices) mit Abfrage des Gerätestatus (Service-Daten, Angaben über Wartungsintervalle) und Auslesen der Geräteidentifikation (Hersteller, Serien- und Versionsnummer).

**Objektverzeichnis-Management** mit Auslesen des Objektverzeichnisses eines Teilnehmers (Get-OV). Objekte sind Werte, Variablen und Programme eines Teilnehmers, auf die über Dienste zugegriffen werden kann. Diese Objekte sind in jedem kommunikationsfähigen Teilnehmer in einem Objektverzeichnis abgelegt. Sie besitzen in dieser Liste eine laufende Nummer (Index), über die auf das Objekt zugegriffen werden kann (Programmstart/-stop).

**Variable-Access** mit Lesen (Read) und Schreiben (Write) einer Variablen sowie durch den Slave initiiertes unquittiertes Melden von Variablenwerten (Information-Report).

**Program-Invocation** mit Start, Stop oder Reset eines Programms oder einer Sequenz.

mer Bereich reserviert. Dieser umfaßt ein oder mehrere Worte à 16 Bit, je nach Anzahl der gleichzeitig zu übertragenden I/O-Informationen des Teilnehmers. Parametrierbare Module erhalten außerdem Platz für die Parameterübertragung (Standard: ein Wort). Die jeweilige Stelle eines Datenfelds im Telegramm stimmt mit der Position des zugehörigen Teilnehmers im Ring überein, so daß eine Adressierung der einzelnen Teilnehmer unnötig ist. Den auf diese Weise gebildeten Datenbereich umrahmt das Loop-Check-Wort, ein Bereich zur Übertragung von Prüfsummen (Frame Check Sequence, FCS) und das Control-Feld (Bild 2b).

Durch die Reservierung von Datenfeldern für Prozeßdaten und für die Parametrierung lassen sich zwei voneinander unabhängige logische Datenkanäle realisieren. Während der Prozeßdatenkanal den industriellen Vorgang bedient, kann sozusagen nebenbei der Betriebszustand des Geräts abgefragt oder neu parametriert werden.

Die Einrichtung eines Parametrier-Datenkanals vermindert auch bei diesem Bussystem die maximale Nutzdatenrate für Prozeßdaten – da die Parameterübertragung jedoch auf einige Bytes pro Buszyklus beschränkt ist, bleibt der Einfluß auf die Echtzeitfähigkeit gering und vorausberechenbar (deterministisch).

Für den InterBus-S errechnet sich die relative Nutzdatenrate bei maximaler Telegrammlänge (256 + 3 Worte) zunächst zu 99 %. Berücksichtigt man jedoch, daß jeweils acht Datenbits mit fünf Start-, Steuer- und Stoppbits verpackt sind, ergibt sich eine effektive relative Nutzdatenrate von 57 % (Bild 2c).

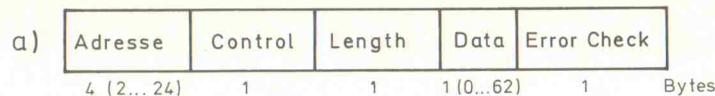


Bild 2a. Ein P-NET-Telegramm über zwei Bussegmente (250 Teilnehmer) mit einem Byte Nutzdaten erreicht eine Nutzdatenrate von 12,5 %.

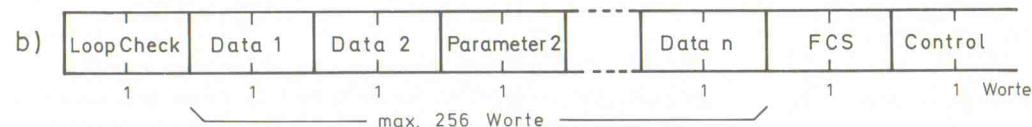


Bild 2b. Das Datenfeld des InterBus-S-Telegramms kann bis zu 256 Worte lang sein und wird von den Feldern Loop Check, Frame Check Sequence und Control eingerahmt.

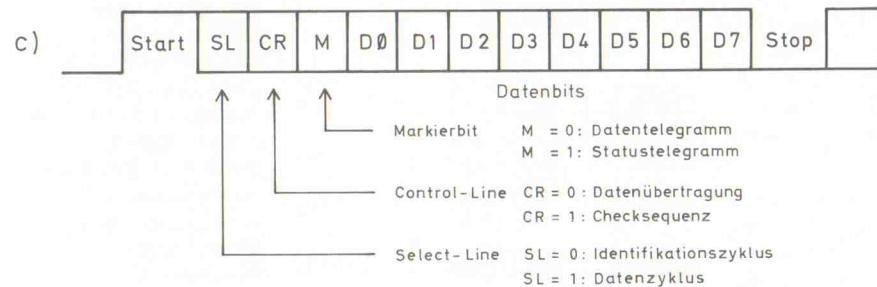


Bild 2c. Im InterBus-S-Fernbus wird jedes Byte von fünf Steuerbits begleitet, die die Funktionen der Peripheriebus-Steuerleitungen übernehmen. Ein Status-Telegramm besitzt kein Datenfeld.

Mit kleiner werdendem Summenrahmenverfahren (weniger Teilnehmer) bewegt sich dieser Wert in Richtung 20 %.

Zusammenfassend läßt sich sagen: Bei einem teilnehmerorientierten Telegramm steigt die Effektivität der Übertragung mit der pro Teilnehmer zu übertragenden Informationsmenge. Die Anzahl der Teilnehmer wirkt sich nicht auf die Nutzdatenrate aus. Beim SummenrahmenTelegramm ist die pro Teilnehmer übertragene Informationsmenge relativ klein und konstant. Mit wachsender Telegrammlänge (Teilnehmerzahl) nimmt hier die Nutzdatenrate zu (siehe auch Bild 3a).

Das Summenrahmenverfahren bietet außerdem den Vorteil der Gleichzeitigkeit und Äquidistanz der Daten im System. Dies vereinfacht die theoretische Betrachtung einer technischen Anlage beim Entwurf digitaler Regelsysteme.

### Viertakter

Anschaulich wird die Datenübertragung beim InterBus-S, wenn man sich vorstellt, daß die Busteilnehmer (Slaves) aneinandergereiht ein großes Schieberegister bilden. Die Anschaltungbaugruppe (Master) taktet nun auf der einen Seite das SummenrahmenTelegramm in den

Ring hinein. Die Daten, die im Telegramm zuerst auf das Buskabel gehen, müssen dabei alle Teilnehmer durchqueren, bis sie ihr Ziel erreichen.

Hat das SummenrahmenTelegramm seine Runde durch den Ring vollendet, wird den Teilnehmern signalisiert, daß sie die Daten aus ihren Schieberegistern übernehmen können und danach die zu sendenden Daten in die Schieberegister laden sollen.

Das Einlesen der Ist-Werte vom Bus erfolgt genaugenommen zeitgleich mit dem Sendevorgang: Bevor vom Master ein neues Telegramm gestartet wird, haben alle anderen Teilnehmer



## Digital Hand-Multimeter EDM-169S

Das Anwendungsspektrum reicht vom Hobbyeinsatz bis hin zur anspruchsvollen Laborarbeit. Zuverlässig, robust und präzise sind die Merkmale des EDM-169S von ESCORT.

Neben der einfachen Handhabung überzeugen auch die technischen Werte. Das EDM-169S mißt

- Gleichspannung,
- Wechselspannung,
- Gleichstrom,
- Wechselstrom
- Widerstand und
- Kapazität.

Es dient auch als Frequenzzähler.

Ein echtes Präzisionsmeßgerät mit vielen feinen Features!

**Fragen Sie uns  
oder den guten Fachhandel nach ESCORT**

**nbn**

**PRÄZISIONSMESSTECHNIK**

**nbn ELEKTRONIK GmbH • Gewerbegebiet  
82211 Herrsching • Tel. 08152/39-0 Fax 39160**

die Sendedaten in ihre Schieberegister geladen. Mit dem gleichen Takt, mit dem der Master nun ein neues Telegramm sendet, liest er auf seiner Empfangsseite die Daten von den Slave-Teilnehmern ein. Wenn man so will, 'treiben' die Sendedaten die zu empfangenden Daten mit 500 kBit/s vor sich her.

## Verkehrslenkung

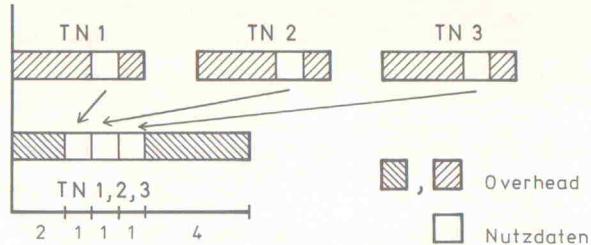
Die einzelnen Busteilnehmer (Slave-Module) des InterBus-S sind nicht nur einfach aufeinanderfolgende Perlen auf einer Kette. Vielmehr läßt sich der Ring in einzelne Segmente aufteilen, die im Bedarfsfall aus dem Busgeschehen isoliert werden können, bis etwa Neuinstallations oder Servicearbeiten beendet sind.

Den Kern des InterBus-S bildet der Fernbus (Bild 4). Er kann neben Fernbusteilnehmern sogenannte Busklemmen aufnehmen, die die Segmentbildung ermöglichen. Eine Segmentvariante ist der Peripheriebus, der für die Kommunikation innerhalb von Schaltschränken gedacht ist. Für seine Ausdehnung von bis zu 10 m werden CMOS-Pegel auf insgesamt neun Steuer- und Datenleitungen verwendet. Die Steuerinformationen werden hier parallel zu den seriellen Daten übertragen, so daß die Bitrate in diesem Bereich nur 300 kBit/s betragen muß.

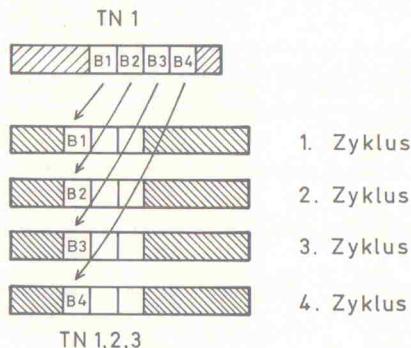
Im Fernbus dürfen die Teilnehmer bis zu 400 m auseinanderliegen. Die damit theoretisch überbrückbare Entfernung von rund 100 km ( $256 \times 400$  m) ist noch nicht erprobt worden, weshalb heute nur 13 km Ausdehnung garantiert werden. Für die Datenübertragung werden hier RS-422-konforme Signale auf verdrillten Zweidrahtleitungen eingesetzt.

Genauso wie der Peripheriebus vom Fernbus abzweigt, kann auch ein Fernbus-Segment vom primären Fernbus abgehen. Die jeweiligen Busklemmen unterscheiden sich entsprechend. In einem Fernbus-Segment kann man theoretisch weitere Untersegmente bilden, bis die Maximalanzahl von 64 Busklemmen im Gesamtsystem erschöpft ist.

Als dritte Busebene wurde der bis zu 50 m lange Installationsfernbus eingeführt. In seinen Busklemmen wird neben der seriellen Datenleitung (entsprechend dem Fernbus) auch eine



**Bild 3a. Sollen wenig Nutzdaten pro Busteilnehmer (TN) übertragen werden, ist die Verwendung eines SummenrahmenTelegramms in einem Ringsystem aufgrund des verringerten Overheads effektiver als ein teilnehmerorientiertes Protokoll.**



**Bild 3b. Zum Übertragen eines Datenblocks in einem SummenrahmenTelegramm muß dieser zerlegt und in aufeinanderfolgenden Buszyklen gesendet werden. Der Empfänger setzt den Block wieder zusammen.**

Spannungsversorgung (24 V, 4,5 A) für die angeschlossenen Module in das Buskabel eingespeist. Das Einsatzgebiet ist der Anschluß von weitverteilten I/O-Punkten ohne eigene Spannungsversorgung. Alle anderen Module benötigen eine externe 24-V-Versorgung.

## Linie S

Die ganze Fabrik ein Schieberegister – schön und gut. Aber Datenleitungen ohne Steuersignale reichen dazu nicht aus. Deshalb enthielt das Kabel des InterBus-S in seiner ersten Entwicklungsstufe insgesamt neun Signal- und Datenleitungen. Außer der Reset-Leitung sind alle Leitungen als ankommende und abgehende Leitung zweifach vorhanden: Mit der Select-Line-Leitung (SL) wählt der Master zwischen Identifikations- und Datenzyklus. Mit der Control-Line-Leitung (CR) wird zwischen Daten- und Checksequenz unterschieden. Die auf der Datenleitung (D) befindlichen Informationen werden mit Hilfe des Taktsignals (CK) weitertransportiert. Diese Art der Verdrahtung findet sich heute noch im Peripheriebus.

Bei der Definition des aktuellen Fernbusprotokolls wurden sämtliche Steuerinformationen in den seriellen Datenstrom integriert, so daß ein 8-Bit-Zeichen entsprechend Bild 2c zusätzlich

fünf Start-, Stop- und Steuerbits erhält.

Um trotz des gesteigerten Protokoll-Overhead mit den vorhandenen Peripheriebus-Modulen bei einer Nutzdatenrate von 300 kBit/s kommunizieren zu können, wurde die Bitrate (Bruttodatenrate) des Fernbus auf 500 kBit/s angehoben. Die Anzahl der Leitungen konnte so auf eine hinführende und eine rückführende Leitung reduziert werden. Für die weniger störanfällige Differenzspannungsübertragung finden sich daher insgesamt zwei verdrillte Aderpaare und eine Bezugsmasse im abgeschirmten InterBus-S-Fernbuskabel.

## Fahrkartenkontrolle

Nach dem Start eines InterBus-S-Systems muß der Master zuerst in Erfahrung bringen, wieviele und welche Module sich im Bussystem befinden. Nach einem Reset werden dazu alle Segmente in den Ring geschaltet. Der Master signalisiert den Teilnehmern durch Setzen des Bits Select-Line auf SL=0 die Identifikationsphase.

Während des folgenden ID-Buszyklus schaltet jeder Teilnehmer einschließlich der Busklemmen nur sein 16 Bit breites ID-Register in den Ring. Der hier auszulesende ID-Code gibt Aufschluß über die Art des Teilnehmers (analog, digital,

Eingang, Ausgang, Datenbreite, Prozeßdaten, PCP-Kommunikation, Fernbus, Peripheriebus) und enthält Fehlerbits (CRC-Fehler, Modul-Fehler).

Der Master taktet nun das sogenannte Loop-Check-Wort in den Ring. Es ist so gewählt, daß es mit keinem der ID-Codes übereinstimmt. Auf der anderen Seite des Rings empfängt der Master der Reihe nach alle ID-Codes und vergleicht sie mit dem Loop-Check-Wort. Die Anzahl der empfangenen ID-Codes stimmt mit der Zahl der Busteilnehmer überein. Aus Anzahl und Inhalt der ID-Codes kann der Master jetzt die Informationen für die Generierung des SummenrahmenTelegramms entnehmen. Um die korrekte Zuordnung zwischen ID-Code und Teilnehmertyp auch in Zukunft gewährleisten zu können, wird der ID-Code ausschließlich in Absprache mit Phoenix Contact vergeben. Für die nach der ID-Phase folgenden Datenzyklen wird das Select-Line-Bit auf SL = 1 gesetzt und der Bus kann abfahren ...

## Airbag

Beim Datentransfer wird jede Verbindungsstrecke von einem InterBus-S-Teilnehmer zum nächsten mittels Cyclic Redundancy Check (CRC) auf Fehler überprüft. Jeder Teilnehmer hat dazu an seinem Eingang und Ausgang einen CRC-Generator, in denen der serielle Datenstrom durch das CRC-Polynom dividiert wird.

Am Ende des Datenzyklus leitet ein Setzen des CR-Bits auf logisch 1 die Check-Sequenz ein: Bevor in den Teilnehmern die Datenübergabe vom Schieberegister in die internen Register (Latches) stattfindet, übertragen alle CRC-Generatoren an den Ausgängen die aktuellen Divisionsreste an die nachfolgenden Eingänge. Dies geschieht simultan zwischen allen Teilnehmern, so daß die benötigte Zeit nur 16 Bittakte und nicht einen ganzen Buszyklus beträgt. Der Zeitraum hierfür wird durch das FCS-Feld im SummenrahmenTelegramm beschrieben.

Stellen zwei benachbarte Teilnehmer einen Übertragungsfehler fest, unterbinden sie die Übernahme der Schieberegisterdaten (Empfangsdaten) in die nachfolgenden Latches und setzen statt der falsch empfange-

nen Daten die Daten des vorangegangenen Zyklus ab.

Um dem Master das Erkennen eines Fehlers zu signalisieren, bedienen sich die Slave-Bausteine des Control-Line-Bits. Im nachfolgenden Control-Feld dürfen ein oder mehrere Slaves dieses Bit auf CR = 0 ändern, wenn dieser Telegrammteil sie passiert. Während der übrigen Zeit steht dieses Bit ausschließlich unter der Hoheit des Masters.

Der Master erhält somit erst beim Auslesen des InterBus-S-Rings eine Meldung über ein fehlerhaftes Aussenden von Daten. Eine Kohärenz der gesamten InterBus-S-Daten eines Datenzyklus (gleiches Alter) kann damit im Fehlerfall nicht sichergestellt werden. Dies ist auch nur bei sehr speziellen Anwendungen erforderlich.

Tritt in einem Slave ein Fehler auf, meldet das Modul einen CRC-Fehler. Der Master protokolliert alle auftretenden Busfehler und entscheidet anhand der Fehlerhäufigkeit über seine Reaktion. Bei sporadisch auftretenden Fehlern muß sich der Slave mit den aktuellen Daten des nächsten Buszyklus begnügen.

gen. Treten verstärkt Störungen des Busverkehrs auf, schaltet der Master zurück in den ID-Zyklus und kann über drei Bits des ID-Registers die Fehlerart vom Modul (Rekonfigurationsanforderung, CRC-Fehler, Modulfehler) erfragen und darauf entsprechend reagieren.

Das Loop-Check-Wort wird auch im Datenzyklus in jedem Telegramm als erstes übertragen. Bei Differenzen zwischen ausgesandtem und empfangenem Loop-Check-Wort wird bei den Teilnehmern eine Übernahme des Telegramm-Inhalts unterdrückt. Das Loop-Check-Wort wird durch Inkrementieren der letzten vier Bits nach jedem Zyklus verändert, so daß eine fälschliche Wiederholung des vorangegangenen Loop-Check-Worts (und Telegramms) erkennbar ist.

### Ankunft planmäßig

Bei der festliegenden Datenrate verändert beim InterBus-S folglich nur die Anzahl der Busteilnehmer beziehungsweise die Datenbreite der Teilnehmer die Dauer einer Telegrammübertragung. Damit ist die maximal benötigte Zyklus-

zeit berechenbar, was für Echtzeitanwendungen eine zwingende Voraussetzung ist. Bei arbitrierenden Bussystemen wie ABUS oder CAN ist dies aufgrund des Busprotokolls nicht möglich.

Ob der InterBus-S einen industriellen Prozeß tatsächlich in Echtzeit regeln kann, hängt weiterhin von der Zeitkonstante des zu regelnden Prozesses ab. Ist die maximale Zykluszeit deutlich kleiner als die Prozeß-Zeitkonstante, ist ein Echtzeiteinsatz möglich. Die Übertragung eines größtmöglichen Telegramms dauert 8,3 ms. Mit einer Verarbeitungszeit im Master und Signallaufzeiten von insgesamt etwa 0,2 ms errechnet sich eine Zykluszeit von 8,5 ms und damit eine Abtastrate von 120 Hz. Bei einer praxisbezogenen Telegrammlänge von 1000 Bits ergibt sich die Abtastrate zu 500 Hz.

InterBus-S-Master werden für verschiedene speicherprogrammierbare Steuerungen, VME-bus-Systeme und nicht zuletzt als PC-Einsteckkarte angeboten. Slave-Baugruppen für universelle Einsatzbereiche gibt es in vielfältiger Auswahl. Dazu zählen unterschiedliche digitale

## Oszilloskope für Praktiker



**Modell 3344:** 25 MHz 2 Kanäle, X-Y Betrieb, Z-Modulation  
100 MHz Frequenzzähler  
2 MHz Funktionsgenerator  
Komponententester



**Modell 3304:** 25 MHz 2 Kanäle, X-Y Betrieb, Z-Modulation  
1 mV/div Auflösung  
Addition / Subtraktion  
Triggerung DC - 40 MHz



**Modell 3324:** 25 MHz 2 Kanäle, X-Y Betrieb, Z-Modulation  
Komponententester  
Addition / Subtraktion  
12 V und 5 V Ausgang



**Modell 3310:** 10 MHz 1 Kanal, X-Y Betrieb, Auflösung 5mV/div  
Triggerung DC - 15 MHz,  
Zeitbasis 1μs/div - 100 ms/div

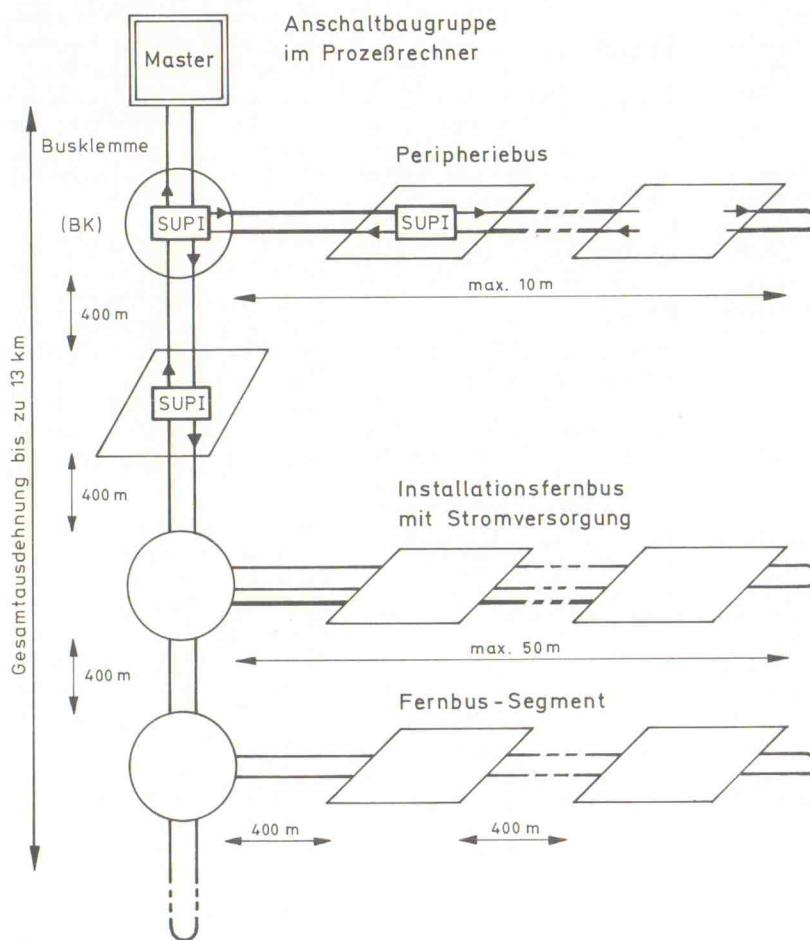


**Modell 3315:** 40 MHz 2 Kanäle, X-Y Betrieb, Z-Modulation  
Addition / Subtraktion  
Zeitbasis Verzögerung 100ms-1s  
Preisänderungen vorbehalten

Bitte fordern  
Sie unseren  
kostenlosen  
Katalog an

**MEGALAB**

**MEGALAB Meßtechnik**  
Gb. der MEGATRON Elektronik AG & Co.  
Hermann-Oberth-Str. 7  
85640 Putzbrunn  
Tel. 089 / 460 94 219  
Fax. 089 / 460 94 212



**Bild 4. InterBus-S-Topologie:**  
Der Fernbus verbindet die einzelnen Bussegmente mit dem Master im Leitrechner. Busklemmen (BK) leiten den Datenverkehr über Peripheriebus-, Installationsfernbus- oder Fernbus-segmente.

und analoge Ein- und Ausgabemodule sowie Zählermodule, Terminals – teils in IP65-Gehäusen oder für die Schaltschrankmontage –, elektronische Regler für Elektromotoren oder Winkel-Encoder.

## Inspektion

Ob bei ungestörtem Betrieb oder nach Auftreten eines Fehlers: Der InterBus-S-Anwender kann sich jederzeit über den aktuellen Zustand seines Systems informieren. Dazu stehen ihm drei Wege offen.

Für die schnelle Diagnose zeigen die Standard-Module (Master wie Slaves) ihren Betriebszustand über verschiedenfarbige LEDs auf ihrer Frontseite an. Dazu zählen neben dem Vorhandensein der Versorgungsspannung(en) und dem richtigen Anschluß des Fernbuskabels auch die Visualisierung der I/O-Zustände und der Busaktivität. Bei einer Busklemme wird außerdem angezeigt, ob das angeschlossene Bussegment aktiv oder passiv geschaltet ist. Darüber hinaus gibt das Master-Modul im Fehlerfall Auskunft über Art und Ort der aufgetretenen Störung.

Weiter läßt sich an jedes Master-Modul über eine V.24-Schnittstelle zur Systemdiagnose ein PC anschließen. Über diese Schnittstelle kann man sich jede Art von Betriebsstörungen im Klartext anzeigen lassen.

Als dritte Möglichkeit steht dem Anwender die Auswertung des Diagnoseregisters im Master-Modul über den Steuerrechner zur Verfügung. So lassen sich die vorliegenden Informationen über den System-Betriebszustand in den Ablauf des Steuerprogramms einbinden. Bei Auftreten eines Fehlers kann das Programm sofort reagieren.

## Sonderfahrt PCP

Nachdem die Informationsübertragung selbst auf der Bit-Ebene beschrieben wurde, kann nun die nächsthöhere Ebene, die Kommunikation mit intelligenten InterBus-S-Teilnehmern beleuchtet werden. Wie oben bereits angesprochen, werden dabei azyklisch Datenblöcke zwischen Master und Slave übertragen. Neben den Nutzdaten müssen dazu Informationen übermittelt werden, aus denen

hervorgeht, wie die Nutzdaten aufgebaut sind, welches Ziel sie im Teilnehmer haben und welchem Verwendungszweck sie dienen. Master und Slave tauschen also wie beim teilnehmerorientierten Busprotokoll Telegramme in beiden Richtungen aus. Dazu dient das *Peripherals Communication Protocol* (PCP).

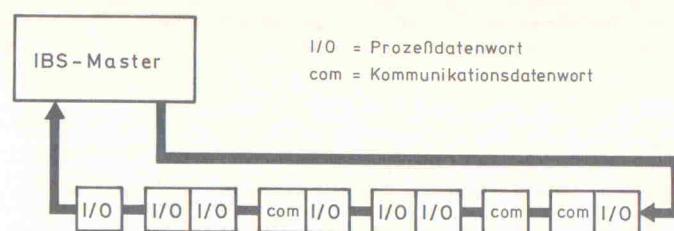
Die PCP-Software fügt auf der Absenderseite in jeden InterBus-S-Zyklus ein Stück des PCP-Telegramms ein. Im Empfänger wird die Botschaft wieder aus den einzelnen Teilen zusammengesetzt. Der Anwendungsprogrammierer holt sich hier keine öligen Hände. Er ruft lediglich den gewünschten Dienst auf und tauscht die Nutzdaten aus.

Insgesamt gibt es beim InterBus-S zwölf Dienste, die unter dem Begriff *Peripherals Message Specification* (PMS) zusammengefaßt werden. Sie sind eine kompatible Untermenge der beim Profibus in DIN 19245 Teil 2 definierten Dienste, der *Fieldbus Message Specification* (FMS).

Die PMS-Dienste umfassen Dienste zum Auf- und Abbau einer logischen Datenverbindung, verschiedene Lese- und Schreibzugriffe sowie die Steuerung von Programmen in den intelligenten Automatisierungsgeräten. Im Kasten 'PMS' finden sich Einzelheiten dazu. Die effektive Datenrate für die PCP-Kommunikation liegt in der Größenordnung 2 KBit/s. Dieser Wert hängt von der Länge des Summenrahmentelegramms und der Verarbeitungsgeschwindigkeit des Kommunikationsprozessors ab.

## Fahrplan

Um die kommunikationsfähigen Geräte im InterBus-S zu verwalten, bedient sich der Master einer sogenannten Kommunikationsbeziehungsliste (KBL). Diese vom Anwender zu erstellende Liste enthält eine Art Lookup-Table, die eine Verknüpfung zwischen logischen und physikalischen Kommunikationsadressen herstellt (Bild 5). Die logischen Adressen (Kommunikationsreferenzen) bilden die Schnittstelle zum Anwendungsprogramm. Die physikalischen Adressen (Remote Address) vergibt der Master während des ID-Zyklus durch einfaches Durchnummern-



**Bild 5.** Mit Hilfe der Kommunikationsbeziehungsliste im Master läßt sich ein Anwenderprogramm einfach an eine veränderte Busstruktur anpassen. Beim Durchnummernieren der I/O-Datenworte zählt der Master alle Worte mit. Für die Vergabe der Remote Address zählen nur die Worte für die PCP-Kommunikation. Die Kommunikationsreferenz kann in Grenzen beliebig zugeordnet werden.

ren der maximal 62 kommunikationsfähigen Teilnehmer im Netz.

Die physikalischen Adressen können sich bei Erweiterungen des Bussystems ändern. In diesem Fall stellt eine Anpassung der Kommunikationsreferenz die Kompatibilität zum unveränderten Anwendungsprogramm wieder her. Außerdem enthält die Kommunikationsbeziehungsliste die von jedem Modul unterstützten Dienste mit den dazugehörigen Parametern. Zur Zeit ist die PCP-Version 1.5 verfügbar, die erweiterte Version 2.0 mit zusätzlichen PMS-Services ist derzeit in Vorbereitung.

## ADAC

Zahlreiche Hersteller von kompatiblen Geräten haben sich zum InterBus-S-Club zusammengefunden. Der Club gibt in Abständen ein stetig wachsendes Anbieterverzeichnis heraus, das aktuell mehr als 130 Firmen mit ihren Produkten auflistet.

Unter dem Dach des Clubs existieren verschiedene Fraktionen, so zum Beispiel die ENCOM als Verbund der Encoder-Hersteller oder die DRIVECOM für den Schwerpunkt Antriebstechnik. Ziel dieser Fraktionen ist die Schaffung eines einheitlichen Protokollstandards für komplexe Busteilnehmer wie Winkeldrehgeber oder Frequenzumrichter.

Von beiden Gruppen wurden sogenannte Gerät-Profilen erstellt, in denen standardisierte Gerätefunktionen festgeschrieben sind. Dadurch wird das Kommunizieren mit Geräten gleicher Art vereinheitlicht. Antriebsregler verschiedener Hersteller sind so von der Informationsschnittstelle her kompati-

bel, und die Austauschbarkeit von Produkten verschiedenster Ursprungs ist gewährleistet.

## TÜV-Plakette

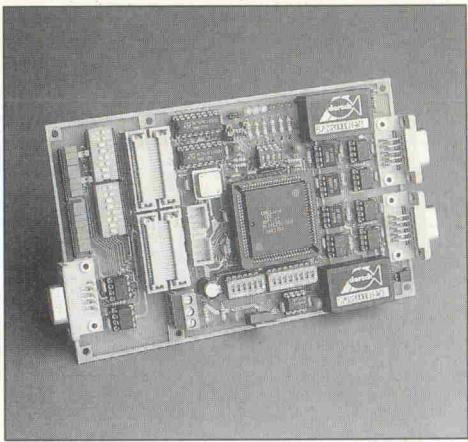
Der InterBus-S ermöglicht es als offenes System, vielen Anbietern InterBus-S-Schnittstellen in ihre Geräte zu implementieren. Damit jedoch nicht 'viele Köche den Brei verderben' muß eine Institution darüber wachen, daß die 'Rezeptur' genau eingehalten wird. Um dieses zu garantieren, reicht es jedoch nicht, daß jeder Hersteller selbst Inhouse-Prüfungen durchführt.

Die unterschiedliche Auslegung von Freiheitsgraden der Kommunikationsspezifikation könnte zu Fehlverhalten einzelner Busteilnehmer oder des gesamten Systems führen. Die elektromagnetische Verträglichkeit beispielsweise kann man letztlich nur durch einen praktischen Test überprüfen.

Für den InterBus-S wurde deshalb ein herstellerunabhängiges Prüf- und Zertifizierungssystem entwickelt: Es besteht aus einem Konformitäts- und einem Interoperabilitätstest, welche das Fraunhofer Institut für Informations- und Datenverarbeitung (IITB) in Karlsruhe durchführt.

Die Konformitätsprüfung beginnt mit der Kontrolle des Schaltplans auf das richtige Beschalten der Protokollchips und die korrekte Realisierung der physikalischen Schnittstellen hin (Treiber, Stecker, Diagnose-LEDs). Für die Umsetzung der Schaltung gibt es Referenzbauteillisten, die bereits für gut befundene Komponenten nennt. Bei Verwendung anderer Bausteine müssen diese zusätzlich begutachtet werden.

Im nächsten Schritt folgt eine Funktionskontrolle des Geräts



**Bild 6:**  
**Rund um den SuPI-II gruppieren sich Bausteine für Potentialtrennung, Schieberegister für I/O-Erweiterung und die Spannungsstabilisierung.**

im InterBus-S-System: hierbei untersucht man den ID-Zyklus und die zyklische Prozeßdatenübertragung mit dem Prüfling sowie seine Reaktion auf provozierte Busfehler und die Vor-Ort-Diagnose.

Anschließend wird die Fremdstörfestigkeit gegenüber leitungsgebundenen Störgrößen überprüft. Bei der Simulation einer 'industriellen Umgebung mit erhöhtem Störpegel' (IEC 801-4) darf es zwar zu zeitweisen Betriebs- oder Funktioneinschränkungen kommen; es dürfen jedoch keine Fehlfunk-

tionen auftreten. Einfache Busteilnehmer wie digitale Ein- und Ausgabegeräte erhalten nach Bestehen dieser Prüfungen das InterBus-S-Zertifikat.

Bei Geräten mit PCP-Kommunikation wird an dieser Stelle noch die Konformität des implementierten Kommunikationsprotokolls überprüft. Dazu wurde am IITB ein modulares Prüfsystem entwickelt, mit dem neben den PCP-Basisfunktionen auch die Einhaltung zum Beispiel des Drivecom-Profil getestet werden kann. Entsprechend der Prüfklasse erhalten die er-

folgreichen Prüflinge Siegel mit den Ergänzungen 'PCP' oder 'Drivecom'.

Die Zertifizierungsstellen sind wiederum unabhängig von der Prüfstelle. So vergibt der Club das InterBus-S-Zertifikat (mit PCP-Ergänzung); das Drivecom-Zertifikat erteilt das Drivecom-Sekretariat. Die einzelnen Zertifikate ermächtigen den Hersteller, seine Seriengeräte mit dem InterBus-S-Prüfsiegel zu versehen, wenn er die Übereinstimmung des geprüften Baumusters mit seinen Seriengeräten garantiert.

Die Offenlegung des Busprotokolls und die Verfügbarkeit der Controller-ICs haben zusammen mit der Konformitätskontrolle dem InterBus-S den Weg in viele Fabrikationsanlagen gegeben. Diese Voraussetzungen und die Kompatibilität der PMS-Dienste zur Profibus-Norm sind wichtige Entscheidungsgrundlagen bei der Auswahl eines zukunftssicheren Automatisierungssystems.

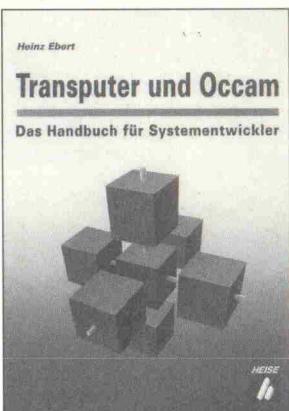
Nach der theoretischen Seite des InterBus-S folgt im nächsten Heft die praktische, das

ELRAD-Bus-Depot bekommt Form (Bild 6): auf einer Euro-Karte nehmen rund um den Busfahrer SuPI-II eine Handvoll Chips Platz, um einen vollwertigen, optional potentialgetrennten InterBus-S-Knoten zu bilden, der nicht nur als schlichte I/O-Haltestelle, sondern auch als Busklemme oder mit µC-Anhänger 'fahren' kann. ea

#### Literatur

- [1] Ahlers/Stange, *Der InterBus-S-Chauffeur*, ELRAD 4,5/1993
- [2] Brackmann, *P-NET*, Elrad 2,3/1992
- [3] Blome, *Der InterBus-S*, in: Bonfig, *Feldbus-Systeme*, Expert Verlag, 1992
- [4] *InterBus-S Anwenderhandbuch SuPI-II*, Phoenix Contact, Blomberg
- [5] *Referenzhandbuch PCP*, Phoenix Contact
- [6] *Drivecom-Nutzergruppe: verschiedene Profil-Handbücher*
- [7] *Anbieterverzeichnis InterBus-S, InterBus-S-Club*, Baden-Baden
- [8] *Richtlinien zur Erstellung von zertifizierbaren InterBus-S-Modulen*, InterBus-S-Club, Baden-Baden

## In die Tiefe gehen



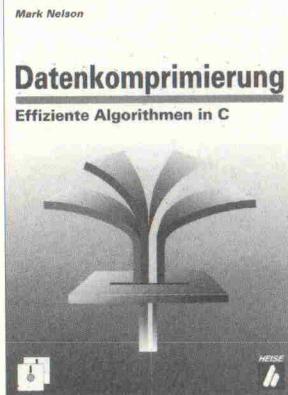
Mit den Transputern bei der Hardware und der Sprache Occam auf der Softwareseite stehen Komponenten zur Verfügung, die die neue Technologie massiv paralleler Systeme verkörpern. Heinz Ebert legt mit **Transputer und Occam** das Standardwerk vor.

Entwickler und professionelle Programmierer erfahren alles über Entstehungsgeschichte, Sprachelemente und Syntax von Occam.

Gebunden, 781 Seiten  
Format 16,8 x 23,5 cm  
DM 148,- sfr 148,- öS 1154,-  
ISBN 3-88229-000-5

Im Fachbuchhandel erhältlich  
001.4

## Erscheint im Herbst



Mark Nelson erläutert in seinem umfassenden Handbuch ausführlich und mit vielen praktischen Beispielen die Möglichkeiten der Datenkomprimierung. Erweitern Sie Ihre Speicherkapazität mit Datenkomprimierung - Effiziente Algorithmen in C! Die Anwendung von Shannon-Fano und Huffmann-Techniken ist für Sie nach der Lektüre ebenso kein Problem wie der Einsatz statistischer Methoden.

Gebunden, ca. 400 Seiten  
Format 16,4 x 22,9 cm  
DM 90,- sfr 90,- öS 702,-  
mit Diskette  
ISBN 3-88229-022-6

Im Fachbuchhandel erhältlich  
221.4

HEISE  
Verlag  
Heinz Heise  
GmbH & Co  
Postfach 61 04 07  
30604 Hannover

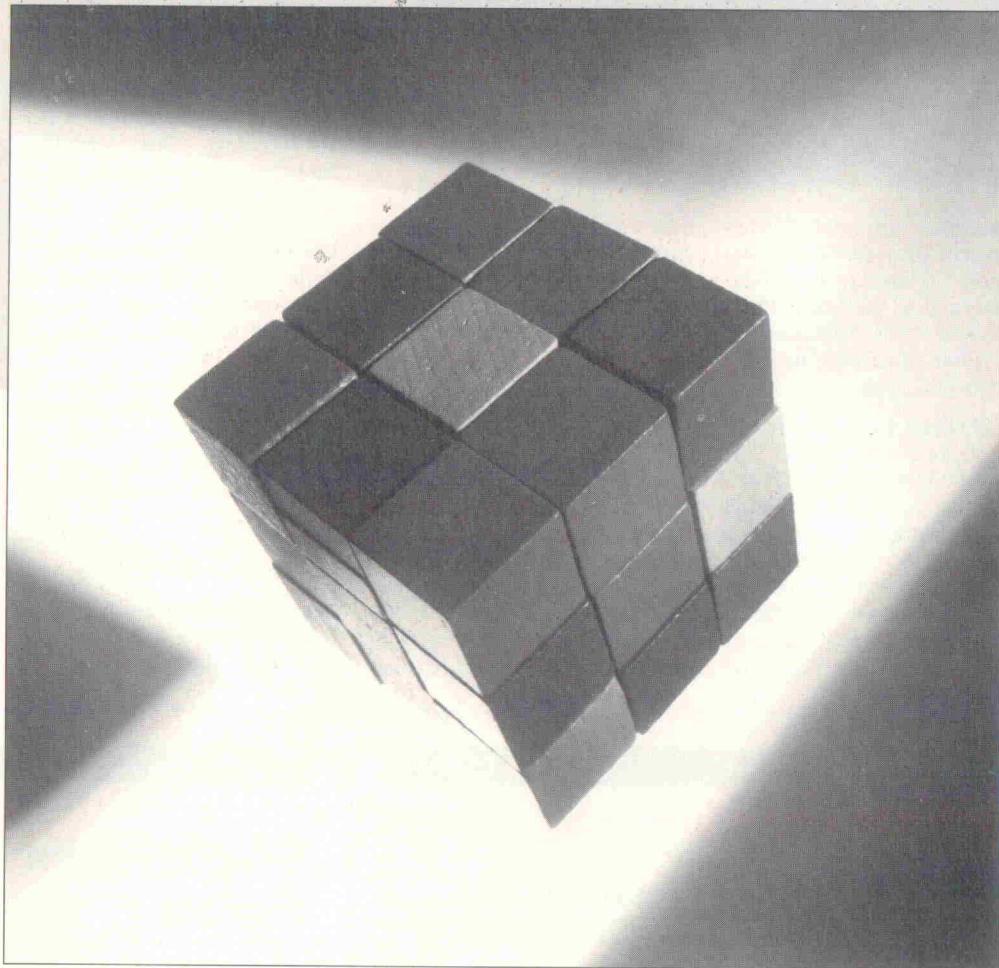
# ASIC-Cube

## Merkmale und Besonderheiten anwendungsspezifischer ICs

Grundlagen

Christian Igelhaut,  
Ulrike Kuhlmann

Jeder kennt sie – oder meint, sie zu kennen: Die anwendungsspezifischen integrierten Schaltungen, kurz ASICs. Dabei umfaßt der Begriff ganze Familien von Bausteinen mit sehr unterschiedlichen Leistungsfähigkeiten und auf Basis verschiedenster Technologien. Was also kennzeichnet FPGAs und wie grenzt man sie zu den PLDs ab? Sind Gate Arrays voll- oder halbkundenspezifische Schaltungen? Welche Vorteile bieten solche ICs überhaupt? Hier gilt es, mehr Licht in den ASIC-Dschungel zu bringen.



Die Integrationsstufe elektronischer Bauteile wächst von Generation zu Generation. Damit verbundene Vorteile sind sinkende Preise, reduzierter Leistungsbedarf und geringere Bausteingröße bei gesteigerter Performance und Zuverlässigkeit. Die größte Auswirkung hat dieser rasante Fortschritt bei Mikroprozessoren und Speicherbausteinen. Mit jeder neuen Generation dieser VLSI-Chips vergrößert sich allerdings die Kluft zwischen ihnen und den Standardlogik-ICs, wie beispielsweise TTL-Bausteinen. So gehen die Vorteile eines Prozessors – extreme Leistungsfähigkeit bei geringem Platzbedarf – durch die Schaltungsumgebung eines Systems schnell wieder 'verloren'. Mit hochintegrierten ASICs (Application Specific Integrated Circuit) kann man jedoch heute auch die notwendige

Peripherie wie Buscontroller oder komplett I/O-Subsysteme in entsprechender Integrationsdichte und Leistungsfähigkeit zur Verfügung stellen.

### Warum ASICs?

Der gestiegene Bedarf nach immer kleineren Geräten mit zunehmend komplexeren Aufgaben erfordert eine immer höhere Integration einzelner Bauteile. Durch das Zusammenfassen vieler Funktionen in wenigen Bausteinen sinkt bereits der Volumenbedarf einer Schaltung. Die bei der ASIC-Herstellung verwendeten Technologien und Materialien erlauben zudem mit Strukturbreiten bis zu  $0,5 \mu\text{m}$  eine Verkürzung der Signalwege und damit der notwendigen Durchlaufzeiten. Durch die Implementierung von vormals diskreten ICs in einen

einigen Baustein werden zusätzlich Verbindungsleitungen reduziert. ASICs neuester Generationen lassen sich so deutlich höher takten als diskret aufgebaute Schaltungen.

Mit einer speziell auf die jeweilige Anwendung abgestimmten Hardware sinkt die Anzahl der zu durchlaufenden Gatter und damit der Stromverbrauch. Die verminderten Anforderungen an die Stromversorgung und die geringere Verlustwärme lassen eine weitere Erhöhung der Packungsdichte zu.

Ebenso senkt eine reduzierte Anzahl von Bauteilen auf der Platinne die Bestückungskosten im Vergleich zu einer mit diskreten Bauelementen erstellten Schaltung. In der Regel liegt der Teilepreis eines ASIC dabei unter dem der Summe aller eingesparten Bauteile. – Hierbei

muß man allerdings beachten, daß sich beispielsweise die Fertigung eines Gate Array erst ab Stückzahlen von einigen Tausend rechnet. Je nachdem, welche Art von ASIC in Betracht gezogen wird, entstehen unterschiedlich hohe Entwicklungs- und Designkosten. Sie können bis zu mehreren hunderttausend D-Mark betragen. Man darf nicht übersehen, daß bestimmte ASICs nichts anderes sind als sonderangefertigte Spezial-ICs mit extrem hoher Leistungsfähigkeit.

In besonders platzkritischen Anwendungen kommt als weiterer Kostenfaktor noch das eingesparte Bauteilevolumen der kompletten Schaltung hinzu. Hierdurch kann man in vielen Fällen eine kleinere Platine verwenden, die Wärmeverlustaufgrund niedriger Verlustleistung (gegebenenfalls Wegfall der Zwangskühlung) wird gerin-

ger. Daneben wirkt sich auch die schwächer dimensionierte Stromversorgung unter Umständen entscheidend auf die Kosten für ein Gehäuse oder die Einbaumöglichkeiten überhaupt aus.

### Die ASIC-Familie

Aufgrund der vielfältigen Einsatzmöglichkeiten für ASICs und wegen der besonderen Anforderungen der Kunden an 'ihren' Baustein hat sich bis heute eine nahezu unüberschaubare große Palette der kundenspezifischen Schaltkreise gebildet. Je nach Anwendung und geplanter Stückzahl kann

eines einzelnen Bausteins: da der eigentliche Teil der Schaltung bei einem ASIC unter dem Chipgehäuse verschwindet, ist die Entwicklungsarbeit nicht mehr frei zugänglich. Die Problemlösung über ein ASIC bietet damit in aller Regel einen weitgehenden Kopierschutz und hilft so, einen technologischen Vorsprung vor der Konkurrenz über einen vielleicht entscheidenden Zeitraum zu sichern.

sehr große Produktionszahlen (ab circa 100 000 Stück) wirtschaftlich. Für die Entwicklungsdauer eines vollkundenspezifischen ICs vom Entwurf bis zur Serienreife ist mit mindestens zwölf Monaten zu rechnen, was kurzfristige Reaktionen auf Änderungen des Marktes unmöglich macht. Des Weiteren können die Kosten für ein einfaches, als Full Custom ASIC realisiertes Design eine Viertel Million D-Mark leicht überschreiten. Sind jedoch maximal mögliche Intergration und die Aufnahme von analogen und digitalen Schaltelementen in einem Baustein gefordert, führt in der Regel an einem Full Custom Design kein Weg vorbei. Die Full Custom ICs sollen im Rahmen dieses Artikels nicht näher betrachtet werden.

### Der Kunde ist König

Die halbkundenspezifischen Schaltungen umfassen drei Typen: Gate Arrays sind soweit vorgefertigt, daß die Schaltfunktionen nur noch über einen oder mehrere Verdrahtungs-Layer festgelegt werden müssen. Standardzellen werden aus vorhandenen Zellen (funktionale Blöcke aus Transistoren) und vorgefertigten (Belichtungs-) Masken vom Hersteller 'zusammengesetzt'. Dies geschieht in beiden Fällen nach Wunsch und Vorgaben des Anwenders. PLDs (Programmable Logic Devices) hingegen werden mittels Programmierung vom Anwender selbst auf seine Erfordernisse zugeschnitten.

Aufgrund ihrer weitestgehenden Vorfertigung sind Semi Custom ICs deutlich schneller verfügbar als vergleichbare Full Custom Chips. Je nach Anforderung und Anwendung wählt man aus einer Palette von ICs das passende aus und läßt es sich den Spezifikationen des eigenen Designs individuell anpassen oder übernimmt selbst die Konfiguration. Das ist einfach gesagt, nur was bedeutet es konkret? Was muß man bei der Wahl beachten und wie sieht es überhaupt im Inneren eines solchen Chips aus?

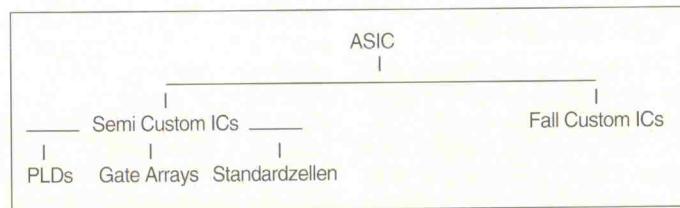
### Das Designerstück

Gate Arrays bestehen aus festen Reihen identischer Zellen, die wiederum mehrere Transistoren enthalten. Jede dieser Transistorzellen kann man als digitales Gatter auffassen. Die gesamte Gatter-Matrix (sprich Gate

Array) ist von Anschlußpads umgeben. Diese werden mit den einzelnen Zellen verbunden und stellen den Kontakt zu den Gehäusepins her. Die Verbindung zwischen den Basiszellen innerhalb der Spalten und über deren Grenzen hinweg erfolgt durch Aufbringen einer leitenden Schicht in einem oder mehreren Schritten. Bild 2 zeigt die Grundstruktur eines Gate Array. Eine Variante mit zusätzlichen Transistoren 'schwimmend' zwischen den festen Strukturen der Spalten sind die sogenannten 'Sea-of-Gates'. Sie erlauben eine noch größere Flexibilität bei bestimmten Designs, wie etwa einer ROM- oder RAM-Integration.

Da Gate Arrays in verschiedenen Größen (Anzahl von Basiszellen) angeboten werden, ist es möglich, durch Auswahl des für sein Design passenden Bausteins eine maximale Auslastung des Chips zu erzielen. Gate Arrays werden heute in Größen bis 100 000 Gatter und mehr hergestellt, der erreichbare Flächennutzungsgrad liegt für kleinere Bausteine bei 80 % bis 90 % und bei 40 % bis 60 % für sehr große Arrays.

Aufgrund ihrer recht hohen Entwicklungs- und Designkosten sind Gate Arrays nur für große Produktionsstückzahlen wirtschaftlich interessant. Die Entwicklungszeit nimmt in den meisten Fällen wenige Wochen in Anspruch. Bei Designfehlern oder nachträglichen Änderungen kann sich die Zeit bis zur Serienfertigung allerdings erheblich verlängern. Um dieses Risiko von vornherein zu minimieren, bieten Chip-Hersteller den Kunden Unterstützung durch hausinterne Designabteilungen an. Die Entflechtung einer Schaltung und der Entwurf der notwendigen Metallierungsmasken erfolgt in der



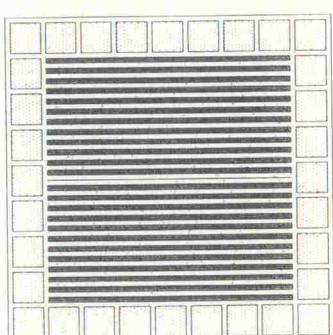
**Bild 1. Die anwendungsspezifischen Schaltungen lassen sich grob in die beiden Bereiche halbkundenspezifische (Semi Custom) und vollkundenspezifische Schaltungen (Full Custom) unterteilen.**

man unter den verschiedenen Familien einiger Dutzend Hersteller den nach Leistung, Aufnahmekapazität und nicht zuletzt Preis am besten geeigneten Baustein finden.

Die Bezeichnung ASICs umfaßt Full Custom und Semi Custom ICs, wobei man die Gruppe der halbkundenspezifischen Schaltungen in Standardzellen, Gate Arrays und PLDs unterteilt. Bild 1 zeigt die ASIC-Familien in einer Übersicht.

### Der Maßanzug

Bei vollkundenspezifischen ICs werden alle Herstellungsmasken für die Chip-Fabrikation Schritt für Schritt auf die Anforderungen des Kunden abgestimmt. Da bereits bei der grundlegenden Struktur auf den späteren Verwendungszweck eingegangen werden kann, weisen die Bausteine die höchstmögliche Integrationsdichte auf. Der damit verbundene hohe Entwicklungs- und Fertigungsaufwand macht diese Lösung allerdings erst für



**Bild 2. Beim Gate Array umgibt ein Ring von Anschlußpads die festen Reihen aus identischen Zellen.**

Regel auf leistungsfähigen Workstations mit Hilfe entsprechender CAE-Software.

Eine weitere Variante der Risikominimierung stellt der Umweg über ein PLD dar: Eine Schaltung wird zuerst vom Hersteller oder auch vom Kunden selbst mit einem PLD-Baustein realisiert, eingebaut und auf Funktionalität im System überprüft. Wenn dieser 'Test' erfolgreich verlaufen ist und sich das Produkt vielversprechend am Markt gezeigt hat, kann der Kunde die Schaltung als Gate Array in Großserie fertigen lassen. Hierzu gibt es CAE-Software, die die Umsetzung eines ursprünglichen PLD-Designs auf die Belange eines Gate Array (sogenannte Migration) ermöglicht.

## Von der Stange

PLDs besitzen eine je nach Typ vorgegebene interne Struktur in einer programmierbaren Matrix-Verknüpfung von Ein- und Ausgängen. Sie sind prädestiniert, Standard-TTL-Funktionen zu integrieren und eignen sich deswegen sehr gut für kombinatorische und sequentielle Logik in rein digitalen Anwendungen. Im Gegensatz zu anderen ASICs sind PLDs als fertige ICs, jedoch mit einem noch nicht definierten Innenleben, sozusagen von der Stange verfügbar. Um nun eine digitale Schaltung in ein PLD zu integrieren, genügt es, das gewünschte Design per Software zu entwickeln, ein IC nach Wahl zu kaufen und die Information in den Baustein zu bringen.

Der Weg zu einem 'eigenen' IC ist also nicht so schwierig. Wohl auch deshalb wächst der Markt in diesem Segment der Halbleiter nahezu unbeeinflusst von konjunkturellen Schwankungen. Einzig eine Stagnation des jährlichen Wachstums bei zur Zeit rund 30 % bringt die Halbleiterhersteller in die Lage, allzu krasse Lieferengpässe abzubauen. Grund genug, sich näher mit dem Thema PLDs zu beschäftigen.

## ... daß ich Rumpelstilzchen heiß'

Die Bezeichnung 'programmierbare Logikbausteine' (PLDs) umfaßt ursprünglich ganze Familien von ICs, die wie die bekannten EPROMs mittels spezieller Programmierereinrichtungen elektrisch 'gebrannt' werden. EPROM, PAL und GAL sind die wohl bekanntesten Vertreter, andere Wege werden bei EPLDs beziehungsweise CPLDs und FPGAs beschritten.

Die Verwirrung bei der Namensgebung ist allerdings beträchtlich. Manche Hersteller verwenden den Ausdruck PLD – wie oben – als Sammelbegriff für alle programmierbaren Bausteine. Andere hingegen meinen mit PLD lediglich die EPLDs oder CPLDs und unterscheiden 'ihre' Bausteine sehr deutlich sowohl von weniger komplexen ICs (GALs, PALs ...) als auch von den FPGAs, die in ihrer Struktur den Gate Arrays vergleichbar sind. Geläufig ist die Bezeichnung PLD als Synonym für alle Logik-ICs bis zur Komplexität eines FPGA, allerdings

ausschließlich(!) der FPGAs. Oft trifft man zudem auf PLD als Terminus für Logikbausteine mit höherer Komplexität als GALs, also die EPLDs, CPLDs und FPGAs. Damit ist der Begriffsalat dann endgültig komplett ...

In diesem Artikel soll der Begriff PLD im doppelten Sinn verwendet werden: Zum einen dient er als Oberbegriff für programmierbare ICs im allgemeinen (die klassische Definition). Andererseits wird 'PLD' bei der Unterscheidung innerhalb der programmierbaren Baustein für ICs benutzt, die neben einer UND- und ODER-Matrix weitere Logikelemente wie Flipflops, Buffer, Multiplexer oder ähnliches beinhalten. PLDs sind damit ICs, die 'mehr können' als ein GAL und einen höheren Integrationsgrad als diese aufweisen, aber nicht unbedingt die Flexibilität eines FPGA besitzen.

## Fünf vor zwölf

Zum Durchbruch verholfen hat der anwendungsprogrammierbaren Logik ein entscheidender Vorteil: Die mit diesen Bausteinen entwickelten Schaltungen können noch bis zur letzten Minute – oder mitunter darüber hinaus – problemlos modifiziert werden. Im Gegensatz zu herkömmlichen ASICs ist somit das finanzielle Risiko bei der Entwicklung programmierbarer Logikbausteine gering. Die reinen Entwicklungszeiten sind erheblich kürzer bei deutlich reduzierten Designkosten. Außerdem fallen keine Fixkosten beim Hersteller an, und die Zusammenarbeit mit IC-Häusern beziehungsweise die Abhängigkeit von ihnen entfällt. Damit eignen sich die programmierbaren Logikbausteine dazu, neue Entwicklungen in kürzester Zeit auf den Markt zu bringen; man spricht hier auch von kurzer 'Time-to-Market'.

Der niedrige Stückpreis sowie die universelle Verwendbarkeit ein und desselben Bausteines für verschiedene Designs erlauben auch kleineren Firmen eine entsprechende Lagerhaltung. Sie sind damit in der Lage, auf Anforderungen ihrer Kunden schnell reagieren zu können. Versionswechsel oder eine Erweiterung der Funktionen, Fehlerbehebung und Einbau von speziellen Features, kurzum ein komplettes Redesign lassen sich aufgrund der kurzen Produktionszeiten einfach und problem-

los durchführen. Bei wiederbeschreibbaren ICs kann der gleiche Baustein sogar mehrfach verwendet werden.

Die Bezeichnung PLD ist ein Oberbegriff für alle programmierbaren Logikbausteine. Es gibt für den Bereich der 'vom Anwender programmierbaren Logik' allerdings verschiedene Realisierungen, die in Teilen sehr ähnlich sind, in anderen Bereichen jedoch stark variieren. Deshalb jetzt ein genauerer Blick auf die einzelnen Mitglieder der PLD-Familie.

## Die Klassiker

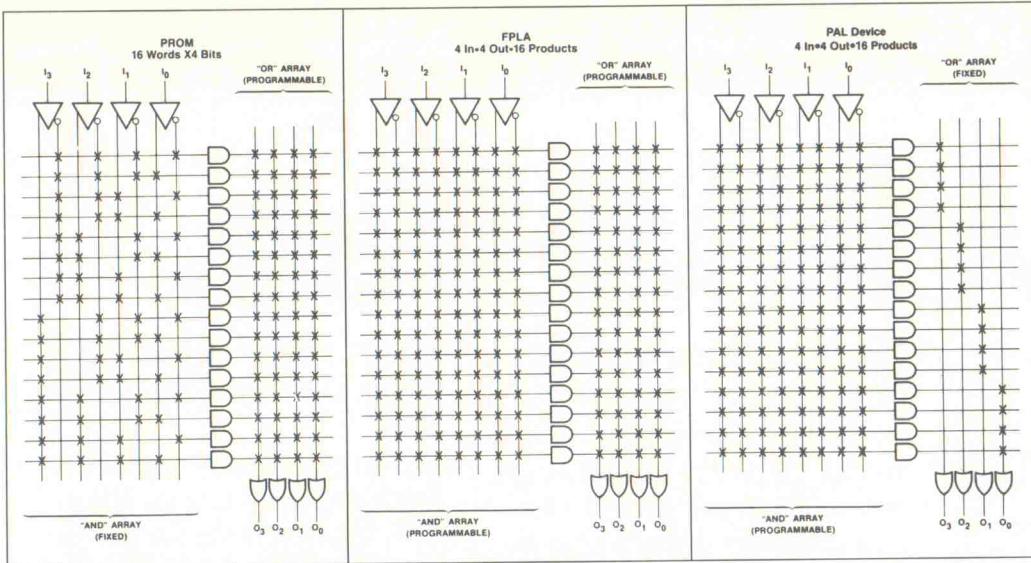
Grundlegend unterscheidet man drei klassische Arten von PLDs: PLEs, PALs und PLAs. Bild 3 zeigt die charakteristischen Eigenschaften dieser drei Typen.

Das PLE (Programmable Logic Element), dessen bekanntester Vertreter das PROM (Programmable Read Only Memory) ist, weist ein programmierbares Ausgangs-Array in ODER-Verknüpfung sowie eingangsseitig eine festverdrahtete UND-Matrix auf. Seine Ein- und Ausgänge sind festgelegt, was die möglichen Anwendungen stark einschränkt. Es besitzt keine internen Register oder Rückkopplungen und bereits einfache logische Funktionen belegen viel Speicherplatz, da sämtliche Eingangskombinationen kodiert werden müssen. Das PROM war das erste programmierbare Bauelement, das auf den Markt kam (1970). Sein eigentliches Einsatzgebiet ist heute der Festspeicher, vor allem in Computern.

Ein PAL (Programmable Array Logic) besitzt demgegenüber im Eingang ein frei programmierbares AND-Array mit einer festverdrahteten OR-Ausgangsmatrix. Es existieren PALs mit eingebauten Registern, die eine interne Rückkopplung erlauben. Aufgrund der programmierbaren AND-Matrix müssen nicht alle Eingangskombinationen auskodiert werden, womit die Menge der verfügbaren Eingänge größer wird. Das erste PAL wurde um 1977 von MMI (Monolithic Memories Incorporated) auf dem Markt eingeführt. Diese neue Technik überholte recht bald aufgrund ihrer Einfachheit und dem daraus resultierenden Preisvorsprung die älteren PLAs. PALs waren bis vor kurzem noch die meistpro-

## Kleines ASIC-ABC

ASIC	Application Specific Integrated Circuit
CMOS	Complementary MOS
CPLD	Complex PLD
EEPROM	Electrical Erasable PROM
EPLD	Erasable PLD
EPROM	UV-Light Erasable PROM
FPGA	Field Programmable Gate Array
FPLA	Field Programmable Logic Array
GA	Gate Array
GAL	Generic Array Logic
HCMOS	High Speed CMOS
MOS	Metal Oxid Semiconductor
LCA	Logic Cell Array
PAL	Programmable Array Logic
PEEL	Programmable Electric Erasable Logic
PIC	Programmable Integrated Circuit
PLA	Programmable Logic Array
PLD	Programmable Logic Device
PROM	Programmable ROM
ROM	Read Only Memory



**Bild 3. ODER-Gatter, UND-Gatter oder beide Gatter frei programmierbar, hier liegt der Unterschied zwischen PLE (PROM), PAL und (F)PLA.**

duzierten PLDs auf dem Weltmarkt. Sie werden jedoch aufgrund einiger konstruktionsbedingter Nachteile von modernen Nachfolgern mehr und mehr ersetzt.

PLAs (Programmable Logic Arrays) sind von der Idee her am universellsten einsetzbar. Sie besitzen sowohl eine programmierbare Eingangs- als auch Ausgangsmatrix sowie interne Register und Rückführungen. Es ist mit diesen Bausteinen deshalb möglich, verschiedene Eingangskombinationen mit verschiedenen Ausgängen beliebig zu verbinden. Da innerhalb eines PLA zwei Fuse Arrays (siehe unten) durchlaufen werden müssen, sind sie zwangsläufig langsamer als vergleichbare PALs.

Der erste 'hochintegrierte' Logikbaustein war der FPLA (Field Programmable Logic Array) von Signetics (Philips) im Jahre 1974. Doch aufgrund seiner für damalige Verhältnisse hohen Komplexität – für die es noch keine geeignete Entwicklungs-Software gab – und wegen seines hohen Preises war ihm kein großer Erfolg beschieden. Er wurde nach der Einführung des PAL von diesem überrundet. Erst in den letzten Jahren wurden vernünftige PLA-Konzepte entwickelt, die den PALs bei komplexeren Anwendungen überlegen sind.

## Einweg

Klassische PLDs für Logikanwendungen basieren auf bipolaren Technik. Dem Vorteil einer hohen Gattergeschwindigkeit

steht hierbei eine relativ hohe Stromaufnahme gegenüber, was der maximalen Integrationsdichte Grenzen setzt. Die Programmierung eines solchen bipolaren Bausteines geschieht durch Brennen der Fuse-Verbindungen, das heißt Schmelzen von Sicherungen (engl. fuses). Eine einmal (durch-)gebrannte Verbindung kann man nicht wieder reaktivieren.

Die Programmierung über Schmelzsicherungen erlaubt aufgrund der Irreversibilität keine hundertprozentige Testbarkeit beim Hersteller. Um dennoch Aussagen über die Qualität der Bausteine treffen zu können, bringt man zusätzliche, redundante Gatter auf dem Chip unter. Sie werden zu Testzwecken mit einem Muster gebrannt und lassen damit statistische Rückschlüsse auf die Fehlerrate des gesamten Bausteines zu. Die bereits gebrannten Bereiche auf dem Chip sind vom Anwender nicht mehr nutzbar.

## Mehrweg

Diese Nachteile treten bei den in den letzten Jahren immer stärker auf den Markt drängenden EPLDs (Erasable PLDs) nicht auf. Der innere Aufbau mit CMOS-Transistoren statt zerstörter Verbindungsleitungen erlaubt eine vom EPROM her bekannte Löschbarkeit durch die Einwirkung von ultraviolettem Licht. Man bezeichnet den Transistoraufbau der EPLDs als 'Floating Gate Technology' im Gegensatz zur 'Bipolar Fuse Technology' bei den oben beschriebenen PLDs. Da bei die-

ser Methode der Programmierung vorgang völlig reversibel ist, kann der Hersteller einen hohen Qualitätsstandard bei hundertprozentiger Testbarkeit garantieren.

## Im Innern

(E)PLDs besitzen entsprechend ihrer 'Abstammung' eine feste logische Grundstruktur. Sie ist durch eine programmierbare AND-Matrix mit nachgeordneter fester (PAL) oder programmierbarer (PLA) OR-Matrix gekennzeichnet. Verschiedene große Kombinationen aus AND- und OR-Gattern bilden hierbei Blöcke (sogenannte Makros), die wiederum spaltenweise auf dem Chip angeordnet sind. Zusätzlich zu diesem 'Gerüst' aus AND/OR-Makros besitzen (E)PLDs programmierbare Eingangs- und Ausgänge, Flipflops und eine ebenfalls programmierbare Verbindungsmatrix zwischen den Makros. Einige Bausteintypen verfügen zudem über Rückführungsleitungen innerhalb der Makros. Diese kann man beispielweise für die Entwicklung komplexer State Machines nutzen.

Da alle Verbindungen im Chip über die interne Schaltmatrix geführt werden, lassen sich deren Längen und somit die Signallaufzeit genau vorhersagen: eine wichtige Bedingung, um bereits im Vorfeld zuverlässige Aussagen über das Zeitverhalten des programmierten Bausteins geben zu können.

Die in der Praxis überwiegend eingesetzte HCMOS-(High

Speed Complementary Metal Oxid Semiconductor)Technologie reduziert die Leistungsaufnahme eines Bausteins. Sie liegt um den Faktor 10 niedriger als bei einem bipolaren Aufbau und weist trotzdem etwa gleiche Gatterlaufzeiten auf. Aufgrund dieser geringen Verluste und den damit verbundenen niedrigeren Arbeitstemperaturen liegen die erreichbaren Integrationsdichten deutlich über denen bipolarer PLDs. Die PLD-Strukturen sind zum Teil bereits im Submikronbereich angesiedelt (beispielsweise 0,65 µm-Technologie).

Einige moderne PLDs können im sogenannten 'Stand-by'-Modus betrieben werden. Bei fehlendem Eingangssignal sinkt deren Stromaufnahme nach einer definierten Zeit in den Mikroamperebereich. Die Reaktion auf das nächste Signal erfolgt mit einer geringen zeitlichen Verzögerung, was jedoch für die meisten Anwendungen ohne Bedeutung ist.

## Die Großen

FPGAs sind wie PLDs hochintegrierte ASICs, die vom Anwender konfiguriert werden können. Ihr innerer Aufbau gleicht, wie der Name vermuten lässt, sehr stark dem der Gate Arrays. Im Vergleich zu PLDs besitzen die FPGAs eine höhere Integrationsdichte bei gleichzeitig größerer Flexibilität und einer höheren Anzahl an internen Registern.

Die Einsatzgebiete von FPGAs liegen in der Anwendung als Zähler, Dekodierer oder Schieberegister. Schnellere Typen werden häufig als Peripherieschaltung für Signalprozessoren oder Mikroprozessoren eingesetzt.

Grundsätzlich besitzen alle FPGAs eine interne Matrixstruktur von Logikblöcken, die in Reihen und Spalten auf dem Chip angeordnet sind. Diese Blöcke bestehen je nach Baustein Familie und Hersteller aus einem sequentiellen oder kombinatorischen Modul beziehungsweise Funktionsgenerator, einem oder mehreren Flipflops sowie Multiplexern. Es ist meistens – wiederum je nach FPGA-Familie – möglich, sowohl Ein- als auch Ausgangssignale in ihren Pegeln auf verschiedene Werte zu programmieren. Die Pins sind im allgemeinen bidirektional ausgelegt.

# Komplettes 12-Bit Datenakquisitionssystem auf

## Die A/D-Multi-Talente.

Mit den Bausteinen MAX186 und MAX188 besitzen Sie zwei komplett 12-Bit Datenakquisitionssysteme mit allen notwendigen analogen und digitalen Funktionen: 8-Kanal-Multiplexer, Abtast- und Halte-Schaltung mit hoher Bandbreite, 4.096 V-Referenzspannungsquelle (MAX186) mit geringer Temperaturdrift, Taktgenerator, einem schnellen A/D-Wandler und einer seriellen 4-Drahtschnittstelle. Bei Verwendung des internen Taktes ist die typische Umsetzzeit 5 µs, wird ein externer Taktgenerator verwendet wird eine Umsetzzeit von 6 µs erreicht.

### Platz sparen und Kosten reduzieren.

Der MAX186 verfügt über acht Eingangskanäle, der MAX188 hat vier Differenz-Eingänge. Die Anzahl der externen Komponenten ist beim MAX186 und MAX188 minimal.

Die Bausteine werden im 20-poligen DIP-, SMD und SSOP-Gehäuse für den kommerziellen, den erweiterten und den militärischen Temperaturbereich geliefert. Mit diesen Abmessungen sparen Sie auf der Leiterplatte Platz und reduzieren die Kosten auf ein Minimum.

Beide Typen arbeiten mit einer (+5 V) oder mit zwei ( $\pm 5$  V) Versorgungsspannungen. Im Normalbetrieb beträgt die typische Stromaufnahme 1,5 mA, sie kann über einen "Power-Down"-Anschluß auf 2 µA herabgesetzt werden.

### Ein Bausatz für den schnellen Test.

Um zeitliche Verzögerungen zu vermeiden, die durch Beschaffung der externen Komponenten und einen Versuchsaufbau entstehen, bieten wir Ihnen den Bausatz MAX186 EV-Kit und das "Modul 80C32" an.

Der Bausatz verfügt über einen MAX186 und alle für den Baustein erforderlichen externen Komponenten. Das 80C32-Modul beinhaltet einen 80C32-Mikrocontroller, eine RS-232-Schnittstelle, 8-kByte

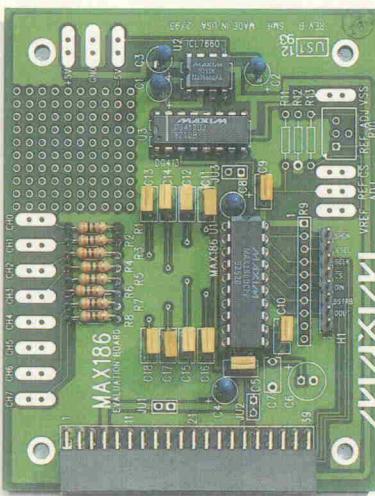
EPROM, 32 kByte statisches RAM und eine Logik zur Adressdekodierung.

Die mit dem Bausatz mitgelieferte Software benutzt eine im 27C64-EPROM gespeicherte Routine, um die Datenübertragung zwischen 80C32-Mikrocontroller und EVKit zu gewährleisten. Der MAX186 EVKit und das 80C32-Modul werden über einen 40-poligen Stecker miteinander verbunden. Die Verbindung zwischen Modul und PC erfolgt über eine serielle Schnittstelle.

Der Bereich der Versorgungsspannung reicht von 8 V bis 22 V. Die geregelte und ungeregelte 5-V-Versorgung wird dem MAX186 EVKit über den 40-poligen Stecker zugeführt.



80C32-Mikrocontroller



MAX186 EVKit

**SE Spezial-Electronic KG**

31 665 Bückeburg  
Tel.: 05722/203 110  
Fax: 05722/203 120

73 473 Ellwangen  
Tel.: 07961/90 47-0  
Fax: 07961/904 750

81 806 München  
Tel.: 089/429 333-338  
Fax: 089/428 137

39 015 Magdeburg  
Tel.: 0391/617 170  
Fax 0391/617 112

Polen  
**SE-UNIPROD LTD**  
44-100 Gliwice  
Ul. Sowinskiego 26  
Tel.+Fax: 48-3237 6459

**GUS**  
117571 Moskau  
Leninsky Prospekt 148  
Tel.: 007-095/4336 733  
Fax: 007-095/4336 733

Technische Infos: Tel. 0130-7367 · Fax 0130-6614

# einem Chip: MAX186/MAX188.



## A/D CONVERTERS

### FAST CONVERSION (<100 ms) (SAR/FLASH A/Ds)

#### 8 BITS

##### SINGLE CHANNEL

###### INTERNAL T/H

MAX150 (1.34 µs/ref) MX7575 (5 µs)  
 ★ MAX152 (3 V) MX7820 (1.34 µs)  
 ★ MAX153 (0.66 µs) MX7821 (0.66 µs)  
 MAX165 (5 µs/ref) ADC0820 (1.38 µs)  
 MAX166 (5 µs/ref/diff in)

###### EXTERNAL T/H

MAX160 (4 µs)  
 MX7574 (15 µs)  
 MX7576 (10 µs)

#### 10 BITS

###### INTERNAL T/H

MAX151 (2.5 µs/ref)  
 MAX177 (8.33 µs/ref)

###### EXTERNAL T/H

MAX173 (5 µs/ref)

#### 12 BITS

##### SINGLE CHANNEL

###### INTERNAL T/H

★ MAX120 (1.6 µs/ref) MAX178 (60 µs/ref)  
 ★ MAX122 (2.6 µs/ref) ★ MAX187 (7.5 µs/ref/serial)  
 MAX163 (8 µs/ref) ★ MAX189 (7.5 µs/serial)  
 MAX164 (8 µs/ref) ★ MAX190 (7.8 µs/ref/serial/parallel)  
 MAX167 (8 µs/ref) ★ MAX191 (7.5 µs/ref/serial/parallel)  
 ★ MAX176 (3.5 µs/ref/serial)

###### EXTERNAL T/H

MAX162 (3.25 µs/ref) MX578 (3 µs/ref)  
 MAX170 (5 µs/ref/serial) MX674A (15 µs/ref)  
 MAX171 (6 µs/ref/serial) MX7572-05 (5 µs/ref)  
 MAX172 (10 µs/ref) MX7572-12 (12 µs/ref)  
 MAX174 (8 µs/ref) MX7578 (100 µs)  
 MAX183 (3.25 µs) MX7672-03 (3 µs)  
 MAX184 (5 µs) MX7672-05 (5 µs)  
 MAX185 (10 µs) MX7672-10 (10 µs)  
 MX574A (25 µs/ref)

#### 14 BITS

###### INTERNAL T/H

★ MAX121 (2.9 µs/ref/serial)  
 MAX168 (3.5 µs/ref)

#### 16 BITS

###### INTERNAL T/H

★ MAX195 (10 µs/serial)

### SLOW CONVERSION(>50 ms) (SEE INTEGRATING A/Ds)

#### LCD DISPLAY

MAX130 (3 1/2 D, B/G)  
 MAX131 (3 1/2 D, B/G, L)  
 MAX136 (3 1/2 D, B/G, L)  
 MAX138 (3 1/2 D, B/G, S/S)  
 ICL7106 (3 1/2 D, Z)  
 ICL7116 (3 1/2 D, Z, HOLD)  
 ICL7126 (3 1/2 D, Z, L)  
 ICL7129A (4 1/2 D)  
 ICL7136 (3 1/2 D, Z, L)

#### LED DISPLAY

MAX139 (3 1/2 D, B/G, S/S)  
 MAX140 (3 1/2 D, B/G, S/S)  
 ICL7107 (3 1/2 D, Z)  
 ICL7117 (3 1/2 D, Z, HOLD)  
 ICL7137 (3 1/2 D, Z, L)

#### µP INTERFACE

★ MAX132 (±18 bit, serial, L)  
 MAX133 (±40,000 count, L)  
 ★ MAX134 (±40,000 count, L)  
 MAX135 (±15 bit, L)  
 ICL7109 (12 bit, Z)  
 ICL7135 (±20,000 count)

#### MULTICHANNEL

##### INTERNAL T/H

MAX154 (2 µs/4-ch/ref)  
 ★ MAX155 (3 µs/8-ch/ref/simult)  
 MAX156 (3 µs/4-ch/ref/simult)  
 MAX158 (2 µs/8-ch/ref)  
 MX7824 (2 µs/4-ch)  
 MX7828 (2 µs/8-ch)

##### EXTERNAL T/H

MAX161 (20 µs/8-ch)  
 MX7581 (67 µs/8-ch)

#### MULTICHANNEL

##### INTERNAL T/H

★ MAX180 (8.33 µs/ref/8-ch)  
 MAX181 (8.33 µs/ref/6-ch)  
 MAX182 (60 µs/ref/4-ch)  
 ★ MAX186 (7.5 µs/ref/serial)  
 ★ MAX188 (7.5 µs/serial)

##### EXTERNAL T/H

MX7582 (100 µs/4-ch)

#### MUSTER-COUPON

Hiermit bestelle ich folgende Bausteine

als kostenlose Muster

Name \_\_\_\_\_

Vorname \_\_\_\_\_

Firma \_\_\_\_\_

Abt. \_\_\_\_\_

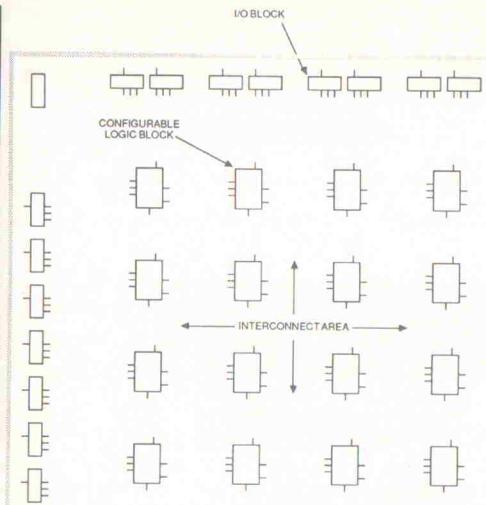
PLZ \_\_\_\_\_ Ort \_\_\_\_\_

Straße \_\_\_\_\_

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

★ New product  
 ★ Evaluation kit available  
 NOTES: HOLD - Has display-hold input  
 S/S - Has +5 V single supply  
 B/G - Has bandgap reference  
 Z - Has zener reference  
 L - Low power





**Bild 4.**  
Im FPGA sind die Logikblöcke in regelmäßigen Abständen angeordnet, dazwischen ist Platz für die Verdrahtungskanäle.

führt, bis auf einige wenige Takt- und Versorgungsanschlüsse kann man sie frei belegen. FPGAs gibt es auf Basis der SRAM- und der Antifuse-Technik. Diese Techniken entscheiden darüber, wie Verbindungen auf dem Chip geschaffen werden – dazu aber später mehr.

Zwischen den Blöcken befinden sich die Leitungskanäle, die als eine Art Gitter angeordnet sind. An den Kreuzungspunkten des Gitters verbindet man über programmierbare Schaltelemente (Transistoren bei SRAM beziehungsweise Feldwiderstände bei Antifuse) die vertikalen und horizontalen Metallsegmente. Auf gleiche Weise werden auch die Logikblöcke untereinander und mit den am Rande angeordneten programmierbaren Ein-/Ausgabeblocks verknüpft. Bild 4 zeigt die matrixartige Struktur eines FPGA.

Optimal plazierte Blöcke und eine gelungene Verdrahtung der Gesamtschaltung (das sogenannte Placement and Routing) sind wichtige Voraussetzungen für eine hohe Leistungsfähigkeit des FPGAs. Da die Signalverzögerungen stark von der Länge interner Verbindungen abhängen, kann eine verbindliche Aussage über die maximal erzielbare Taktrate erst nach kompletter Implementation der Schaltung in das FPGA getroffen werden.

## Mehl oder Schrot

Während die Verbindungsstrukturen bei allen FPGAs prinzipiell ähnlich aufgebaut sind, unterscheiden sich die Logikblöcke von Familie zu Familie und von Hersteller zu Hersteller erheblich. Je nach Zielsetzung

werden 'feinkörnige' oder 'grobkörnige' Architekturen der Logikblöcke bevorzugt, man spricht hier auch von unterschiedlichen 'Granularitäten'. Eine grobe Granularität bedeutet, daß eine geringere Anzahl von Blöcken jeweils eine umfangreiche Logik in sich birgt. 'Feinkörnig' hingegen verwendet man für Bausteine mit weniger komplexen dafür aber mehr Logikblöcken.

FPGAs feiner Granularität versprechen einen höheren Ausnutzungsgrad der Logikblöcke selbst. Sollen indessen komplexe Designs implementiert werden, muß man relativ viele Logikblöcke miteinander verbinden. Die Laufzeiten auf den internen Verbindungsleitungen steigen an und damit sinkt die maximale Taktrate. Mit grobkörnigen Architekturen kann man sehr komplexe Funktionen bereits in einem oder wenigen Logikblöcken realisieren und damit sehr schnelle Schaltungen erzielen. Eine grobe Granularität führt allerdings unter Umständen dazu, daß 'einfache' Designs die Ressourcen der Bausteine nicht optimal ausnutzen.

## Duales System

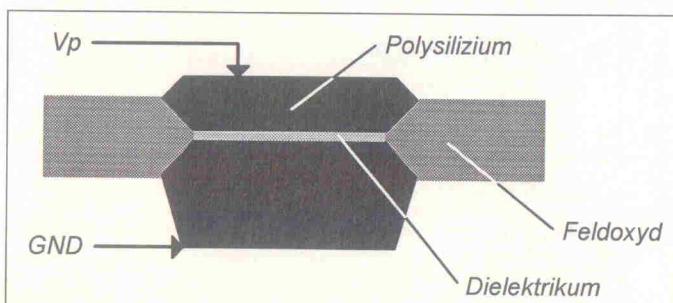
Bei FPGAs unterscheidet man zwei Techniken zur Herstellung der programmierbaren Verbindungsstrukturen: die Antifuse- und die SRAM-Technik. Die Antifuse-Verknüpfung ist ebenso wie bei bipolaren Fuse-PLDs nichtflüchtig, im Gegensatz zu diesen wird jedoch CMOS-Technologie eingesetzt. Anders als bei herkömmlichen Sicherungen wird hier eine Verbindung hergestellt statt unterbrochen (daher Anti-Fuse). Bild 5 zeigt den prinzipiellen

Aufbau einer Antifuse. Der Programmierungsvorgang ist irreversibel, ein einmal zerstörtes Dielektrikum ist nicht wieder zu aktivieren.

FPGAs auf Grundlage der Antifuse weisen im allgemeinen größere Routing-Ressourcen (Verdrahtungsmöglichkeiten) auf. Dies spart zum einen Rechenkapazität und Zeit beim Plazieren und Verdrahten. Zusätzlich sind damit kürzere Verbindungen auf dem Chip realisierbar, was sich positiv auf die mögliche Taktrate auswirkt. Die Programmierung selbst wird durch eine zunehmende Anzahl von Anschlußpins bei wachsender Komplexität der Bausteine zeitintensiver. Zwar kann man diese FPGAs nicht mehr verändern, wenn sie einmal programmiert sind. Daher ist besonders in Testphasen mit größerem Ausschuß zu rechnen. Bei einer Schaltungsentwicklung verführen sie damit jedoch andererseits nicht zum bekannten 'Try and Error'-Verhalten, das möglicherweise wertvolle Zeit kostet und unsaubere Designs

ungsspannung aus einer Lade-datei aufgefrischt (initialisiert) werden. Die dazu notwendige Information liegt in internen (auf dem Chip befindlichen) oder externen (auf der Platine befindlichen) PROM-Bausteinen. Die Möglichkeit des beliebig häufigen Umprogrammierens in einem System prädestiniert diese FPGAs für die Prototypen-Entwicklung. Änderungen oder zusätzliche Features kann man relativ einfach in die Schaltung bringen, ohne jedesmal einen neuen Chip verwenden zu müssen – es sei denn, das Design wird zu groß für den gewählten Baustein. Allerdings sollte man beachten, daß jede Schaltungsänderung einen neuen 'Placement and Routing'-Durchgang sowie weitere Simulationen erforderlich macht, also Zeit kostet. Hier spielt natürlich auch der Einsatz einer sinnvollen CAE-Software eine entscheidende Rolle.

Zukünftige Entwicklungen bei FPGAs werden sicherlich dahin gehen, Teile im Design verändern beziehungsweise



**Bild 5.** Eine Antifuse: Nach Anlegen der Programmierspannung  $V_p$  'schmilzt' das Dielektrikum – die Verbindung ist hergestellt.

zur Folge hat. Außerdem können fertige FPGAs beim Einbau in Systeme auch durch äußere Einflüsse – sozusagen aus Versehen – nicht mehr verändert und damit funktionsuntüchtig gemacht werden. Dies ist gerade bei größeren Stückzahlen ein nicht unbedeutender Faktor. Die Stückpreise für einmal-programmierbare Chips liegen im allgemeinen unter denen wiederprogrammierbarer (SRAM-) ICs.

Bei den in SRAM-Technologie gefertigten Chips bestimmen statische Speicherzellen, die in einen definierten Ladungszustand versetzt werden, die Verbindungen. Da die Ladung der Speicherzellen flüchtig ist, müssen die SRAM-Zellen nach jedem Einschalten der Versor-

gungsspannung aus einer Lade-datei aufgefrischt (initialisiert) werden. Und das nicht nur auf Entwurfsebene, sprich im Computer, sondern auch direkt beim Programmierungsvorgang im Chip. uk

## Literatur

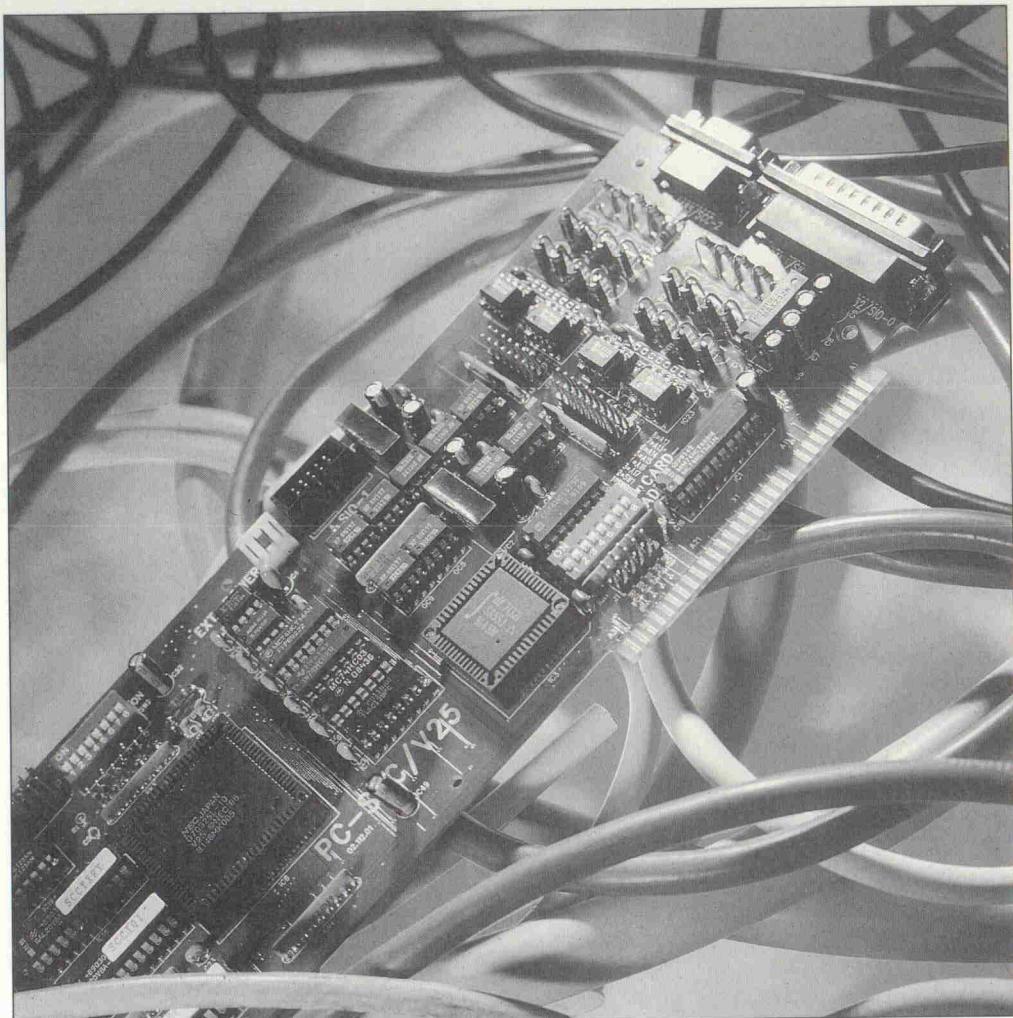
- [1] H. Pichlik, Zuverlässigkeit, ELRAD 8/90, S. 34
- [2] G. Vollmer, Spezialisten für besondere Aufgaben, ELRAD 2/92, S. 34
- [3] Achim Scharf, Christian Engel, Gatter im Quadrat, c't 11/89, S. 196
- [4] T. Zengerink, PAL-Praxis, Franzis-Verlag, München 1987

# Schnittschnelle

## Teil 2: Übertragungsformate und Systemsoftware

Alexander von Stauffenberg

Erst mit ins EPROM gegossener Intelligenz lernt die Schnittschnelle die verschiedenen Dialekte der Feldbusse zu sprechen, hier am Beispiel des Bitbus. Das Alphabet, die Grundlage des nötigen Vokabulars, kommt gleich dazu: Übertragungsformate wie NRZ, NRZI, FM1/FM0 oder Manchester.



Projekt

Die Hauptaufgabe der Schnittschnelle im PC ist das Verschicken und Empfangen von Nachrichten über ihre seriellen Schnittstellen. Und das mit unterschiedlichen Übertragungsgeschwindigkeiten, Formaten und Protokollen. Dazu bedient sich die Karte eines Chips namens SCC (Serial Communication Controller), der ihr einen Großteil der Arbeit mit den seriellen Daten abnimmt: er kodiert beziehungsweise dekodiert Bits in den Formaten NRZ, NRZI, FM1, FM0 oder Manchester, generiert oder überprüft die CRC-Prüfsumme und unterstützt die Behandlung von HDLC- und SDLC-Protokollen.

Bei den verschiedenen Verfahren, digitale Daten seriell auf

eine Leitung zu schicken, steht ein Ziel im Vordergrund: die separate Übertragung des Taktes zwecks Einsparung eines Aderspaars zu vermeiden. Dies setzt voraus, daß die empfangende Seite einen eigenen Takt erzeugt und ihn mit dem Sendetakt synchronisiert.

Je nach Übertragungsart und den Anforderungen des Mediums müssen die digitalen Datensignale in eine von mehreren möglichen elektrischen Signalformen umgewandelt werden. Dies bezeichnet man als Formatierung und die verschiedenen Darstellungsarten (Bild 1) als Formate. Es gibt unter anderem gleichstromfreie (z. B. Manchester) und selbsttaktende Formate (wie FM1/FM0, Manchester).

Letztere ermöglichen, in einem Signal neben den Dateninformationen auch den Takt zu verpacken, so daß der Sender diesen nicht separat übertragen muß.

### NRZ: Non Return to Zero

Die NRZ-Formatierung stellt eine '1' mit dem High-Pegel dar, eine '0' entsprechend mit dem Low-Pegel. Bei dieser Kodierung ist nur eine geringe Taktinformation an den Signalflanken vorhanden. Diese reicht bei zufälligen Bitfolgen, in denen lange 1- oder 0-Sequenzen auftreten, oft nicht zur Rückgewinnung des Taktes aus dem Datenstrom aus.

### NRZI: Non Return to Zero Inverted

Diese Form überträgt eine '0' per Pegelwechsel, eine '1' durch fehlenden Pegelwechsel. Diese Kodierung stellt zumindest bei 0-Folgen die Takterkennung sicher, bei langen 1-Serien erhält man dagegen keine Taktinformation. Dieses Manko kann man umgehen, indem der Sender die maximale Anzahl von Einsen begrenzt. Dazu fügt er nach einer bestimmten Anzahl von Einsen eine Null in den Datenstrom ein. Der Empfänger weiß, daß nach der festgelegten Anzahl von Einsen eine Null folgen muß, so daß er diese aus der Bitfolge entfernen kann. Dieses Verfahren garantiert, daß der Datenstrom eine minimale Anzahl von Flanken enthält, um dem Empfänger die Synchronisation zu ermöglichen.

#### *FMI/FMO: Frequency Modulation*

Bei der FM-Kodierung erfolgt eine Signalflanke bei Beginn jeder Bitzelle (Zeitraum für die Übertragung eines Bits). Die Information steckt im Vorhandensein oder Fehlen einer Flanke in der Bitzellenmitte. Bei der Variante FM1 (auch als Biphase Mark bezeichnet) stellt eine vorhandene Flanke die '1' dar, und die '0' zeichnet sich durch das Fehlen der Flanke aus. Bei

FMO (Biphase Space) ist es umgekehrt. Die garantierte Flanke zu Beginn jeder Bitzelle stellt die Synchronisation des Empfängers sicher.

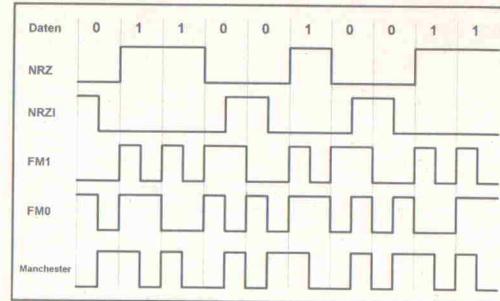
#### *Manchester*

Bei der Manchester-Kodierung ist die Information in den Signalflanken in der Bitzellenmitte enthalten. Eine steigende Flanke stellt eine Null dar, eine fallende Flanke eine Eins. Auch diese Kodierung enthält genügend Flanken, um den Takt aus dem Datenstrom zurückzugewinnen.

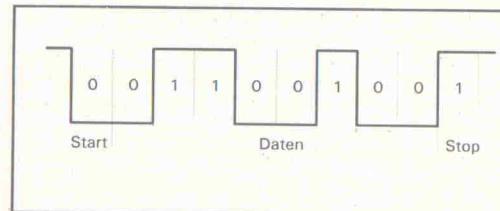
#### **Daten ohne Tritt ...**

Bei asynchroner Übertragung werden die Zeichen unabhängig voneinander übertragen, das heißt, die Zeit zwischen dem letzten Bit eines Zeichens und dem ersten Bit des folgenden Zeichens ist variabel. Damit der Empfänger Anfang und Ende eines Zeichens erkennen kann, muß der Sender mindestens ein zusätzliches Bit am Anfang (Startbit) und am Ende eines jeden Zeichens (Stopbit) einfügen (Bild 2).

Der Empfänger erreicht die Synchronisation durch Detektion des Pegelwechsels von '1' nach '0' beim Startbit. Der



**Bild 1.**  
**Daten im Wandel:** fünf Kodierungen eines Bits.



**Bild 2.**  
**RS-232 elektrisch:** die asynchrone Übertragung.

Empfänger tastet darauf in gleichbleibenden Abständen die Empfangsleitung in der Bitzellenmitte ab. Eine korrekte Synchronisation wird angenommen, wenn er die korrekte Anzahl von Stoppbits ('1') erkannt hat. Findet er jedoch statt einer Eins eine Null, so nimmt er den Verlust der Synchronisation an und interpretiert den nächsten 1-0-Übergang als Startbit eines neuen Zeichens. Dieses Verhalten ermöglicht, daß man den Empfänger während einer laufenden Übertragung einschalten kann, da er nach einer Anzahl von Versuchen ein korrektes Startbit erkennt.

Sende- und Empfangstakt dürfen in gewissen Grenzen differieren, da eine Neusynchronisation bei jedem Zeichen erfolgt. Es ist lediglich erforderlich, daß der Empfänger das letzte Stopptakt im Bitzellenbereich abtastet.

Diese Übertragungsart eignet sich besonders für Fälle, in denen die Zeichen in nicht vorhersehbaren Abständen und stark variierender Anzahl gesendet werden müssen, beispielsweise bei Tastatur- oder Mauseingaben.

#### **... und im Gleichschritt**

Demgegenüber bietet sich die synchrone Übertragung an, wenn man Datenblöcke vorhersehbarer Länge (Pakete) übertragen muß. Sie verzichtet auf das Einstreuen von Start- und Stoppbits zur Synchronisierung von Sender und Empfänger. Statt dessen erfolgt die Übertragung von Zeichen blockweise. Dabei schickt der Sender zu Beginn und gegebenenfalls am

Ende jedes Blockes ein reserviertes Zeichen zur Synchronisation, die dann während des gesamten Blockes erhalten bleibt. Dies bedeutet aber auch, daß der Datenstrom nicht abreißen darf, da ansonsten die Synchronisierung des Empfängers verloren geht.

Dieses Verfahren steigert zudem die Effizienz der Übertragung, da statt zweier zusätzlicher Bits pro Zeichen (Overhead um 20 %) nur ein oder zwei zusätzliche Zeichen pro Block übertragen werden (Overhead je nach Blocklänge bis unter 1 %).

Bei der synchronen Übertragung der Daten muß eine hohe Übereinstimmung von Sender- und Empfängertakt bestehen. Schon eine geringe Abweichung der Takte würde dazu führen, daß sich der Abtastzeitpunkt zunehmend in Richtung Bitzellengrenze verschiebt, bis er in die falsche Bitzelle fällt. Das entsprechende Bit und alle folgenden bis zum Blockende würden falsch dekodiert werden. Um den Gleichlauf von Empfänger und Sender zu gewährleisten, muß ein selbstdiskontinuierliches Übertragungsformat verwendet werden, in dem Daten und Taktinformation kombiniert sind.

Im Prinzip kann jede Signalflanke auf der Empfängerseite zur Resynchronisation dienen, wobei jedoch sichergestellt sein muß, daß in genügend kurzen Zeitabständen Signalflanken auftreten, das heißt, längere 0- oder 1-Folgen dürfen nicht vorkommen. Dies erreicht man durch geeignete Übertragungsformate, die für jedes Bit eine Signalflanke garantieren.

## Vollservice

Zur Schnittschnelle existiert eine fertige Bitbus-Implementierung. Dabei übernimmt die Karte die Abwicklung des Protokolls. PC-seitig stellt ein Treiber die Funktionen des Bitbus-Netzes für eigene Anwenderprogramme zur Verfügung. Der Aufruf der Treiberfunktionen (siehe Kasten 'Treiberfunktionen') erfolgt über einen Interrupt, Parameter werden dabei in den Prozessorregistern übergeben. Diese Vorgehensweise hat den Vorteil, daß nahezu jede Hochsprache den Treiber aufrufen kann und somit Abhängigkeiten von einzelnen Sprachen oder Sprachversionen entfallen. Ein weiterer Vorteil ist, daß Änderungen im Treiber ohne Änderung im Anwenderprogramm erfolgen können und so jedes Programm mit der aktuellen Version des Treibers zusammenarbeitet.

Das Anwenderprogramm muß vor dem Versenden einer Nachricht einen Nachrichtenpuffer reservieren. Dieser Puffer dient dem Treiber sowohl als Sende- wie auch als Empfangspuffer. Die einzelnen Felder des Puffers können vom Anwenderprogramm oder vom Treiber mit den entsprechenden Werten besetzt werden. Der Treiber reiht diesen Puffer daraufhin in eine Liste ein, und übergibt die Nachricht der Schnittschnelle. Da der Puffer gleichzeitig auch als Empfangspuffer dient, darf das Anwenderprogramm erst nach Erhalt der Antwort diesen wieder freigeben oder weiterverwenden.

Nach dem Erhalt einer Antwort ordnet der Treiber diese dem entsprechenden Empfangspuffer zu und streicht den Puffer aus seiner internen Liste. Das Anwenderprogramm kann nun die vom adressierten Knoten empfangenen Daten aus dem Nachrichtenpuffer entnehmen.

## Kleiner RACker

Die RAC-Task (Remote Access) ist ein auf dem Slave fest installiertes Programm, das dafür sorgt, daß der Master auf den Slave-Knoten zugreifen kann, ohne daß dort ein Anwendungsprogramm läuft. Auf diese Weise kann man auch ohne spezielle Programmierung der Slaves einfache Steuerungen realisieren.

Die RAC-Task definiert fünf Dienstgruppen für das Zusammenspiel von Herr und G'scherr:

- Device Control Services
- Memory Access Services
- I/O Access Services
- Task Access Services
- User Implemented Services

Die 'Device Control Services' manipulieren den Slave als ganzes: Reset Node, Node Offline, Node Information, Enable/Disable memory access, Get/Set Time.

Mit den 'Memory Access Services' kann der Master auf die verschiedenen Speicherbereiche des Slave-Knotens zugreifen: Download/Upload Data, Upload/Download Code, Read/Write Status-RAM, Read/Write Register.

Für Zugriff auf die Peripherie des Knotens sorgen die 'I/O Access Services': Read/Write I/O, Logical I/O (and, or, xor, set).

Die 'Task Access Services' sorgen für Einrichten, Ablauf und Beendigung von Nutzerprogrammen (Tasks): Create/Delete Task, Suspend/Resume Task, Get Task ID, Read Task Functions ID's, Task message exchange.

Mittels der 'User Implemented Services' kann man bei Bedarf eigene Erweiterungen der Services definieren und aufrufen: Define Service, Call Service.

Im SCC übernimmt eine DPLL (Digital-Phase-Locked-Loop) die Taktrückgewinnung [1]. Die DPLL hat die Aufgabe, die in den Flanken des Datenstroms enthaltene Taktinformation zu dekodieren und eventuell Korrekturen am Empfangstakt durchzuführen. Am Ausgang der DPLL erhält man einen Takt, der in Phase mit den Datenstrom ist. Damit ist garantiert, daß der Empfänger jedes Bit an der korrekten Stelle abtastet, selbst wenn Sende- und Empfangstakt sich etwas unterscheiden.

## Keine Fehler, bitte

Die Sicherung der übertragenen Daten erzielt man durch Hinzufügen von Prüfbits oder Prüfwörtern. Die bekanntesten Prüfverfahren sind:

- Querparität
- Längsparität (LRC)
- Zyklische Blocksicherung (CRC)

Die Querparität ist die einfachste Prüfmethode. Sie fügt jedem übertragenen Zeichen ein Bit hinzu, dessen Wert so gewählt ist, daß das Zeichen entweder eine ungerade (odd parity) oder gerade (even parity) Anzahl von

Einsen enthält. Dieses Verfahren reduziert die Rate unentdeckter Fehler nur auf ungefähr die Hälfte, da es eine gerade Anzahl von Bitfehlern nicht erkennt.

Die Längsparität (LRC, Longitudinal Redundancy Check) ähnelt der Querparität mit dem Unterschied, daß die Parität spaltenweise über die Bytes eines Blockes geformt und als extra Zeichen übertragen wird. Längs- und Querparität kann man auch kombinieren, so daß sich die Blockfehlerrate etwa um den Faktor  $10^{-4}$  verringert.

Die zyklische Blocksicherung (CRC, Cyclic Redundancy Check) ist zwar aufwendiger, dafür aber erheblich wirksamer. Sie ist nicht auf eine bestimmte Zeichengröße beschränkt, sondern kann auf eine beliebige Bitfolge angewendet werden. Dabei werden  $n$  Datenbits als Koeffizienten eines Polynoms interpretiert. Eine 16-Bit-CRC erkennt beispielsweise alle Burst-Fehler von maximal 16 Bit Länge, noch längere Fehler mit einer Wahrscheinlichkeit von 99,997% [3].

Diese Verfahren haben lediglich die Aufgabe, Übertragungsfehler mit einer gewissen Sicher-

heit aufzudecken. Der Empfänger muß dann den Fehler melden oder den falsch empfangenen Datenblock neu anfordern. Die Fehlersicherheit eines Systems kann man noch dadurch steigern, daß man den Empfänger die erhaltenen Daten einem Plausibilitätstest (Prüfung gegen den zulässigen Wertebereich) unterziehen läßt. Beispielsweise dürfte eine Wassertemperatur bei Normaldruck nicht über 100 °C liegen. Erkennt der Empfänger hier deutlich größere Werte, kann er von einem Übertragungsfehler ausgehen.

## Eingerahmt

Zeichenorientierte Protokolle übertragen die Information in Zeichen eines Codes mit fester Länge. Die dazu verwendeten Codes enthalten neben den Zeichen zur Informationsdarstellung weitere Zeichen zur Steuerung der Übertragung. Beispiele solcher Zeichen des ASCII-Codes sind:

Symbol	Bedeutung	Code
SOH	Start of Header	01H
STX	Start of Text	02H
ETX	End of Text	03H
EOT	End of Transmission	04H
SYN	Synchronisation	16H
ACK	Acknowledge	06H
NAK	Not Acknowledge	15H
DLE	Data Link Escape	10H

Da die Steuerzeichen auch im Datenstrom vorkommen können, muß der Sender ein weiteres Zeichen (DLE) einfügen, um dem Empfänger zu signalisieren, daß dieser das folgende Zeichen als Information und nicht als Steuerzeichen auswertet. Diese Vorgehensweise wird als Byte-Stuffing (Zeichenauffüllen) bezeichnet.

Die bitorientierte Übertragung verpackt die Steuerinformation in einen fest definierten Rahmen. Die einzelnen Felder dieses Rahmens liegen immer an derselben Bitposition und besitzen mit Ausnahme des Informationsfeldes eine feste Länge, die jedoch nicht an eine bestimmte Zeichengröße gebunden sein muß. Die typische Einteilung eines bitorientierten Übertragungsprotokolls besteht aus:

- Flag
- Adresse
- Steuerung
- Information
- Rahmensicherung
- Flag

Dabei dienen die Flags der Rahmenbegrenzung, das Adressfeld wählt den Empfänger des Pakets aus, das Steuerfeld enthält Daten über den Nachrichtentyp, das Informationsfeld transportiert die eigentlichen Nutzdaten und das Feld Rahmensicherung enthält das Prüfwort. Ein konkretes Beispiel dafür ist das weiter unten erläuterte Bitbus-Nachrichtenformat.

Zwischen den Übertragungsverfahren (synchron oder asynchron) und dem Protokoll besteht folgender Zusammenhang: asynchrone Übertragungsverfahren eignen sich nur für zeichenorientierte Protokolle, während die synchrone Übertragung sowohl für zeichenorientierte als auch für bitorientierte Protokolle anwendbar ist.

## Wo bleibt der Bitbus?

Seit seiner Einführung hat sich der Bitbus quasi zu einem Industriestandard entwickelt und wurde in den USA unter der Bezeichnung IEEE 1118 genormt. Mittlerweile gibt es eine Vielzahl von Implementierungen für die unterschiedlichsten Hardware-Plattformen, die nicht nur auf Intel-spezifischer Hardware und Software basieren.

Die Übertragung der Daten erfolgt auf Basis der EIA-Norm RS-485. Diese Norm erlaubt Übertragungslängen bis zu 1200 m und Datenraten bis zu 10 MBit/s. Datenrate und Übertragungslänge sind jedoch voneinander abhängig, so daß man die maximale Datenrate nur bei geringen Entfernung erreichen kann. Als Kompromiß zwischen räumlicher Ausdehnung und Geschwindigkeit erlaubt der Bitbus bei einer Datenrate von 375 KBit/s eine maximale Übertragungslänge von 300 m. Schaltet man auf 62,5 KBit/s zurück, reicht der 'Treibstoff' für eine Leitungslänge von 1200 Metern.

Um größere Entfernungen zu überbrücken, kann man Leistungsverstärker (Repeater) einsetzen. Deren Anzahl ist wiederum durch die Datenrate beschränkt: bei 375 KBit/s maximal zwei und bei 62,5 KBit/s bis zu zehn. Bei 375 KBit/s erreicht man damit Entfernung bis zu 900 m, bei 62,5 KBit/s immerhin bis zu 13,2 km. Weiterhin legt die Norm die Anzahl der Teilnehmer im Netz fest. Ein Segment (Teilnetz ohne Repeater) kann maximal 28

## Treiberfunktionen

00H – Send message: sendet eine Nachricht über die Bitbus-Verbindung. Das Anwenderprogramm muß alle Felder der Nachricht selbst ausfüllen.

01H – Test message: diese Funktion kann das PC-Programm nutzen, um zu prüfen, ob auf eine Nachricht schon eine Antwort vorliegt.

02H – Wait for message: nach Aufruf wartet der Treiber auf das Eintreffen einer Antwort zu einer Nachricht.

03H – Unlink message: entfernt eine Nachricht aus der internen Pufferliste.

04H – Unlink node: entfernt alle Nachrichten eines Knotens aus der internen Liste.

05H – Unlink all: entfernt alle Nachrichten aus der internen Liste.

06H – Version: ergibt die aktuelle Version des Treibers.

10H – RAC Reset: löst auf dem Zielknoten einen Warmstart aus.

11H – Create Task: startet auf dem Zielknoten eine Task. Die Bedeutung der in der Nachricht angegebenen Adresse ist systemabhängig.

12H – Delete Task: bricht eine auf dem Zielknoten laufende Task ab und entfernt diese gegebenenfalls aus dem Speicher.

13H – Function IDs: da das Zielsystem die Task-Nummer gibt und diese nicht festliegt, erfragt dieses Kommando zwecks eindeutiger Identifizierung die ersten n Task-ID eines Knotens.

14H – RAC-Protect: schützt Speicherbereiche des Slaves vor unerlaubten Zugriffen: 00H = Schutz aufheben, 01H = alle Speicherzugriffe sperren, 02H = nur Schreibzugriffe sperren.

15H – Read I/O, 16H – Write I/O, 17H – Set I/O: ermöglichen direkten Durchgriff auf den I/O-Bereich des Zielknotens. Set I/O unterscheidet sich von Write I/O, indem der Wert nach dem Schreiben wieder ausgelesen wird.

18H – Upload Memory, 19H – Download Memory: laden Speicherhalte vom oder zum Slave-Knoten.

1AH – Logical OR I/O, 1BH – Logical AND I/O, 1CH – Logical XOR I/O: führen die angegebenen Verknüpfungen des übermittelten Bytes mit der Peripherie durch. Die Kommandos sind die einfachere Möglichkeit als Read/Write/Set I/O, direkt I/O-Bits zu beeinflussen.

1DH – Write Status Memory, 1EH – Read Status Memory: ermöglichen den Zugriff auf den Statusbereich des Slave-Knotens.

1FH – Get Node Info: ergibt Informationen zum Slave-Knoten.

21H – Upload Code, 22H – Download Code: dienen dazu, Programme vom oder zum Knoten zu laden.

23H – Read Register, 24H – Write Register: ermöglichen den direkten Zugriff auf die Special-Function-Register der Ziel-CPU.

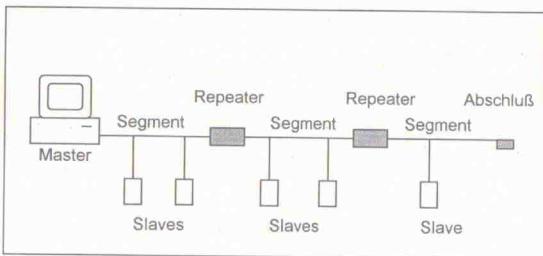
27H – Suspend Task, 28H – Resume Task: hält eine Task an (suspend) oder setzt diese fort (resume).

29H – Define Service: richtet ein benutzerdefiniertes RAC-Kommando auf dem Zielknoten ein.

2AH – Get Task ID: erfragt die Task-ID einer Task auf dem Zielknoten.

Baudrate KBit/s	Entfernung zwischen Repeatern	Anzahl der Knoten pro Segment	Anzahl der Repeater	Anzahl der Knoten im Netz	Länge des Buskabels
375	300 m	28	2	84	900 m
62,5	1200 m	28	10	250	13,2 km

**Tabelle 1:** Bei kleinen Entfernungen erlaubt der Bitbus auch hohe Übertragungsraten.



**Bild 3.**  
**Zugkräftig:** der  
PC als  
Bitbus-  
Master.

Netzknoten enthalten. Werden mehr Netzknoten benötigt, so sorgen wieder Repeater für die Signalauffrischung.

Die Verdrahtung der Knoten erfolgt in Form eines Bus (Bild 3). Dies hat den Vorteil gegenüber Stern- und Ringtopologien, daß die Erweiterung des Netzes sehr einfach ist. Ebenso muß der Bus an keiner Stelle des Netzes wie ein Ring geschlossen werden. Die Verdrahtung der Netzknoten geschieht über sogenannte Twisted-Pair-Leitungen mit mindestens drei Adern. Bei der Verwendung von Repeatern kommt noch ein Leitungspaar zur Repeatersteuerung hinzu.

Als Übertragungsverfahren dient die NRZI-Formatierung. Darauf setzt das von IBM entwickelte SDLC-Protokoll (Synchronous Data Link Control) als 'Verpackung' der Nachrichten auf. Es sorgt für eine zuverlässige Übertragung. Alle Datenrahmen erhalten eine CRC-Checksumme, die bei jedem Paket geprüft wird und somit die Übertragungssicherheit erhöht.

SDLC ist ein strenges Master-Slave-Protokoll: ein zentraler Rechner (Master) steuert die gesamte Netztätigkeit. In einem Master-Slave-Protokoll darf nur der Master eine Übertragung initiieren, wogegen Slaves nur auf Anfrage des Masters senden dürfen. So ist zum Beispiel eine Übertragung zwischen zwei Slave-Knoten nur unter Vermittlung des Masters möglich. Diesem Nachteil steht gegenüber, daß der Master die volle Kontrolle des Bus hat und er somit immer dessen Zustand kennt. Dadurch sinkt die Fehleranfälligkeit des Netzwerkes.

Der Master führt genau Buch über jeden Datenverkehr mit

jedem einzelnen Slave-Knoten, die Slaves führen dagegen Buch über jeden Datenverkehr mit dem Master. Diese Information wird in jedem Datenpaket mitgesendet, so daß der Empfänger Unstimmigkeiten wie ausstehende, verlorene oder doppelt versendete Datenpakete erkennen kann. Er kann daraufhin geeignete Maßnahmen, wie Anforderung des erneuten Versendens oder das Melden eines Protokollfehlers ergreifen.

Die Flag-Felder (Bild 4) markieren mit der reservierten Bitkombination '01111110' Anfang sowie Ende des Rahmens und sorgen für die Synchronisation. Damit der Empfänger ein gleiches in den restlichen Daten auftauchendes Byte nicht als Flag mißversteht, fügt der Sender – außer bei den Flags – nach jeweils fünf Einsen eine Null ein, die der Empfänger wieder entfernt. Dieses Verfahren bezeichnet man als Bit-Stuffing.

Das Adressfeld enthält bei Befehlen (Master an Slave) die Adresse der Zielstation, bei Antworten (Slave an Master) die Adresse des Absenders. Die Struktur des Adressfeldes ist netzabhängig. Im Control-Feld steht der Typ des Rahmens. Dabei unterscheidet man zwischen 'Information Frames', 'Supervisory Frames' und 'Unnumbered Frames': Information Frames enthalten die Daten der nächsthöheren Schicht (Nutzdaten) im Feld Data. Die Länge des Datenfeldes ist dabei variabel. Supervisory Frames dienen der Bestätigung oder sie signalisieren Bereitschaft respektive Nichtbereitschaft. Unnumbered Frames verwendet man für Aufbau, Abbau und die Kon-

Flag 01111110	Address 8 Bit	Control 8 Bit	Data n Bytes	CRC 16 Bit	Flag 01111110

**Bild 4.** Sicherer Transport und korrekte Zustellung garantiert der SDLC-Rahmen.

## Sonderausstattung

Will man eigene Protokolle verwirklichen oder Teile der Anwendungsprogramme auf der Schnittschnelle ablaufen lassen, führt der komfortabelste Weg über die Hochsprachenprogrammierung in C.

Zur Unterstützung der Programmierung mittels Microsoft C bietet sich das Profi-Ekit an. Dieses stellt an den V25 angepaßte Startup-Codes, Funktionsbibliotheken und Hilfsmittel zur Verfügung. Man kann damit Programme im Compact und Large Model, mit und ohne Floatingpoint-Unterstützung, für den Ablauf im RAM oder EPROM erzeugen.

Die angepaßten Startup-Codes des Profi-Ekits dienen der Initialisierung der Programmumgebung auf der Hardware. So werden hier interne Variablen initialisiert, Interruptvektoren gesetzt, Ports und andere Hardware in einen definierten Zustand versetzt und bei EPROM-Code gegebenenfalls vorinitialisierte Variablen ins RAM kopiert.

Die Linker unter MSDOS erzeugen in der Regel Programmdateien in einer relokabilen Form. Für die Schnittschnelle müssen alle Angaben jedoch in einer absoluten Form vorliegen. Das Programm LOCATE ersetzt alle relokablen Angaben einer EXE-Datei gegen feste Adressen, so daß das Programm auf der Ziel-Hardware ausführbar wird. LOCATE gibt wahlweise eine Binärdatei für EPROMs oder eine Intel-Hex-Datei für den Monitor-Download ins RAM aus.

Die Entwicklung der Software erfolgt in mehreren Schritten. Nachdem das Programm auf dem PC geschrieben, übersetzt und gelinkt wurde, erzeugt LOCATE daraus eine Intel-Hex-Datei. Diese lädt man zum Debuggen in das RAM der Schnittschnelle und startet es unter Monitorkontrolle. Ist das Programm einmal fehlerfrei, erstellt LOCATE ROM-fähigen Code, den man dann in einen passenden Baustein brennen kann.

Die Kommunikation des PC mit der Schnittschnelle erfolgt während der Entwicklung über das Dual-Ported-RAM. Hierfür steht ein Terminalprogramm zur Verfügung, mit dem man auch Programme im Intel-Hex-Format in das RAM der Karte laden kann. Da deswegen ein Teil des Dual-Ported-RAMs nicht mehr für das Anwenderprogramm zur Verfügung steht, besteht alternativ die Möglichkeit, den Monitor über eine serielle Verbindung der Schnittschnelle zu bedienen.

Name	Offset	Länge
Reserved (link address)	0	1
Reserved (link control)	1	1
Length	2	1
Flags	3	1
Device address	4	1
Source / Destiny Task	5	1
Command / Response	6	1
Info	7	0 bis 248

Tabelle 2: Der Bitbus-Nachrichtenrahmen.

trolle der Verbindung. Das Prüffeld enthält schließlich die CRC-Checksumme des Paketes.

## Von Task zu Task

Der Bitbus-Standard erlaubt eine Kommunikation zwischen verschiedenen Tasks auf dem Master mit beliebigen Tasks auf den Slave-Knoten. Hierzu ist das Format der Datenpakete in zwei Bereiche unterteilt (Tabelle 2): die ersten sieben Bytes

eines Datenpaketes enthalten Verwaltungs- und Routinginformationen wie unter anderem Länge des Paketes, Zielknoten, Ziel- und Absendertask. Der zweite Bereich enthält die Nutzdaten.

Die reservierten Felder Link Address und Link Control dienen dem Verbindungsaufbau und der Verwaltung. Length enthält die Gesamtlänge der Bitbus-Nachricht (zwischen 7 und 255 Byte). Flags liefert In-

formationen zum Routen der Nachricht. Folgende Bits sind definiert:

MSB LSB  
MT SE DE TR Reserviert (4 Bit)

Message Type (MT) gibt an, ob das Paket eine Anfrage oder eine Antwort ist. Der Master muß dieses Bit löschen, der Slave dagegen setzen. Source Extension (SE) zeigt mit '1' an, daß Quelle oder Ziel eine Master-Extension (ein dem Bitbus-Knoten nachgeschalteter Rechner) ist. Ist es gleich Null, ist der Master selbst die Datenquelle oder das Ziel. Destination Extension (DE) gilt entsprechend für die Slave-Seite. Das Track-Bit (TR) dient der Verwaltung von Nachrichten: beim Versenden einer Nachricht muß der Absender es löschen.

Device Address enthält das Ziel von Anfragen und die Herkunft von Antworten: die Knotenadresse. Das Feld Source/Destination Task gibt Herkunfts-(Bit 7...4) und Ziel-Task (Bit 3...0) einer Anfrage oder Antwort an. Der eigentliche Befehl vom Master oder Status-Meldungen des adressierten Slaves stehen schließlich im Feld Command/Response.

Im variablen Bereich Command Arguments stehen die für ein Kommando nötigen Argumente: Bitmuster, Code- oder Datensequenzen. Dieses Feld kann zwischen 0 und 248 Bytes lang sein.

Bei den Tasks nimmt die Task 0 eine Sonderstellung ein. Sie trägt die Bezeichnung RAC-Task (Remote Access Task) und stellt eine Reihe von definierten Kommandos zur Verfügung. Zu den RAC-Kommandos (siehe Kasten 'Kleiner RACker') zählen unter anderem Lese- und Schreibzugriffe auf Speicher-, Code- und I/O-Bereiche, das Starten und Löschen von Anwendertasks. Allein mit der RAC-Task lassen sich so häufig Anwendungen realisieren, die ohne spezielles Programm auf dem Slave auskommen.

## Literatur

- [1] Am85C30 Serial Communication Controller, 1992 Technical Manual, AMD
- [2] Färber, Bussysteme, 2. Auflage, Oldenbourg Verlag
- [3] Conrads, Datenkommunikation, 2. Auflage, Vieweg Verlag
- [4] A. v. Stauffenberg, Handbuch zur PC-SCCV25, taskit, Berlin

\*\*\*\*\*  
\* Richard Rohlederer \*  
\* Elektronik -Versand \*  
\* Saarbrücker Str. 43 \*  
\* 66106 Nürnberg \*  
\* Tel.: 0911/485561 \*  
\* Fax: 0911/484137 \*  
\*\*\*\*\*

Mainboards				
386DX - 40	/ 128k Cache	279,-		
486DX - 33	/ 256k Cache	790,-		
2x VesaLB	max. 32MB	849,-		
486DX - 40	/ 256k 2x VLB	1190,-		
486DX - 50	/ 256k Cache	2x Vesa loc.	max. 32MB	1290,-
I/O - Karten				
2ser/1par/1game	mit 1x 16550	69,-		
2 x seriell		29,-		
2 x seriell	mit 1x 16550	49,-		
Floppylaufwerke				
Teac 5.25"	1.2 MB	109,-		
Teac 3.5"	1.44MB	99,-		
Festplatten AT - Bus 3.5"				
WD AC-2250	256MB 13ms	499,-		
WD AC-2340	340MB 13ms	649,-		
WD AC-2420	425MB 13ms	859,-		
Grafikkarten				
Cyrus logic VLB		229,-		
Elsa Win. 1000 ISA/VLB	1MB	639,-		
Elsa Win. 1000 ISA/VLB	2MB	819,-		
microCRYSTAL 8S VL/ISA/EISA		485,-		
V7 - Vega ISA 1MB GD	5426	279,-		
V7 - Vega VLB		319,-		
V7 - Mirage ISA 1MB 86C801		379,-		
V7 - Mirage VLB	86C805	419,-		
Speicher				
SIMM 1M x 9	- 70	a.Anfr.		
SIMM 1M x 9	- 60	a.Anfr.		
SIMM 4M x 9	- 70	a.Anfr.		
Co - Prozessoren IIT				
80287 - 12 / 20		109,-		
80387 - 16SX Intel loose		69,-		
80387 - 20/25 SX		129,-		
80387 - 40		159,-		
Cache - RAMs				
61256-20 (CY7C198	32kx8)	25,-		
61416-15 (CY7C164	16kx4)	19,-		
Programmiergeräte				
XTC 310 4-fach Eepromer				
Eeproms von 2716 - 1MB				
8-Bit Steckkarte	mäßigest.	290,-		
XTC 330 Universal-Prommer				
IC-Testfunktion Programmier-				
spannung und Geschwindigkeit				
einstellbar; Typenspektrum				
mit Softwareunterstützung:				
2716 - 27C4001 PLD PAL,				
GAL PEEL PROM, MPU-Serie				
8748/49, 8751, 286E11/21,				
63701, 7742/82				
Testspektrum: TTL 74...				
CMOS 40/45, SRAM, DRAM		899,-		
Sound- und Videokarten				
Soundblaster 16 ASP		479,-		
Soundblaster 16		368,-		
Wave Blaster		398,-		
Software				
MS-DOS 5.0 (OEM)		89,-		
MS-DOS 6.0		139,-		
MS-Windows 3.1 (OEM)		89,-		
Works 2.0 f. Windows (OEM)		169,-		
MS-DOS 5.0 + Windows 3.1		168,-		
DOS 5.0 + Windows + Works		295,-		
Versand per Nachnahme zuzügl.				
Versandkosten oder gegen Ein-				
sendung eines V-Schecks (Ver-				
sendungsprämie DM 8.50); Weitere				
Artikel (z.B. elektronische				
Bauteile aller Art)a. Anfrage.				
Zwischenwerk., Preisänderungen,				
Trottum vorbehalten.				
Um- und Ausbau vorhandener Com-				
putersysteme nach Vereinbarung;				
Inzahlungnahme gebrauchter Teile				
und Geräte möglich.				

# Mathematic Park

36 technisch-wissenschaftliche Taschenrechner im Überblick

Markt

Johannes Knoff-Beyer,  
Stefan Rau

Wenige Wochen nach Studienbeginn machen sich viele Erstsemester Gedanken über die Anschaffung eines technisch-wissenschaftlichen Taschenrechners. Auch im Hinblick auf das bevorstehende Weihnachtsfest steht ein solcher Rechner oft auf der Wunschliste. Neben den Tips von Professoren und 'älteren Semestern' ist auf einem derart schnellebigen Marktsegment eine Zusammensetzung der aktuellen Modelle sicher hilfreich. Hier bieten wir eine Entscheidungshilfe.



In einen Taschenrechner investieren Techniker und Ingenieure in aller Regel zu Beginn ihrer Ausbildung beziehungsweise ihres Studiums. Mit den erstandenen Geräten sind sie dann auch meistens für Jahre oder Jahrzehnte zufrieden. Dafür gibt es wohl zwei Gründe: Einerseits ist immer das Gerät das beste, mit dem man am meisten arbeitet, andererseits fehlt in der beruflichen Praxis die Zeit, sich mit dem jeweils aktuellen Standard zu beschäftigen, zumal gerade im Berufsleben aufwendigere Rechnungen in den meisten Fällen am Arbeitsplatzrechner erfolgen. Die 'Erstausstattung' will also gut überlegt sein, da insbesondere die eng bemessene Studentenbörse kaum Luft für Experimente in Richtung hochwertiger Taschenrechner zuläßt.

Die in den Schulen vermittelten mathematischen Grundkenntnisse decken den in der Ausbildung zu erwartenden Stoff bei weitem nicht ab, weshalb das erste Mathematik-Semester normalerweise mit einer Wiederholung der gesamten bis dahin erlernten Kenntnisse beginnt. Gelegentlich geben Ausbilder/Professoren Tips zur Auswahl eines geeigneten Taschenrechners; das Einholen von Ratschlägen älterer Se-

mester kann jedoch nie schaden. Ein technisch-wissenschaftlicher Rechner sollte zumindest folgende Funktionen bieten:

- mehrere Speicherplätze,
- trigonometrische Funktionen und deren Inverse (zählt heutzutage zum Standard),
- hyperbolische und Exponentenfunktionen (ebenfalls Standard),
- statistische Funktionen inklusive Verteilungsfunktionen sowie
- komplexe Funktionen.

## Eingabesyntax

Grundsätzlich gibt es zwei Möglichkeiten, Daten in einen Taschenrechner einzugeben und auszuwerten. Während herkömmliche Taschenrechner für sich in Anspruch nehmen, daß man Formeln so eingibt, wie sie auf dem Papier *stehen*, verlangen UPN-Rechner, daß man die Formeln so eingibt, wie man sie auf dem Papier *lösen* würde. Wie ist dieser Unterschied zu verstehen? Bietet man einem AOS-Rechner beispielsweise die Gleichung  $1 + 2 =$  an, so löst das Betätigen der Funktionstaste '+' eine 'versteckte' Funktion aus: Der Rechner erkennt, daß die Dateneingabe be-

endet ist. Bei UPN-Rechnern gibt es keine versteckten Funktionen, hier lautet die entsprechende Eingabe  $1 <\text{Enter}> 2 +$ . Damit wird dem Benutzer unmissverständlich klar, daß sich das Datum '1' in einem gesonderten Speicher – einer Stackzelle – befindet.

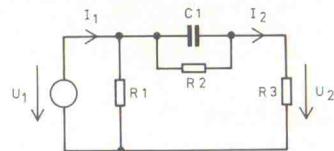
Verlangt ein UPN-Rechner, daß man sich mit seiner Architektur auseinandersetzt, so tut er dies jedoch wenigstens offensichtlich. Vergißt man bei der Eingabe komplizierterer Gleichungen auf scheinbar einfacher zu bedienenden AOS-Rechnern die versteckten Funktionen, sind fehlerhafte Rechenergebnisse vorprogrammiert. Im übrigen darf man von einem Naturwissenschaftler und Techniker wohl erwarten, daß er sich über das zu lösende Problem im klaren ist und nicht einfach Formeln abtippt. Einmal UPN-gewöhnt, möchte man diese Eingabeform nicht mehr missen, da sie übersichtlich und vor allem schnell ist. Es gibt aber noch einen weiteren Vorteil: Eine Funktion, die mehr als zwei Eingabegrößen oder mehrere Ausgabegrößen aufweist, kann man im allgemeinen mit der normalen Taschenrechnerlogik nicht mehr bearbeiten. Auf dem Stack kann eine Funktion beliebig viele Eingangs- und Ausgangsgrößen übergeben.

Ein weiterer wichtiger Punkt ist der Umfang und die Typenabhängigkeit der eingebauten Funktionen. Gerade für Studenten der Elektrotechnik ist die Fähigkeit eines Rechners, komplexe Berechnungen durchführen zu können, von Bedeutung. Da ein solches Studium zu einem beachtlichen Teil aus komplexer Mathematik besteht, ist es hinderlich, derartige Rechenschritte ‘zu Fuß’ auszuführen; in Klausuren kann dies wertvolle Zeit kosten. Dabei sollte die Typenkonvertierung automatisch ablaufen: Wenn bei einer Multiplikation einer komplexen mit einer reellen Zahl letztere zunächst komplex zu erweitern ist, resultiert daraus eine relativ umständliche Arbeitsweise.

## Funktionsumfang und Typen

Folgende Datentypen sollte der Taschenrechner beherrschen:

- reell: die normale Fließkommadarstellung eines jeden Taschenrechners;
- komplex: benötigt man insbesondere in der Elektrotechnik zum Berechnen von Wechselgrößen. Beispielsweise sei in der dargestellten Schaltung die Spannung  $U_2$  zu berechnen:



$$U_1 = I_2 \times (1/(j\omega C_1) \parallel R_2 + R_3)$$

$$U_2 = I_2 \times R_3$$

$$U_2 = R_3 \times U_1 / (1/(j\omega C_1) \parallel R_2 + R_3)$$

Ein komfortabler Taschenrechner erlaubt eine derartige Eingabe. Das Zeichen  $\parallel$  steht für das Berechnen einer Parallelschaltung als Beispiel einer benutzerdefinierten Funktion.

– Matrix, Vektor: dient der Beschreibung von Systemen. Dreidimensionale Vektoren sollten rechtwinklig, als Zylinder- oder als Kugelkoordinaten dargestellt werden können. Ebenso wichtig ist eine einfache Eingabe für reelle sowie komplexe Matrizen.

– algebraisch: zur symbolischen Berechnung. Man benötigt diesen Typ zum Beispiel in der Meßtechnik, wenn das Zeitverhalten von Meßsystemen

nach verschiedenen Variablen mehrmals zu differenzieren ist, um eine Aussage über das System zuzulassen. Dabei kommen Ausdrücke zu stande, die mehr als eine Zeile auf dem Papier füllen würden – ganz abgesehen davon, daß die Fehleranfälligkeit sehr hoch ist. Mit einem Taschenrechner kann so etwas nicht passieren, es sei denn, man vertippt sich bei der Eingabe.

In der Praxis nicht unbedingt notwendige Datentypen dagegen sind:

- Liste: sie ist eine Menge der Mengenalgebra. Eine Liste darf beliebige Typen in beliebiger Reihenfolge und Anzahl enthalten. Ein Programm sollte stets auf diese Liste zugreifen können. Beherrscht der Rechner diesen Typ, dann können auf sehr einfache Weise komplizierte Algorithmen realisiert werden, die sonst an einer aufwendigen Speicher verwaltung scheitern würden. Listen sind oft eine elegante Möglichkeit, Arrays mit festem Format zu ersetzen.
- integer: für binäre und logische Operationen; ein eher selten benötigter Typ.
- String: nur wichtig für den Benutzerdialog. Ausgabetexte oder Eingaben werden in Strings übergeben.
- Größen mit Einheiten sind relativ interessant für die Physik, haben aber sonst wenig Bedeutung.

## Programmierbarkeit

Der Funktionsumfang der heute üblichen programmierbaren Taschenrechner ist für die meisten Fälle ausreichend. Sollte dennoch eine Funktion fehlen, so läßt sich diese im allgemeinen programmieren. Wohl am häufigsten verwendet wird die Möglichkeit, Formeln einmal einzugeben und dann mit unterschiedlichen Werten auszurechnen. Aber schon für eine etwas komplexere Formel reicht ein herkömmlicher Taschenrechner mit Formelspeicher nicht mehr aus. Sollen die Formeln nachträglich auch noch editiert werden, kommt nur noch ein programmierbarer Taschenrechner in Frage.

Kleinere Rechner verfügen über eine relativ einfache Programmiersprache, die bewirkt, daß Tastaturlbefehle nacheinander abgearbeitet werden. Meistens

stehen hier nur einfache Schleifenbefehle zur Verfügung. Ein solches Programm ist unübersichtlich und nur schwer editierbar.

Die bekannteste höhere Programmiersprache ist BASIC, die auch auf etlichen Rechnern implementiert ist. Für kleine Programme ist eine gewisse Übersichtlichkeit gewährleistet. Die Programmierung gestaltet sich einfach, ein Programm ist relativ leicht nachvollziehbar. Eine weitere Möglichkeit ist die Erstellung der Programme in einer strukturierten Programmiersprache.

## Definierbare Funktionen

Man unterscheidet grundsätzlich zwischen drei Arten ausführbarer Codes: Programme, Prozeduren und Funktionen. Ein Programm startet ohne Parameter, es fragt die nötigen Größen direkt ab. Das Ergebnis steht im allgemeinen nicht für eine nachfolgende Bearbeitung zur Verfügung. Eine Prozedur hingegen hat zwar Ein-, dafür aber keine Ausgabeparameter. Eine Funktion bildet aus einer Reihe von Übergabeparametern einen oder mehrere Ausgabeparameter.

Falls der eingebaute Funktionsvorrat nicht ausreicht, kann man ihn durch selbst definierte Funktionen erweitern. Eine solche Funktion muß wie eine fest eingebaute aufgerufen werden können. Mit dem Ergebnis sollte man anschließend ganz normal weiterrechnen können.

Erliegt programmierbare Rechner verfügen über einen Taschenrechner-Modus und einen Programm-Modus, der die Ausführung der Programme ermöglicht. Eine Übergabe der Daten ist im allgemeinen nicht möglich. In dieser Rechnerphilosophie stellt ein Programm keine Erweiterung der eingebauten Funktionen dar, sondern eine unabhängige Einheit. Andere Taschenrechner haben nur einen Modus: Funktionen liefern Ergebnisse zurück, die sich bei Bedarf auch weiter verarbeiten lassen. Die Philosophie hier läßt sowohl unabhängige Programme als auch Funktionen zu.

Hat man ein Programm geschrieben, dann sollte man es auch so im Rechner ablegen können, daß ein Wiederauffinden sehr einfach ist. Die beste

Lösung einer übersichtlichen Ablage ist dann gegeben, wenn der Rechner die Programmverwaltung zum Beispiel mit einem hierarchischen Menüsysteem unterstützt. Wenig-Programmierer sollten hier jedoch keinen Schwerpunkt setzen.

## Hardware

Einige programmierbare Taschenrechner verfügen über einen Druckeranschluß. Viele Hersteller benutzen hier leider eigene Schnittstellen, eher selten ist ein Standard-Interface wie beispielsweise eine RS-232-Schnittstelle. Zum Beispiel die Pinbelegung sollte aber stets dokumentiert sein. Eine bidirektionale Schnittstelle ermöglicht dann eine Datensicherung oder auch den Transfer von Programmen vom beziehungsweise zum PC. Eine üppige Ausstattung an Schnittstellen ist in jedem Fall von Vorteil. Auf der Softwareseite sollte ein genormtes Protokoll die Schnittstelle unterstützen. Der Datenaustausch zwischen verschiedenen Rechnern gestaltet sich dann besonders einfach.

Die empfohlene Speichergröße beginnt bei einigen KB, wenn der Anwender nur das Nötigste programmieren will, bis zu über hundert KB, wenn sich viele Programme gleichzeitig im Taschenrechner befinden sollen. Sehr sinnvoll sind auch Steckkarten, mit denen man den Speicher erweitern kann.

Auch äußere Merkmale sind von nicht untergeordneter Bedeutung: Wie fühlt sich die Tastatur an? Folientasten haben erfahrungsgemäß die geringste Lebensdauer, sind dafür aber schmutzunempfindlich. Folientasten zählen bei technisch-wissenschaftlichen Taschenrechnern jedoch nicht zum Standard, hier haben sich Kurzhubtasten durchgesetzt. Das beste Tippgefühl geben Tasten mit deutlichem Druckpunkt.

Ein hoher Stromverbrauch – insbesondere bei batteriebetriebenen Geräten – ist heutzutage nicht angesagt. Wie lange eine Batterieladung hält, sollte man nicht nur anhand von Prospekten, sondern auch durch eine Anwenderbefragung sicherstellen. Einige Taschenrechner verfügen nicht nur über Solarzellen für den direkten Betrieb, sondern enthalten zudem eine langlebige Stützbatterie, die Berechnungen auch unter ungünstigen Licht-

verhältnissen gestattet beziehungsweise zum dauerhaften Abspeichern eingegebener Programme dient.

Unter einer komfortablen Bedienung versteht man die Eingabe einer Formel mit möglichst wenigen Tastenbetätigungen. Eine Tastatur mit fünffacher Belegung und wenigen Tasten ist sicher komplizierter zu bedienen als eine mit doppelter Belegung und vergleichsweise vielen Tasten. Vertippt man sich bei der Eingabe, sollte man entweder mit einer UNDO-Funktion die letzte Eingabe zurücknehmen oder eine Backspace-Taste betätigen können.

Zu den weiteren Features von Taschenrechnern zählen:

- Debugger: Es reicht, wenn der Debugger ein Programm Schritt für Schritt abarbeiten kann und die Möglichkeit bietet, Breakpoints zu setzen.
- Gleichungslöser: In eine beliebige Formel mit verschiedenen Parametern setzt man hiermit mehrere Werte ein.
- Grafikdarstellung: Die Funktion einer Formel kann grafisch wiedergegeben werden. Beliebige Ausschnitte aus dieser Darstellung sollten relativ einfach ausgewählt werden können.
- algebraische Verarbeitung: Der Rechner kann dabei symbolisch mit Gleichungen rechnen.
- Umrechnung: Größen mit verschiedenen Einheiten kann man ineinander umrechnen.
- Naturkonstanten: Oft benötigte physikalische Konstanten sind per Tastendruck verfügbar.

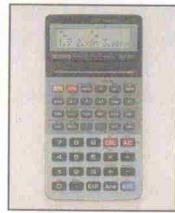
Vorsicht: In einigen Prüfungen sind programmierbare Taschenrechner nicht zugelassen; dort ist man dann gezwungen, einen einfachen Taschenrechner zu verwenden. Wenn man in solch einem Fall einen UPN-Rechner gewohnt ist, hat man praktisch keine Chance, eine rechenintensive Prüfung zu bestehen. Damit jedoch keine persönlichen Nachteile entstehen, lassen in derart gelagerten Fällen viele Prüfer zu, den gewohnten Rechner zu benutzen.

In den folgenden Kurzbeschreibungen sind die Rechner in drei Gruppen eingeteilt: einfache Typen ohne Programmierungsmöglichkeit, programmierbare Ausführungen sowie Rechner mit Grafikdisplay. kb

## Einfache technisch-wissenschaftliche Taschenrechner

### Casio FX-D 400

- 171 Funktionen
- 16-Zeichen-Dot-Matrix-Display
- Berechnungen mit komplexen Zahlen
- SCI/FIX/ENG-Funktion
- Saldierender Speicher



- 6 Konstantenspeicher
- Bruchrechenautomatik
- Prozentrechnung
- 24 Klammerebenen
- Umrechnung von Polarkoordinaten in kartesische Koordinaten und invers
- Hyperbolische Funktionen und deren Inverse
- Neugrad, Altgrad und Bogenmaß
- Umrechnung von Sexagesimal- in Dezimalzahlen und invers
- Zufallszahlengenerator
- Vorzeichenwechsel
- Zweidimensionale Statistik
- Standardabweichung
- Summenbildung
- Permutation, Kombinatorik
- Berechnung der Regressionskoeffizienten A, B
- Batteriebetrieb
- Mit Hardcase
- Replayfunktion (komplette Anzeige des Rechenvorgangs)
- unverb. Preisempf. DM 64,90

### Casio FX-115 D

- 167 Funktionen
- 10 + 2stellige Anzeige
- Rechnen mit komplexen Zahlen
- SCI/FIX/ENG-Funktion
- Saldierender Speicher
- 6 Konstantenspeicher
- Bruchrechenautomatik
- Prozentrechnung
- 18 Klammerebenen
- Umrechnung von Polarkoordinaten in kartesische Koordinaten und invers
- Hyperbolische Funktionen und deren Inverse

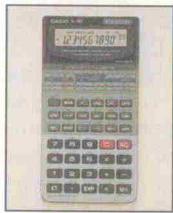


- Neugrad, Altgrad und Bogenmaß
- Umrechnung von Sexagesimal- in Dezimalzahlen und invers
- Zufallszahlengenerator
- Vorzeichenwechsel
- Zweidimensionale Statistik
- Standardabweichung
- Summenbildung
- Permutation, Kombinatorik

- Summenbildung
- Permutation, Kombinatorik
- Berechnung der Regressionskoeffizienten A, B
- Rechnen und Umrechnen in Dezimal-, Hexadezimal-, Oktal- und Binärzahlen
- Logische Verknüpfungen AND, OR, NOT, XOR und XNOR
- Batteriebetrieb mit Stützbatterie
- Mit Hardcase
- unverb. Preisempf. DM 44,90

### Casio FX-500

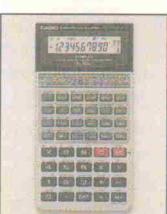
- 81 Funktionen
- 10 + 2stelliges LC-Display
- SCI/FIX/ENG-Funktion
- Saldierender Speicher
- Prozentrechnung
- Bruchrechenautomatik
- 18 Klammerebenen
- Berechnung quadratischer Gleichungen
- Berechnung von Gleichungen mit 2 und 3 Unbekannten



- Hyperbolische Funktionen und deren Inverse
- Umrechnung von Polarkoordinaten in kartesische Koordinaten und invers
- Neugrad, Altgrad und Bogenmaß
- Umrechnung von Sexagesimal- in Dezimalzahlen und invers
- Zufallszahlengenerator
- Vorzeichenwechsel
- Zweidimensionale Statistik
- Standardabweichung
- Summenbildung
- Permutation, Kombinatorik
- Berechnung der Regressionskoeffizienten A, B
- Solarzellenbetrieb mit Stützbatterie
- Mit Hardcase
- unverb. Preisempf. DM 29,90

### Casio FX-570 AD

- 199 Funktionen
- 10 + 2stellige Anzeige
- Rechnen mit komplexen Zahlen
- SCI/FIX/ENG-Funktion
- Saldierender Speicher
- 32 physikalische Konstanten
- 6 Konstantenspeicher



- Prozentrechnung
- 18 Klammerebenen
- Umrechnung von Polarkoordinaten in kartesische Koordinaten und invers
- Hyperbolische Funktionen und deren Inverse
- Neugrad, Altgrad und Bogenmaß
- Umrechnung von Sexagesimal- in Dezimalzahlen und invers
- Zufallszahlengenerator
- Vorzeichenwechsel
- Zweidimensionale Statistik
- Standardabweichung
- Summenbildung
- Permutation, Kombinatorik

- Berechnung der Regressionskoeffizienten A, B
- Rechnen und Umrechnen in Dezimal-, Hexadezimal-, Oktal- und Binärzahlen
- Logische Verknüpfungen AND, OR, NOT, XOR und XNOR
- Batteriebetrieb
- unverb. Preisempf. DM 34,90

### Casio FX-85 VH

- 129 Funktionen
- 8 + 2stellige Anzeige
- SCI/FIX/ENG-Funktion
- Saldierender Speicher
- 6 Konstantenspeicher
- Bruchrechenautomatik
- Prozentrechnung
- 18 Klammerebenen



- Umrechnung von Polarkoordinaten in kartesische Koordinaten und invers
- Hyperbolische Funktionen und deren Inverse
- Neugrad, Altgrad und Bogenmaß
- Umrechnung von Sexagesimal- in Dezimalzahlen und invers
- Zufallszahlengenerator
- Vorzeichenwechsel
- Zweidimensionale Statistik
- Standardabweichung
- Summenbildung
- Permutation, Kombinatorik
- Berechnung der Regressionskoeffizienten A, B
- Solarzellenbetrieb mit Stützbatterie
- Mit Hardcase
- unverb. Preisempf. DM 39,90

### Casio FX-95

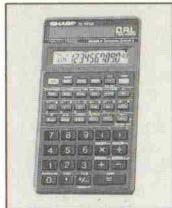
- 81 Funktionen
- 10 + 2stelliges LC-Display
- SCI/FIX/ENG-Funktion
- Saldierender Speicher
- Prozentrechnung
- Bruchrechenautomatik
- 18 Klammerebenen
- Berechnung quadratischer Gleichungen
- Berechnung von Gleichungen mit 2 und 3 Unbekannten



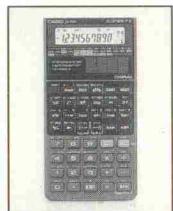
- Hyperbolische Funktionen und deren Inverse
- Umrechnung von Polarkoordinaten in kartesische Koordinaten und invers
- Neugrad, Altgrad und Bogenmaß
- Statistische Funktionen
- Standardabweichung
- Summenbildung
- Zufallszahlengenerator
- Batteriebetrieb
- Mit Hardcase
- unverb. Preisempf. DM 29,90

## Casio FX-991 H

- 199 Funktionen
- 10 + 2stellige Anzeige
- Rechnen mit komplexen Zahlen
- SCI/FIX/ENG-Funktion
- Saldierender Speicher
- 32 physikalische Konstanten
- 6 Konstantenspeicher
- Prozentrechnung
- 18 Klammerebenen
- Umrechnung von Polarkoordinaten in kartesische Koordinaten und invers



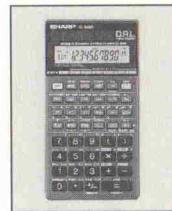
- 15 Klammerebenen
- Algebraische Eingabe-Logik
- Hyperbolische Funktionen und deren Inverse
- Bruchrechnung
- Rechnen mit 4 Zahlensystemen
- Logische Verknüpfungen
- Eindimensionale Statistik
- Prozentautomatik
- Rechnen im Sexagesimalsystem
- Solarzellen-/Batteriebetrieb
- Klappetui
- unverb. Preisempf. DM 39,95



- Hyperbolische Funktionen und deren Inverse
- Neugrad, Altgrad und Bogenmaß
- Umrechnung von Sexagesimal- in Dezimalzahlen und invers
- Zufallszahlengenerator
- Vorzeichenwechsel
- Zweidimensionale Statistik
- Standardabweichung
- Summenbildung
- Permutation, Kombinatorik
- Berechnung der Regressionskoeffizienten A, B
- Rechnen und Umrechnen in Dezimal-, Hexadezimal-, Oktal- und Binärzahlen
- Logische Verknüpfung AND, OR, NOT, XOR und XNOR
- Solarzellenbetrieb mit Stützbatterie
- unverb. Preisempf. DM 39,90

## MBO Alpha 102 Solar

- 10 + 2stelliges LC-Display
- Vorzeichenwechsel
- Bruchrechnung
- Umrechnung in Dezimal-, Hexadezimal-, Oktal- und Binärzahlen
- Hyperbolische Funktionen und deren Inverse
- 1 freier Speicher
- Statistische Funktionen



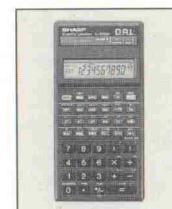
- Logische Verknüpfungen
- Zweidimensionale Statistik
- Verschiedene Regressionsanalysen
- Wahrscheinlichkeitsberechnung der Normalverteilung
- Rechnen mit komplexen Zahlen
- Lineare Gleichungen mit 3 Unbekannten
- 20 physikalische Konstanten
- Prozentautomatik
- Rechnen im Sexagesimalsystem
- Rückruf des letzten Ergebnisses
- Solarzellen-/Batteriebetrieb
- Klappetui
- unverb. Preisempf. DM 49,90

## Sharp EL 531 GH

- Standardabweichung
- Summenbildung
- Umrechnung von Sexagesimal- in Dezimalzahlen und invers
- Umrechnung von Polarkoordinaten in kartesische Koordinaten und invers
- Logische Verknüpfungen AND, OR, XOR, XNOR und NOT
- FLOAT/SCI/ENG-Funktion
- Neugrad, Altgrad und Bogenmaß
- 15 Klammerfunktionen in 6 Ebenen
- Solarzellenbetrieb
- unverb. Preisempf. DM 35,-

## Sharp EL 520 G

- 168 Funktionen
- 10 + 2stelliges LC-Display
- 1 Speicher



# Electronics Workbench®

## *Das Elektroniklabor im Computer*

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

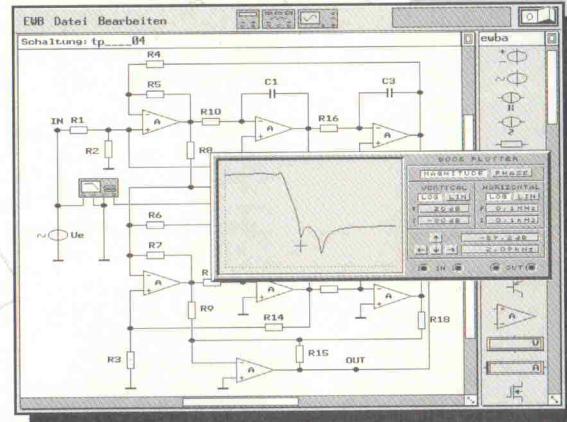
Minimale Einarbeitungszeit durch einfache Benutzeroberfläche und interaktives Hilfesystem. Software und Handbuch in deutscher Sprache ! Schaltzeichen in DIN-Norm.

Mit Weltweit über 50.000 Installationen in Firmen, Schulen und Hochschulen die Nummer 1 auf dem Simulationsmarkt.

Erfolgreich getestet vom bayerischen Staatsinstitut für Schulpädagogik.

Testberichte in Elrad 6/91 und 11/91, Elektor und ESM 1/92, electronic Magazin 7/92, Radio-Fernsehen Elektronik 12/92, M+K Computer Markt 2/93 und 4/93, Byte-Magazine, Info World, ...

Referenzen: BASF, BIZERBA, BOSCH, CONDUCTA, DLR, MOTOROLA, PHILIPS, SIEMENS, THYSSEN, VARTA, GRUNDIG, FH DORTMUND, FH KIEL, FH MÜNCHEN, NASA, BUNDESWEHR, ...



### Electronics Workbench Professional 3.0

**1.035,00 DM**

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

### Electronics Workbench Education 3.0

**660,00 DM**

Die Version entspricht der Professionalversion und kann ausschließlich von Studenten, Schülern und Lehrern gegen Vorlage eines gültigen Nachweises (Immatrikulationsbescheinigung, original Schulnachweis) erworben werden.

### Electronics Workbench Hobby

**328,00 DM**

(Limitierung auf 20 Bauteile, unbegrenzte Knotenzahl, keine Makrofunktion, keine EMS-XMS-Unterstützung, keine Co-Prozessor-Unterstützung, Upgrade-Möglichkeit auf Professional-Version).

### Electronics Workbench Demoversion

**20,00 DM**

(Limitierung auf 10 Bauteile, keine Speicher- und Druckfunktion, keine Co-Prozessor-Unterstützung, mit Demo-Handbuch) - **Gegen Schein !**

**Exclusiv bei**  
**Com Pro Hard & Software Beratung**  
**Vogelsangstr. 12 D-70176 Stuttgart**  
**Tel. 0711 - 628275 Fax. 0711 - 620323**

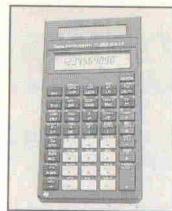
**(auch für Österreich, Schweiz, und Luxemburg)**

Alle Preise zuzüglich Versandkosten. Lieferung per Nachnahme oder Vorauskasse (Verrechnungsscheck, Bar). Lieferung an Großfirmen, Schulen, Universitäten gegen Rechnung. Änderungen vorbehalten. Warenzeichen werden ohne Gewährleistung einer freien Verwendung benutzt. Auskunft auf Schulrabatte nur gegen schriftliche Anfrage (Post/Fax) einer Schule/Universität. (Alte PLZ: 7000 Stuttgart 1)

- Prozentautomatik
- Rückruf des letzten Ergebnisses
- Batteriebetrieb
- Schiebeetui
- unverb. Preisempf. DM 24,95

### Sharp EL 556 G

- 276 Funktionen
- 10 + 2stellige Anzeige
- Vierstellige Bedienerführung
- 1 + 6 Speicher
- 15 Klammerebenen
- Direkte algebraische Eingabelogik
- Hyperbolische Funktionen und deren Inverse
- Bruchrechnung
- Rechnen mit 4 Zahlensystemen
- Logische Verknüpfungen
- Zweidimensionale Statistik
- Lineare und andere Regressionsanalysen



- AOS Eingabelogik
- Berechnungen im Dezimal-, Hexadezimal-, Oktal- und Binärsystem
- FLOAT/SCI/ENG-Funktion
- Boolesche Rechenarten
- Hyperbolische Funktionen und deren Inverse
- Kombinationen und Permutationen
- Polare/kartesische Koordinaten
- Altgrad, Neugrad und Bogenmaß
- Zweidimensionale Statistiken
- Lineare Regression
- Standardabweichung
- Summenbildung
- Bruchrechnung
- Solarzellenbetrieb
- Schiebeetui
- unverb. Preisempf. DM 49,90



- Rechnen mit komplexen Zahlen
- Lineare Gleichungen mit 3 Unbekannten
- 32 physikalische Konstanten
- 32 metrische Umwandlungen
- Prozentautomatik
- Rechnen im Sexagesimalsystem
- Rückruf des letzten Ergebnisses
- Batteriebetrieb
- Schiebeetui
- unverb. Preisempf. DM 44,95

### Texas Instruments TI-30 X (Solar)

- 10 + 2stelliges LC-Display
- 12stellige interne Rechengenauigkeit
- 3 Speicher
- 15 Klammerebenen
- Fixkoma-Taste
- Bruchrechnen
- Eindimensionale Statistik



- Kombinationen, Permutationen
- Frequenztaste für Eingabe gleicher Werte
- Altgrad, Neugrad und Bogenmaß
- Polare/kartesische Koordinaten
- Sexagesimal-Funktion
- Hyperbolische Funktionen und deren Inverse
- AOS Eingabelogik
- Batteriebetrieb (Solarzellenbetrieb)
- Schiebeetui
- unverb. Preisempf. DM 39,90

### Texas Instruments TI-36 X Solar

- 164 Funktionen
- 10 + 2stellige LC-Anzeige
- 10 metrische/englische Umrechnungen
- 8 physikalische Konstanten
- 3 Speicher

### Texas Instruments Galaxy 40 SX

- 10stellige LC-Anzeige
- 12stellige interne Rechengenauigkeit
- AOS Eingabelogik
- Rückstelltaste zur Korrektur von Fehleingaben
- Bis zu 5 schwebende Operationen mit 15 Klammerebenen

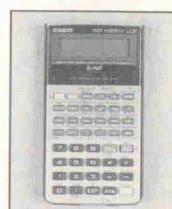


- Zwei unabhängige konstante Operatoren
- Bruchrechnen
- Polare/kartesische Koordinaten
- Eindimensionale Statistik mit Frequenztaste
- 9 verschiedene Fehlermeldungen
- Solarzellenbetrieb
- Schiebeetui
- unverb. Preisempf. DM 59,-

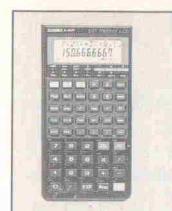
### Programmierbare technisch-wissenschaftliche Taschenrechner

#### Casio FX-P 401

- 201 Funktionen
- 16-Zeichen-Dot-Matrix-Display
- 79 Schritte programmierbar
- Berechnungen mit komplexen Zahlen
- SCI/FIX/ENG-Funktion
- Saldierender Speicher
- 6 Konstantenspeicher
- Bruchrechenautomatik



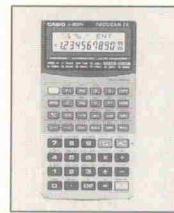
- Prozentrechnung
- 24 Klammerebenen
- Umrechnung von Polarkoordinaten in kartesische Koordinaten und invers
- Hyperbolische Funktionen und deren Inverse
- Neugrad, Altgrad und Bogenmaß
- Umrechnung von Sexagesimal- in Dezimalzahlen und invers
- Zufallszahlengenerator
- Vorzeichenwechsel
- Zweidimensionale Statistik
- Standardabweichung
- Summenbildung
- Permutation, Kombinatorik
- Berechnung der Regressionskoeffizienten A, B
- Rechnen und Umrechnen in Dezimal-, Hexadezimal-, Oktal- und Binärzahlen
- Logische Verknüpfungen AND, OR, NOT, XOR und XNOR
- Batteriebetrieb
- Mit Hardcase
- Replayfunktion (komplette Anzeige des Rechenvorgangs)
- unverb. Preisempf. DM 74,90



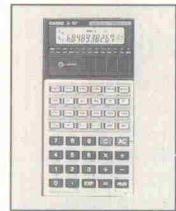
- Umrechnung von Sexagesimal- in Dezimalzahlen und invers
- Zufallszahlengenerator
- Vorzeichenwechsel
- Zweidimensionale Statistik
- Standardabweichung
- Summenbildung
- Permutation, Kombinatorik
- Berechnung der Regressionskoeffizienten A, B
- Rechnen und Umrechnen in Dezimal-, Hexadezimal-, Oktal- und Binärzahlen
- Logische Verknüpfungen AND, OR, NOT, XOR und XNOR
- Batteriebetrieb
- unverb. Preisempf. DM 99,90

#### Casio FX-3900 PV

- 140 Funktionen
- 10 + 2stellige Anzeige
- 300 Schritte programmierbar
- SCI/FIX/ENG-Funktion
- Saldierender Speicher



- 6 Konstantenspeicher
- Integralrechnung nach Simpson
- Prozentrechnung
- 15 Klammerebenen
- Umrechnung von Polarkoordinaten in kartesische Koordinaten und invers
- Hyperbolische Funktionen und deren Inverse
- Neugrad, Altgrad und Bogenmaß
- Umrechnung von Sexagesimal- in Dezimalzahlen und invers
- Zufallszahlengenerator
- Vorzeichenwechsel
- Zweidimensionale Statistik
- Standardabweichung
- Summenbildung
- Permutation, Kombinatorik
- Berechnung der Regressionskoeffizienten A, B
- Batteriebetrieb
- unverb. Preisempf. DM 69,90



#### Casio FX-4500 P

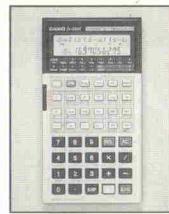
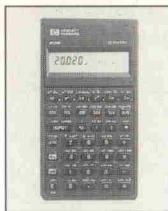
- 179 Funktionen
- 12stelliges 2-Zeilens-Dot-Matrix-Display
- 1103 Schritte programmierbar
- Bis zu 163 Speicher verfügbar
- Schnellkorrektur-Taste
- SCI/FIX/ENG-Funktion
- Saldierender Speicher

- Integralrechnung nach Simpson
- Prozentrechnung
- 24 Klammerebenen
- Umrechnung von Polarkoordinaten in kartesische Koordinaten und invers
- Hyperbolische Funktionen und deren Inverse
- Neugrad, Altgrad und Bogenmaß

- Umrechnung von Polarkoordinaten in kartesische Koordinaten und invers
- Hyperbolische Funktionen und deren Inverse
- Neugrad, Altgrad und Bogenmaß
- Umrechnung von Sexagesimal- in Dezimalzahlen und invers
- Zufallszahlengenerator
- Vorzeichenwechsel
- Zweidimensionale Statistik
- Standardabweichung
- Summenbildung
- Permutation, Kombinatorik
- Berechnung der Regressionskoeffizienten A, B
- Rechnen und Umrechnen in Dezimal-, Hexadezimal-, Oktal- und Binärzahlen
- Logische Verknüpfungen AND, OR, NOT, XOR
- Solarzellenbetrieb mit Stützbatterie
- unverb. Preisempf. DM 59,90

- 288 Funktionen
- 14stellige 2-Zeilens-Dot-Matrix-Anzeige
- 675 Schritte Formelspeicher
- 128 intern gespeicherte Formeln
- 13 physikalische Konstanten
- Schnellkorrektur-Taste
- SCI/FIX/ENG-Funktion
- Prozentrechnung
- 20 Klammerebenen

- Umrechnung von Polarkoordinaten in kartesische Koordinaten und invers
- Hyperbolische Funktionen und deren Inverse
- Neugrad, Altgrad und Bogenmaß
- Umrechnung von Sexagesimal- in Dezimalzahlen und invers
- Zufallszahlengenerator
- Vorzeichenwechsel



- Zweidimensionale Statistik
- Standardabweichung
- Summenbildung
- Permutation, Kombinatorik
- Berechnung der Regressionskoeffizienten A, B
- Rechnen und Umrechnen in Dezimal-, Hexadezimal-, Oktal- und Binärzahlen
- Batteriebetrieb
- unverb. Preisempf. DM 109,-

### Casio FX-5500 L

- 181 Funktionen
- 16stelliges 2-Zeilen-Dot-Matrix-Display
- 1095 Schritte Formelspeicher
- Saldierender Speicher
- 26 Konstantenspeicher
- 24 Klammerebenen
- Bruchrechenautomatik
- Prozentrechnung
- Umrechnung von Polarkoordinaten in kartesische Koordinaten und invers
- Hyperbolische Funktionen und deren Inverse
- Neugrad, Altgrad und Bogenmaß
- Umrechnung von Sexagesimal- in Dezimalzahlen und invers
- Zufallszahlengenerator
- Vorzeichenwechsel
- Zweidimensionale Statistik
- Standardabweichung
- Summenbildung
- Permutation, Kombinatorik
- Berechnung der Regressionskoeffizienten A, B



- Technisch-wissenschaftliche Bibliothek mit 6 Haupt- und 23 Unterfunktionen
- Rechnen und Umrechnen in Dezimal-, Hexadezimal-, Oktal- und Binärzahlen
- 5 × 5-Matrixoperation
- Gleichungsberechnung
- Integralberechnung nach Simpson
- Berechnung komplexer Zahlen
- Logische Verknüpfungen AND, OR, NOT, XOR und XNOR
- Batteriebetrieb
- unverb. Preisempf. DM 129,-

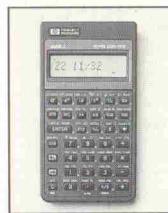
### Hewlett Packard HP 20 S

- Über 150 Funktionen
- 12stellige Segmentanzeige
- Algebraische Eingabelogik

- 99 Schritte programmierbar
- 10 Register
- 16 Programm-Marken
- 4 Unterprogrammebenen
- 6 integrierte Programme und Gleichungen
- Nullstellenbestimmung
- Operationen mit komplexen Zahlen
- Hyperbolische Funktionen und deren Inversen
- Numerische Integration
- Kurvenanpassung
- Lösung quadratischer Gleichungen
- 3 × 3-Matrix-Operationen
- Umrechnung Stunden → Stunden, Minuten, Sekunden
- Koordinatenumrechnung
- Winkelumrechnung
- 4 Zahlensysteme mit Basisarithmetik
- Automatische Einheitenumrechnung
- Kumulative Statistikfunktion
- Standardabweichung
- Summenbildung
- Lineare Regression
- Kombination, Permutation
- Gewichtetes Mittel
- unverb. Preisempf. DM 89,70

### Hewlett Packard HP 32 SII

- Über 180 Funktionen
- 1-Zeilens-Alpha-Display mit 12 Zeichen
- UPN-Eingabelogik
- 384 Bytes programmierbar
- 26 Programm-Marken
- 7 Unterprogrammebenen



- 12 Flags
- Indirekte Adressierung
- HP-Gleichungslöser
- Operationen mit komplexen Zahlen
- Numerische Integration
- Lösung quadratischer Gleichungen
- Bruchrechnung
- Hyperbolische Funktionen und deren Inversen
- Umrechnung Stunden → Stunden, Minuten, Sekunden
- Koordinatenumrechnung
- Winkelumrechnung
- 4 Zahlensysteme mit Basisarithmetik
- Automatische Einheitenumrechnung
- Kumulative Statistikfunktion
- Standardabweichung
- Summenbildung
- Lineare Regression
- Kombination, Permutation
- Gewichtetes Mittel
- Batteriebetrieb
- Zufallszahlengenerator
- unverb. Preisempf. DM 156,40

### Hewlett Packard HP 42 S

- Über 600 Funktionen
- 2-Zeilens-Alpha-Display mit je 22 Zeichen

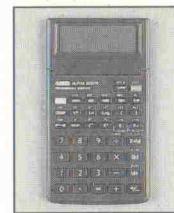
- UPN-Eingabelogik
- 7,2 KB Benutzerspeicher
- 8 Unterprogrammebenen
- 100 Flags, 20 Bedienungsabfragen
- Kompatibel mit HP 41 CV-Programmierung
- Benutzerdefinierbare Funktionstasten
- Benutzerdefinierbare Tastatur
- Optionelles Peripheriegerät Infrarotdrucker
- HP-Gleichungslöser
- Operationen mit komplexen Zahlen
- Numerische Integration
- Lösung quadratischer Gleichungen
- Hyperbolische Funktionen und deren Inversen
- Matrix- und Vektorenrechnung
- Zylindrische/sphärische Vektoren



- Reihen- und Kolumnenoperation
- Umrechnung Stunden → Stunden, Minuten, Sekunden
- Koordinatenumrechnung
- Winkelumrechnung
- 4 Zahlensysteme mit Basisarithmetik
- Kumulative Statistikfunktion/Liste
- Standardabweichung
- Summenbildung
- Lineare Regression
- Kombination, Permutation
- Gewichtetes Mittel
- Automatische Kurvenanpassung
- Zufallszahlengenerator
- Alpha-Stringmanipulation
- unverb. Preisempf. DM 287,50

### MBO Alpha 820 PR

- 46 Funktionen
- 8 + 2stelliges LC-Display, mechanischer Winkel einstellbar
- Vorzeichenwechsel
- 40 Schritte programmierbar



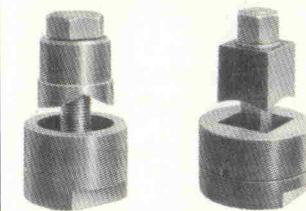
- Hyperbolische Funktionen und deren Inversen
- Statistische Funktionen
- Standardabweichung
- Summenbildung
- Umrechnung von Sexagesimal- in Dezimalzahlen und invers
- FLOAT/FIX/SCI-Funktion
- 2 freie Speicher
- 11 Klammerfunktionen in 7 Ebenen
- Neugrad, Altgrad und Bogenmaß
- Batteriebetrieb
- unverb. Preisempf. DM 22,-

### Sharp PC 1403 H

- 96 Funktionen
- Einzeliges Display mit 24 Zeichen
- BASIC-programmierbar
- Programmierung mit vordefinierten Tasten
- 32 KB RAM-Speicher

**NDM**  
REKORDLOCHER · STUFENBOHRER  
ABKANTPRESSE · ZYLINDERSÄGEN

### REKORDLOCHER



Stanzt Material bis 3 mm Dicke. Sämtliche Größen für Pg 9 bis Pg 48, ferner rund von Ø 10–100 mm und quadratisch von 15 bis 100 mm einzeln je 1 mm. Sub-D-Löcher.

**NEU! Auch mit Hydraulik lieferbar!**

### ABKANTPRESSE

NRB 600 Breite: 600 mm  
NRB 1000 Breite: 1000 mm



Stahlblech bis 1 mm  
Alublech bis 2 mm

### STUFENBOHRER



für Kunststoff,  
Plexiglas, Holz,  
Bleche (Stahl,  
Messing,  
Kupfer,  
Aluminium)

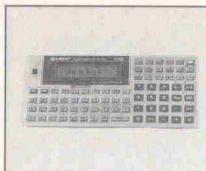
Bohrt immer saubere,  
entgratete und perfekt  
runde Löcher.  
Anbohren und Ankörnen  
entfallen.  
Der NDM-Stufenbohrer  
körnt selbst an!

### ZYLINDERSÄGEN



- 16 Größen von 19–60 mm Ø
- Mit einer Scheidekante für perfekt runde Löcher in Sekunden:
  - 5 Sekunden bei 2 mm Stahlblech
  - 10 Sekunden bei 2 mm rostfreiem Stahl
- Kein Ankörnen/kein Schneidöl
- Für Bleche und Platten bis 3,5 mm Stärke aus:
  - Stahl – Kupfer – Messing – Aluminium – rostfreiem Stahl – Fiberglas – Kunststoff

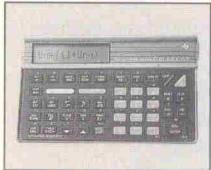
**NIEDREKORD**  
**WERKZEUGE**  
**80687 München**  
Landsberger Str. 356  
Telefon 0 89 / 5 80 80 74  
Fax 56 17 08



- 15 Klammerebenen
- 8 Rechenebenen
- Algebraische Eingabelogik
- Hyperbolische Funktionen und deren Inverse
- Rechnen mit 2 Zahlsystemen
- Zweidimensionale Statistik
- Lineare Regression
- Matrizenrechnung
- Serielle Druckerschnittstelle
- Anschluß für Kassettenrecorder-Schnittstelle
- Schnittstelle für 2,5"-Diskettenlaufwerk
- Batteriebetrieb
- Schieberetui
- unverb. Preisempf. DM 179,95

### Texas Instruments Galaxy 67

- 8 + 2stellige LC-Anzeige
- Interne Rechengenauigkeit 13 Stellen
- Frei definierbare Menütasten
- EOS Eingabesystem
- 16 Klammerebenen
- Bruchrechner
- Prozentrechnung
- Hyperbolische Funktionen und deren Inverse
- DEG/RAD-Umrechnungen
- Sexagesimal-Umrechnungen
- Polare/kartesische Koordinaten
- 10 physikalische Konstanten
- Berechnungen mit komplexen Zahlen



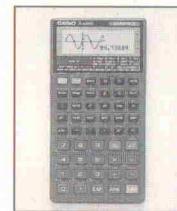
- Summenberechnung von Reihen
- Zweidimensionale Statistik
- Lineare Regression
- Permutationen und Kombinationen
- 1536 Schritte programmierbar
- Datenspeicher für Telefonnummern
- Batteriebetrieb
- Schieberetui
- unverb. Preisempf. DM 79,-

### Grafikfähige technisch-wissenschaftliche Taschenrechner

#### Casio FX-6200 G

- 185 Funktionen
- 12stellige Anzeige
- SCI/FIX/ENG-Funktion
- Saldierender Speicher
- Prozentrechnung
- 24 Klammerebenen
- Umrechnung von Polarkoordinaten in kartesische Koordinaten und invers
- Hyperbolische Funktionen und deren Inverse
- Neugrad, Altgrad und Bogenmaß
- Umrechnung von Sexagesimal- in Dezimalzahlen und invers
- Zufallszahlengenerator
- Zweidimensionale Statistik
- Standardabweichung
- Berechnung der Regressionskoeffizienten A, B
- Rechnen und Umrechnen in Dezimal-, Hexadezimal-, Oktal- und Binärzahlen
- Logische Verknüpfungen AND, OR, NOT, XOR und XNOR
- Batteriebetrieb
- unverb. Preisempf. DM 159,-

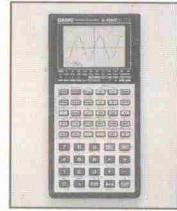
- Berechnung der Regressionskoeffizienten A, B
- Berechnung des einfachen Korrelationskoeffizienten rxy
- Berechnung der Normalverteilung
- Rechnen und Umrechnen in Dezimal-, Hexadezimal-, Oktal- und Binärzahlen
- Logische Verknüpfungen AND, OR, NOT, XOR und XNOR
- Liniendiagramme



- Balkendiagramme
- Zoom-Funktion
- Plot-Funktion
- Trace-Funktion
- Hardbox
- unverb. Preisempf. DM 99,90

#### Casio FX-7000 GB

- 195 Funktionen
- 8-Zeiliges Grafikdisplay mit je 16 Zeichen
- 422 Schritte programmierbar
- 26 bis 78 verfügbare Speicher
- Grafikfunktionen Trace, Plot, Line, Vergrößern und Verkleinern
- 20 Klammerebenen
- Umrechnung von Polarkoordinaten in kartesische Koordinaten und invers
- Hyperbolische Funktionen und deren Inverse
- Neugrad, Altgrad und Bogenmaß
- Umrechnung von Sexagesimal- in Dezimalzahlen und invers
- Zufallszahlengenerator
- Vorzeichenwechsel

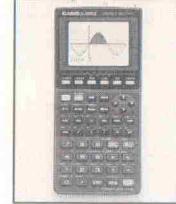


- Zweidimensionale Statistik
- Standardabweichung
- Summenbildung
- Berechnung der Regressionskoeffizienten A, B
- Rechnen und Umrechnen in Dezimal-, Hexadezimal-, Oktal- und Binärzahlen
- Logische Verknüpfungen AND, OR, NOT, XOR und XNOR
- Batteriebetrieb
- unverb. Preisempf. DM 159,-

#### Casio FX-7700 GB

- 315 Funktionen
- 8-Zeiliges Grafikdisplay mit je 16 Zeichen
- 4164 Schritte programmierbar
- 28 bis 548 verfügbare Speicher
- 38 Programme speicherbar
- Menüsteuerung
- Matrixberechnung maximal 9 × 9
- Ungleichungen (Grafik)
- Integralberechnung nach Simpson
- Grafik-Parameter
- Polarkoordinaten (Grafik)
- Bruchrechenautomatik

- Grafikfunktionen Trace, Plot, Line, Scroll, Vergrößern und Verkleinern
- 26 Klammerebenen
- Umrechnung von Polarkoordinaten in kartesische Koordinaten und invers
- Hyperbolische Funktionen und deren Inverse

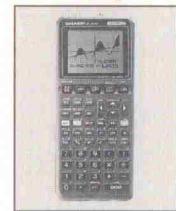


- Neugrad, Altgrad und Bogenmaß
- Umrechnung von Sexagesimal- in Dezimalzahlen und invers
- Zweidimensionale Statistik
- Standardabweichung
- Summenbildung
- Permutation, Kombinatorik
- Rechnen und Umrechnen in Dezimal-, Hexadezimal-, Oktal- und Binärzahlen
- Logische Verknüpfungen AND, OR, NOT, XOR und XNOR
- Programmeditor
- Batteriebetrieb
- Datenaustausch mit anderen Rechnern des gleichen Typs möglich
- unverb. Preisempf. DM 199,-

- Multivariate Statistikfunktionen
- Auflösung nach jeder Variablen
- Alpha-Stringmanipulation
- Archivfunktionen (über PC)
- unverb. Preisempf. G DM 389,85
- unverb. Preisempf. GX DM 700,35

### Sharp EL 9300 G

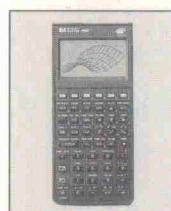
- 437 Funktionen
- Achtzeiliges Grafik-Display mit 64 × 96 Pixel
- 27 Speicher
- 30 Klammerebenen
- 23 KB Anwenderspeicher



- Direkte algebraische Eingabelogik
- Equation Writer
- Gleichungslöser (Solver)
- Funktionen-Grafik
- Statistische Grafik
- Hyperbolische Funktionen und deren Inverse
- Bruchrechnung
- Rechnen mit 4 Zahlsystemen
- Logische Verknüpfungen
- Zweidimensionale Statistik
- Lineare Regressionsanalyse
- Rechnen mit komplexen Zahlen
- Numerische Integration
- Matrizenrechnung
- Rückruf des letzten Ergebnisses
- Batteriebetrieb
- Schieberetui
- unverb. Preisempf. DM 249,-

### Hewlett Packard HP 48 G(X)

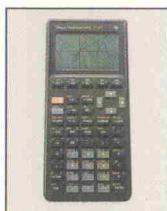
- Über 2300 Funktionen
- 8-Zeiliges Alpha-Display mit je 23 Zeichen
- UPN-Eingabelogik
- 32 KB (128 KB) Benutzerspeicher, auf maximal 4,1 MB erweiterbar
- Benutzerdefinierbare Funktionstasten
- Benutzerdefinierbare Tastatur
- Optionelle Peripheriegeräte: Infrarotdrucker, PC-Verbindung
- Bidirektionale Infratronschnittstelle
- Hyperbolische Funktionen und deren Inverse
- HP-Gleichungslöser
- Rechnen mit komplexen Zahlen
- Vektor- und Matrizenrechnung mit kartesischen, polaren, zylindrischen und sphärischen Vektoren
- Reihen- und Kolumnenoperation
- Einheitenverwaltung
- Darstellung von 2D- und 3D-Diagrammen
- Grafische Displaykontrolle
- Automatische Parameterwahl



- 32 × 240 Bildpunkten
- 32 KB RAM-Speicher, erweiterbar auf 96 KB
- RAM-Disk möglich
- Menügeführte Bibliothek mit 1101 Programmen/Einträgen
- 124 vorprogrammierte Funktionen
- Algebraische Eingabelogik
- Hyperbolische Funktionen und deren Inverse
- Rechnen mit 2 Zahlsystemen
- Zweidimensionale Statistik
- Lineare Regression
- Matrizenrechnung
- Serielle Druckerschnittstelle
- Anschluß für Kassettenrecorder-Schnittstelle
- Schnittstelle für 2,5"-Diskettenlaufwerk
- Serielle I/O-Schnittstelle
- Batteriebetrieb
- Schieberetui
- unverb. Preisempf. DM 349,-

## Texas Instruments TI-85

- 8-Zeilen-LC-Grafikdisplay mit je 21 Zeichen beziehungsweise 128 x 64 Pixel
- Interne Rechengenauigkeit 14 Stellen
- EOS-Eingabelogik
- Frei definierbare Menütasten
- Relationale Operationen

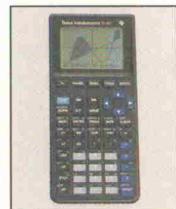


- Operationen mit Listen von Daten
- Lineare Interpolation
- Hyperbolische Funktionen und deren Inverse
- DEG/RAD-Umrechnungen
- Bruchrechnung
- Sexagesimal-Umrechnungen
- Basisumrechnung Dezimal, Binär, Hexadezimal, Oktal
- Polare/kartesische Koordinaten
- 790 metrische/englische Umrechnungen
- 15 physikalische Konstanten
- Rechnen mit komplexen Zahlen
- Numerische Integration
- Numerische Ableitung
- Matrizenrechnung bis 50 x 50
- Lösungsprogramm für Gleichungssysteme
- Grafik mit Zoom- und Tracefunktion
- Zweidimensionale Statistik
- 8 Regressionsmodelle
- Kombinationen und Permutationen

- Zufallszahlengenerator
- Histogramme
- 28,2 KB programmierbar
- Gesamtspeicher 32 KB
- Kommunikation von Gerät zu Gerät
- PC-Interface
- Batteriebetrieb
- Schiebeetui
- unverb. Preisempf. DM 299,-

## Texas Instruments TI-81

- 8-Zeilen-LC-Grafikdisplay mit je 16 Zeichen beziehungsweise 96 x 64 Pixel
- Interne Rechengenauigkeit 14 Stellen
- Abrollende Menüanzeige
- 27 Speicher
- EOS-Eingabelogik
- Relationale Operationen
- Hyperbolische Funktionen und deren Inverse
- DEG/RAD-Umrechnungen
- Polare/kartesische Koordinaten



- Numerische Ableitung
- Matrizenrechnung bis 6 x 6
- Grafik mit Zoom- und Tracefunktion
- Zweidimensionale Statistik
- 5 Regressionsmodelle
- Kombinationen und Permutationen

- Zufallszahlengenerator
- Histogramme
- 2400 Schritte programmierbar
- Gesamtspeicher 4632 Bytes
- Batteriebetrieb
- Schiebeetui
- unverb. Preisempf. DM 169,-

## Texas Instruments TI-82

- 8-Zeilen-LC-Grafikdisplay mit je 16 Zeichen beziehungsweise 96 x 64 Pixel
- Interne Rechengenauigkeit 14 Stellen
- 27 Speicher
- EOS-Eingabelogik
- Relationale Operationen



- Operationen mit Listen von Daten
- Hyperbolische Funktionen und deren Inverse
- DEG/RAD-Umrechnungen
- Bruchrechnung
- Sexagesimal-Umrechnungen
- Polare/kartesische Koordinaten
- Numerische Integration
- Numerische Ableitung
- Matrizenrechnung bis 30 x 30
- Grafik mit Zoom- und Tracefunktion
- Zweidimensionale Statistik
- 8 Regressionsmodelle

- Kombinationen und Permutationen
- Zufallszahlengenerator
- Histogramme
- 28,2 KB programmierbar
- Gesamtspeicher 32 KB
- Kommunikation von Gerät zu Gerät
- PC-Interface
- Batteriebetrieb
- Schiebeetui
- unverb. Preisempf. DM 199,-

## Anbieterverzeichnis

Casio Computer Co. GmbH  
Kleine Bahnstraße 8  
22525 Hamburg  
Tel.: 0 40/8 53 66-0  
Fax: 0 40/8 53 66-1 99

Hewlett Packard GmbH  
Hewlett-Packard-Straße  
61352 Bad Homburg  
Tel.: 0 61 72/16-0  
Fax: 0 61 72/16-1767

MBO International Electronic GmbH  
Thomas-Dehler-Straße 18  
81737 München  
Tel.: 0 89/6 38 15-01  
Fax: 0 89/6 70 42 71

Sharp Electronics GmbH  
Sonnenstraße 3  
20097 Hamburg  
Tel.: 0 40/23 76-0  
Fax: 0 40/23 07 64

Texas Instruments Deutschland GmbH  
Haggertystraße 1  
85356 Freising  
Tel.: 0 81 61/80-0  
Fax: 0 81 61/80 45 16

## Das bringen

Änderungen vorbehalten



Heft 12/93  
ab 11. November  
am Kiosk



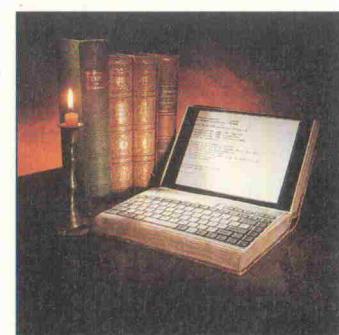
Heft 11/93  
ab 28. Oktober  
am Kiosk

## Daten-Quickies für Windows

Viele Windows-Datenbanken sind kompliziert, zeitaufwendig und teuer. Aber es gibt Alternativen: c't testet preiswerte und anwenderfreundliche Windows-Datenbanken, die keine Programmierung erfordern. Ohne lange Einarbeitungszeit lösen Sie damit Probleme einfacher bis mittlerer Komplexität.

## Bewegte Hilfe

Der Windows-Hilfe-Viewer vermag weit mehr zu leisten, als man ihm allgemein zutraut. c't zeigt, wie es geht: Eine kleine Pascal-DLL bringt bewegte Bilder in die Hilfe. Über einen weiteren Kunstgriff lässt sich der Hilfe-Viewer sogar von außen fernsteuern.



## Nix auf dem Schoß

Ein offenes Betriebssystem, verfügbar vom Superrechner bis zum Notebook, ist Unix nach Ansicht von Konsortient und Herstellern. iX beleuchtet das zumindes physikalisch unterste Marktsegment: Wer bietet 'tragbares Unix' an? Und: macht eine tragbare MSDOS-/Macintosh-Lösung mehr Sinn?

## Weg zu SGML

Um Dokumente ad libitum zwischen Systemen auf unterschiedlichen Hard- und Softwareplattformen auszutauschen, etabliert sich derzeit die Standard Generalized Markup Language. Mit 'Intellitag' bietet WordPerfect ein Werkzeug, das eine Konversion ermöglichen soll.

## Tastaturanpassung unter X11

Eckige Klammern oder die Pipe finden sich auf einer neuen Tastatur selten dort, wo man sie erwartet. Hilfe für den Benutzer bringt der X-Client *xmodmap*, der die Tastaturopcodes auf symbolische Namen abbildet und die individuelle Anpassung gestattet.

## Quo vadis, PC?

Selten zuvor war die Frage nach dem Rechnersystem der Zukunft so offen wie derzeit. Alpha, PowerPC und andere treten an, Intels Pentium das Wasser abzugraben – und sie fischen nicht nur im kleinen Unix-Teich, sondern dank Windows NT oder WABI auch in den ureigenen Intel-Gewässern. c't lässt die Hechte mal gegeneinander antreten.





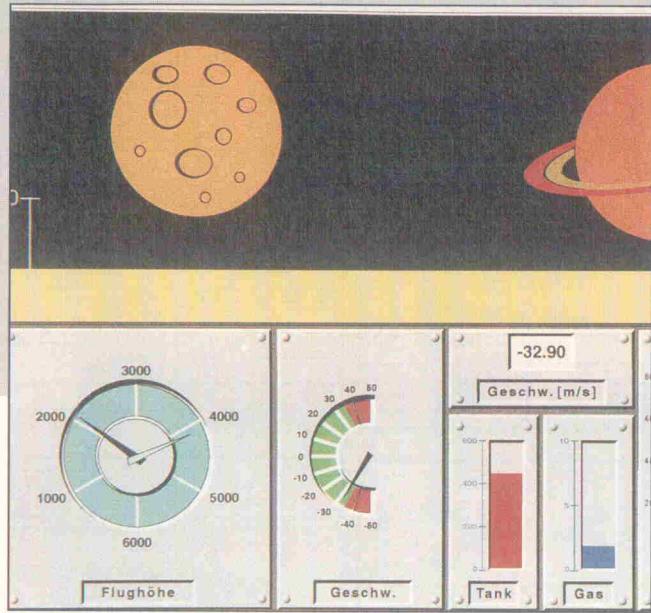
Quarzoszillatoren	
C-Mos / TTL-kompatibel	+/-100ppm
	
Bestellnummer:	
OSZI 1,0000	4.85
OSZI 1,8000	4.85
OSZI 2,0000	4.85
OSZI 2,4576	4.85
OSZI 4,0000	4.85
OSZI 5,0000	4.85
OSZI 6,0000	4.85
OSZI 7,3728	4.85
OSZI 8,0000	4.85
OSZI 10,0000	4.85
OSZI 12,0000	4.85
OSZI 11,0000	4.85
OSZI 12,0000	4.85
OSZI 16,0000	4.85
OSZI 20,0000	4.85
OSZI 25,0000	4.85
OSZI 32,0000	4.85
OSZI 36,0000	4.85
OSZI 40,0000	4.85
OSZI 50,0000	5.85
OSZI 66,0000	5.85
OSZI 80,0000	9.30
OSZI 100,00	16.80

Simm-Sipp-Module	
	
Simm 256Kx9-70	
Simm 1Mx9-60	(3-Chip)
Simm 1Mx9-70	(9-Chip)
Simm 1M-9Chip-70	
Simm 4Mx9-60	
Simm 4Mx9-70	
<i>Tagespreise anfragen</i>	
Sipp 1Mx9-70	(3-Chip)
Sipp 1M-9Chip-70	(9-Chip)
Kein Rabatt möglich.	

SUB-D-Steckverbinder	
Stecker, Lötkelch	
MIND-STIFT 09	0.43
MIND-STIFT 15	0.61
MIND-STIFT 19	0.93
MIND-STIFT 23	0.93
MIND-STIFT 25	0.48
MIND-STIFT 30	0.95
MIND-STIFT 37	2.45
Buchse, Lötkelch	
MIND-BUCHSE 09	0.43
MIND-BUCHSE 15	0.61
MIND-BUCHSE 19	0.93
MIND-BUCHSE 23	0.93
MIND-BUCHSE 25	0.48
MIND-BUCHSE 30	0.98
MIND-BUCHSE 37	0.95
MIND-BUCHSE 50	2.45
Stecker, gewinkelt	
MIND-STIFT 09W	1.40
MIND-STIFT 15W	2.05
MIND-STIFT 25W	2.15
MIND-STIFT 37W	3.45
Buchse, gewinkelt	
MIND-BUCHSE 09W	1.50
MIND-BUCHSE 15W	2.10
MIND-BUCHSE 25W	2.25
MIND-BUCHSE 37W	3.45
Stecker, Schnid-Klemm	
MIND-STIFT 09FB	2.25
MIND-STIFT 15FB	2.45
MIND-STIFT 25FB	2.45
MIND-STIFT 37FB	5.10
Buchse, Schnid-Klemm	
MIND-BUCHSE 09FB	2.35
MIND-BUCHSE 15FB	2.50
MIND-BUCHSE 25FB	2.55
MIND-BUCHSE 37FB	5.30
Kappen für SUB-D	
Posthaube	
Kappe CG9G	0.43
Kappe CG15G	0.48
Kappe CG19G	0.65
Kappe CG23G	0.79
Kappe CG25G	0.48
Kappe CG317G	0.98
Kappe CG50G	1.50
metallisiert	
Kappe 09M	0.65
Kappe 15M	0.75
Kappe 19M	1.40
Kappe 23M	1.35
Kappe 25M	0.78
Vollmetal	
Kappe 09VM	1.65
Kappe 15VM	2.25
Kappe 25VM	2.65

IC-Fassungen	
Doppel-Federkontakt	Präzisionskontakte gedreht, vergoldet, superflach
	
GS 6	0.08
GS 8	0.10
GS 14	0.14
GS 16	0.16
GS 18	0.18
GS 20	0.20
GS 22	0.22
GS 24	0.24
GS 24-S	0.20
GS 28	0.28
GS 40	0.40
GS 6	0.08
GS 8	0.10
GS 14	0.14
GS 16	0.16
GS 18	0.18
GS 20	0.20
GS 22	0.22
GS 24	0.24
GS 24-S	0.20
GS 28	0.28
GS 40	0.40
GS 6	0.08
GS 8	0.10
GS 14	0.14
GS 16	0.16
GS 18	0.18
GS 20	0.20
GS 22	0.22
GS 24	0.24
GS 24-S	0.20
GS 28	0.28
GS 40	0.40
GS 6	0.08
GS 8	0.10
GS 14	0.14
GS 16	0.16
GS 18	0.18
GS 20	0.20
GS 22	0.22
GS 24	0.24
GS 24-S	0.20
GS 28	0.28
GS 40	0.40
GS 6	0.08
GS 8	0.10
GS 14	0.14
GS 16	0.16
GS 18	0.18
GS 20	0.20
GS 22	0.22
GS 24	0.24
GS 24-S	0.20
GS 28	0.28
GS 40	0.40
GS 6	0.08
GS 8	0.10
GS 14	0.14
GS 16	0.16
GS 18	0.18
GS 20	0.20
GS 22	0.22
GS 24	0.24
GS 24-S	0.20
GS 28	0.28
GS 40	0.40
GS 6	0.08
GS 8	0.10
GS 14	0.14
GS 16	0.16
GS 18	0.18
GS 20	0.20
GS 22	0.22
GS 24	0.24
GS 24-S	0.20
GS 28	0.28
GS 40	0.40
GS 6	0.08
GS 8	0.10
GS 14	0.14
GS 16	0.16
GS 18	0.18
GS 20	0.20
GS 22	0.22
GS 24	0.24
GS 24-S	0.20
GS 28	0.28
GS 40	0.40
GS 6	0.08
GS 8	0.10
GS 14	0.14
GS 16	0.16
GS 18	0.18
GS 20	0.20
GS 22	0.22
GS 24	0.24
GS 24-S	0.20
GS 28	0.28
GS 40	0.40
GS 6	0.08
GS 8	0.10
GS 14	0.14
GS 16	0.16
GS 18	0.18
GS 20	0.20
GS 22	0.22
GS 24	0.24
GS 24-S	0.20
GS 28	0.28
GS 40	0.40
GS 6	0.08
GS 8	0.10
GS 14	0.14
GS 16	0.16
GS 18	0.18
GS 20	0.20
GS 22	0.22
GS 24	0.24
GS 24-S	0.20
GS 28	0.28
GS 40	0.40
GS 6	0.08
GS 8	0.10
GS 14	0.14
GS 16	0.16
GS 18	0.18
GS 20	0.20
GS 22	0.22
GS 24	0.24
GS 24-S	0.20
GS 28	0.28
GS 40	0.40
GS 6	0.08
GS 8	0.10
GS 14	0.14
GS 16	0.16
GS 18	0.18
GS 20	0.20
GS 22	0.22
GS 24	0.24
GS 24-S	0.20
GS 28	0.28
GS 40	0.40
GS 6	0.08
GS 8	0.10
GS 14	0.14
GS 16	0.16
GS 18	0.18
GS 20	0.20
GS 22	0.22
GS 24	0.24
GS 24-S	0.20
GS 28	0.28
GS 40	0.40
GS 6	0.08
GS 8	0.10
GS 14	0.14
GS 16	0.16
GS 18	0.18
GS 20	0.20
GS 22	0.22
GS 24	0.24
GS 24-S	0.20
GS 28	0.28
GS 40	0.40
GS 6	0.08
GS 8	0.10
GS 14	0.14
GS 16	0.16
GS 18	0.18
GS 20	0.20
GS 22	0.22
GS 24	0.24
GS 24-S	0.20
GS 28	0.28
GS 40	0.40
GS 6	0.08
GS 8	0.10
GS 14	0.14
GS 16	0.16
GS 18	0.18
GS 20	0.20
GS 22	0.22
GS 24	0.24
GS 24-S	0.20
GS 28	0.28
GS 40	0.40
GS 6	0.08
GS 8	0.10
GS 14	0.14
GS 16	0.16
GS 18	0.18
GS 20	0.20
GS 22	0.22
GS 24	0.24
GS 24-S	0.20
GS 28	0.28
GS 40	0.40
GS 6	0.08
GS 8	0.10
GS 14	0.14
GS 16	0.16
GS 18	0.18
GS 20	0.20
GS 22	0.22
GS 24	0.24
GS 24-S	0.20
GS 28	0.28
GS 40	0.40
GS 6	0.08
GS 8	0.10
GS 14	0.14
GS 16	0.16
GS 18	0.18
GS 20	0.20
GS 22	0.22
GS 24	0.24
GS 24-S	0.20
GS 28	0.28
GS 40	0.40
GS 6	0.08
GS 8	0.10
GS 14	0.14
GS 16	0.16
GS 18	0.18
GS 20	0.20
GS 22	0.22
GS 24	0.24
GS 24-S	0.20
GS 28	0.28
GS 40	0.40
GS 6	0.08
GS 8	0.10
GS 14	0.14
GS 16	0.16
GS 18	0.18
GS 20	0.20
GS 22	0.22
GS 24	0.24
GS 24-S	0.20
GS 28	0.28
GS 40	0.40
GS 6	0.08
GS 8	0.10
GS 14	0.14
GS 16	0.16
GS 18	0.18
GS 20	0.20
GS 22	0.22
GS 24	0.24
GS 24-S	0.20
GS 28	0.28
GS 40	0.40
GS 6	0.08
GS 8	0.10
GS 14	0.14
GS 16	0.16
GS 18	0.18
GS 20	0.20
GS 22	0.22
GS 24	0.24
GS 24-S	0.20
GS 28	0.28
GS 40	0.40
GS 6	0.08
GS 8	0.10
GS 14	0.14
GS 16	0.16
GS 18	0.18
GS 20	0.20
GS 22	0.22
GS 24	0.24
GS 24-S	0.20
GS 28	0.28
GS 40	0.40
GS 6	0.08
GS 8	0.10
GS 14	0.14
GS 16	0.16
GS 18	0.18
GS 20	0.20
GS 22	0.22
GS 24	0.24
GS 24-S	0.20
GS 28	0.28
GS 40	0.40
GS 6	0.08
GS 8	0.10
GS 14	0.14
GS 16	0.16
GS 18	0.18
GS 20	0.20
GS 22	0.22
GS 24	0.24
GS 24-S	0.20
GS 28	0.28
GS 40	0.40
GS 6	0.08
GS 8	0.10
GS 14	0.14
GS 16	0.16
GS 18	0.18
GS 20	0.20
GS 22	0.22
GS 24	0.24
GS 24-S	0.20
GS 28	0.28
GS 40	0.40
GS 6	0.08
GS 8	0.10
GS 14	0.14
GS 16	0.16
GS 18	0.18
GS 20	0.20
GS 22	0.22
GS 24	0.24
GS 24-S	0.20
GS 28	0.28
GS 40	0.40
GS 6	0.08
GS 8	0.10
GS 14	0.14
GS 16	0.16
GS 18	0.18
GS 20	0.20
GS 22	0.22
GS 24	0.24
GS 24-S	0.20
GS 28	0.28
GS 40	0.40
GS 6	0.08
GS 8	0.10
GS 14	0.14
GS 16	0.16
GS 18	0.18
GS 20	0.20
GS 22	0.22
GS 24	0.24
GS 24-S	0.20
GS 28	0.28
GS 40	0.40
GS 6	0.08
GS 8	0.10
GS 14	0.14
GS 16	0.16
GS 18</	

# Aktuelles für Aus- und Weiterbildung



## MSR-Software als Einsteigerversion

# Computer-Didaktik

**Lern- und Lehrversionen**  
**rechnergestützter Meß- und**  
**Regelungssysteme können eine**  
**Ergänzung zu theoretischen**  
**Ausbildungsinhalten darstellen und**  
**für zeitgemäßen Praxisbezug sorgen.**  
**Voraussetzung hierfür ist ein**  
**vollwertiges Meßsystem mit aktueller**  
**Technik und möglichst universellen**  
**Funktionen.**

DIAact ist eine brandneue Software, die als Einsteiger- und Ausbildungssystem zur Verwendung in den Bereichen Prüf- und Meßtechnik konzipiert ist. Das von der Gesellschaft für Strukturanalyse aus Aachen angebotene Programm basiert auf der Standardsoftware DIA/DAGO, die in Applikationsbereichen wie der Prozeßdatenanalyse und der Prüfstandsteuerung sowie für die Aufnahme und Dokumentation von Meß- und Produktionsparametern zum Einsatz kommt.

Die Funktionalität von DIAact beschränkt sich nicht auf redu-

zierte Demo-Funktionen, die einer 'echten' Anwendungssoftware entliehen sind. Das Programm ist in zwei Ausbaustufen einsetzbar. Zum einen als reine Offline-Version für die Auswertung von bereits auf dem Rechner vorhandenen Meßwerten und zum anderen mit einer Online-Erweiterung, die direkte Aufnahme/Ausgabe von Meßsignalen sowie die Simulation komplexer Prüf- und Regelprozesse ermöglicht.

Voraussetzung für den Einsatz der Software ist ein IBM-kompatibler PC mit mindestens 20 MByte Festplattenkapazität. Ein Coprozessor oder besonde-

re RAM-Erweiterungen sind nicht erforderlich. Das Programm ist sowohl unter MSDOS als auch unter MS Windows installierbar.

Für die Anbindung 'realer' Hardware ist die PC-Multifunktionskarte DIA-Lab/1 erhältlich. Sie bietet digitale und analoge Schnittstellen zur Erfassung, Auswertung und Ausgabe von Signalen. Das Board verfügt über 16 digitale Hochvolteingänge ( $\pm 30$  V), 16 A/D-Kanäle mit einer Auflösung von 12 Bit und einer Summenabtastrate von circa 30 kHz, drei 16-Bit-Timer/Counter sowie zwei 12-Bit-D/A-Ausgänge. Zudem sind acht kurzschnüffeste Schaltausgänge vorhanden, die jeweils 30 V und bis zu 0,5 A verbrauchen, wodurch sich direkt Aktoren und Stellglieder anschließen lassen.

Alternativ zur Verwendung der PC-Einsteckkarte, können Eingangssignale für Simulationen auch rechnerisch durch die Software erzeugt werden. Dies gestattet die Betrachtung technischer Prozesse auch ohne den Anschluß externer Hardware.

Für Offline-Auswertungen von Meßdaten gibt es unterschiedliche Analysefunktionen und umfangreiche Möglichkeiten zur Veranschaulichung von Berechnungsergebnissen. Zum Beispiel sind Daten in verschiedenen Arten von Diagrammen und Tabellen darstellbar. Die Ausgabe kann nicht nur auf dem Bildschirm, sondern auch an Drucker oder Plotter erfolgen. Für mathematische Bearbeitungen stehen unter anderem Funktionen wie Summieren, Differenzieren, Integrieren, FFT, di-

gitale Filterung oder auch die Möglichkeit zur Definition individueller Formeln zur Verfügung. Für den Import und Export von Daten nutzt DIAact einfache ASCII-Dateien.

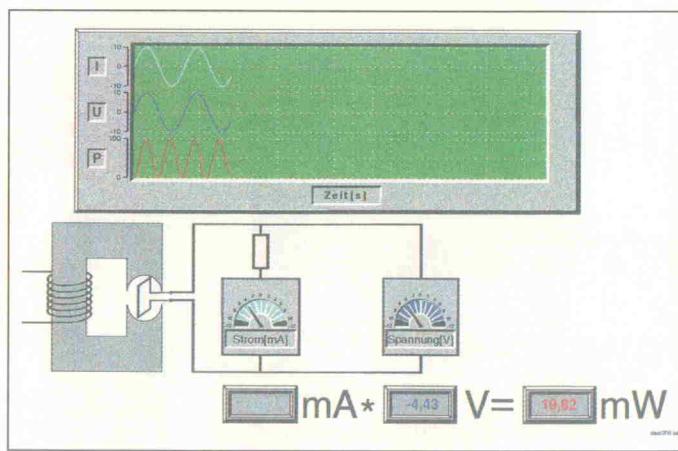
## Virtuelles

Die Online-Datenerfassung über die PC-Karte gestattet es, virtuelle Meßinstrumente wie Oszilloskop, Pegelschreiber und ähnliches auf dem Bildschirm darzustellen. Virtuelle Bedienelemente ermöglichen die Manipulation der Parameter eines realen oder simulierten Prozesses. Zur Verdeutlichung von Prozeßabläufen sind Hintergrundgrafiken als HPGL-Files importierbar. Externes Meßequipment ist wahlweise über eine RS-232-Schnittstelle oder über ein IEEE-Bus-Interface anzuschließen.

Zur Vorbereitung von Versuchen, beispielsweise bei Verwendung als Unterrichtsgrundlage, läßt sich ein Selbstlernmodus aktivieren. Hierbei erzeugt das Programm aus einzelnen Bedien- und Arbeitsschritten Sequenzen, die später automatisch ausführbar sind.

Die beiden DIAact-Module (Online-Erfassung und Offline-Auswertung) kosten jeweils 400 DM. Der Preis für die Multifunktionskarte DIA-Lab/1 stand bei Redaktionsschluß noch nicht fest, wird aber laut Angaben des Anbieters zwischen 400 DM und 800 DM liegen (Preise zzgl. MwSt.).

Gesellschaft für Strukturanalyse mbH  
 Pascalstr. 17  
 52076 Aachen  
 Tel.: 0 24 08/60 11  
 Fax: 0 24 08/60 19



Visualisierung verschiedenster Prozesse – egal, ob Mondlandung oder Leistungsmessung.

## Handwerkszeug

Boolesche Algebra und binäre Logik – zumindest die grundlegenden Funktionsprinzipien der Digitaltechnik sind heute in jedem Ausbildungsgang aus Elektrotechnik oder Elektronik ein Thema. Hierzu stellt Autor Manfred Ochs sein neues Buch vor, das insbesondere für die digitaltechnische Grundlagenausbildung in Handwerksberufen vorgesehen ist. Der Stoff setzt sich aus den theoretischen Grundzügen digitaler Verknüpfungen und ihrer technischen Anwendung zusammen – angefangen bei einer Klärung der Begriffe 'analog' und 'digital' über Rechenregeln, Zahlsysteme und wesentliche Logikfunktionen bis hin zu Zählschaltungen und Code-Wandlern.

In 13 abgeschlossenen Kapiteln mit insgesamt 220 Abbildungen wird die Thematik Lehrplangerecht aber verständlich dargestellt. Tiefe ma-

thematische oder technische Vorkenntnisse sind hierbei nicht erforderlich. Den 'Ballast', der so viele Lehrbücher auszeichnet, sucht man vergeblich.



*Manfred Ochs  
Digitaltechnik für die  
Handwerkliche Ausbildung  
Heidelberg 1993  
Hüthig Verlag  
242 Seiten  
DM 54,-  
ISBN 3-7785-2156-X*

## Writing on the Job

Dokumentation beeinflusst die Absatzchancen, die sich für ein technisches Produkt auf dem Markt ergeben. Die allgemeine Nachfrage nach ansprechender, leicht verständlicher und vor allem fehlerfreier Dokumentation nimmt nicht nur auf der Seite der Benutzer spürbar zu. Auch kleinere Unternehmen betreiben heute erheblich mehr Aufwand für Produktinformation und -dokumentation als noch vor einigen Jahren. Dies ist wohl nicht zuletzt auf neue Richtlinien im EG-Binnenmarkt und verschärfte Produkthaftungsbestimmungen zurückzuführen, deren Mißachtung zum Teil zu erheblichen Schadensersatzleistungen führen kann.

Obgleich die Anforderungen an die Qualität und die Zuverlässigkeit von Handbüchern, Montageanleitungen und Gebrauchsanweisungen stetig wachsen, wird deren Inhalt oft immer noch von Konstrukteuren und Entwicklungstechnikern – quasi nebenher – erarbeitet. Zwar setzt sich mittlerweile auch in der Bundesrepublik zögernd das Berufsbild des 'hauptamtlichen'

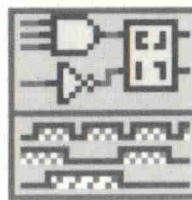
technischen Autors durch, doch bestanden bis dato beispielsweise nur wenig Möglichkeiten zu einer fundierten, langfristigen Fortbildung auf diesem Gebiet. Die Alternative einer Vollzeitausbildung, gar in Form eines Studiums zum 'Diplom-Redakteur', kommt für die wenigsten in Frage – insbesondere nicht für solche Techniker oder Ingenieure, die bereits im Beruf stehen und sich mit der Dokumentation ihrer eigenen Entwicklungen befassen müssen.

## Wochenendkurs

Um der Forderung nach spezieller Berufserfahrung bei gleichzeitiger Kenntnis über die Belange einer qualitativ hochwertigen Dokumentation gerecht zu werden, veranstaltet die Industrie- und Handelskammer München in Zusammenarbeit mit der Gesellschaft für technische Kommunikation (TEKOM) zum Beginn des kommenden Jahres einen berufsbegleitenden Lehrgang. Über einen Zeitraum von eineinhalb Jahren sollen Teilnehmer aus gewerblich-technischen Berufsfeldern in insgesamt 500 Unterrichtsstunden eine praxisgerechte Ausbildung zum technischen Redakteur er-

–Leiterplattenlayout –

## Das Apfelschema!



- Schaltplanentwurf
- Schaltplanlayout
- Autorouter
- Objektorientierte Bedienungsüberfläche auf Apple Macintosh



**pandasoft**  
Dr. Ing. Eden GmbH

AppleCenter

Uhlandstraße 195 • 10623 Berlin

Tel. 030/31 59 13-37 • Fax 030/31 59 13-55

# Warum?

Warum empfehlen wir Ihnen das neue Schaltplan und Platinen CAD-Programm

## TARGET 2.1

wo es doch so viele schöne andere gibt?

Nun, es gibt einige sehr gute Gründe:

TARGET 2.1 ist ein Schaltplan-Platinen-Autorouter Paket aus einem Guß. Sie kommen immer mit [F3] vom Schaltplan zur Platine und zurück. Ruck-Zuck. Änderungen werden automatisch vorwärts und rückwärts übernommen (**forward-/back-annotation**). Symbole im Schaltplan und Gehäuse in der Platine können nachträglich noch editiert werden. TARGET 2.1 ist einfach zu bedienen und komplett in deutscher Sprache. Und das alles ohne Dongle. Und unter DM 1000,-...

Natürlich hat TARGET 2.1 alles, was einige andere auch haben:

- Angenehme graphische Benutzeroberfläche • 1 m x 1 m Platine- und Schaltplanfläche
- WYSIWYG • Weltkoordinaten • Objektorientierte Datenstruktur bis 65000 Elemente
- Auflösung 1 µm, bel. Raster • Undo & Undo • Kontextbezogene Hilfefunktion • Umfangreiche erweiterbare Symbolbibliotheken: CMOS, TTL, Analog, Diskret ... • Einlesen von ORCAD-Netzlisten • 240 Schaltplanteile, Kupfer-, Lösch-, Versorgungsebenen, automatische Masselflächen, Bestückung, Beschriftung, Löstop etc. • interaktives und automatisches Entflechten (Autorouter, bel. Routraster) • Ausgabe auf Nadel-, Laser- und Tintenstrahldrucker, HPGL-Stiftplotter, Gerber-Photoplotter, PostScript, EXCELLON- und Sieb&Meyer-Bohrautomaten ... (Für PC-AT, Protected-Mode bis 16 MB RAM)

**TARGET 2.1 komplett**

**DM 910,-**

**TARGET 2.1 Demo**

**DM 25,-**

**RULE 1.2dM Platinen-Editor ab DM 129,-**

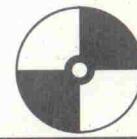
Preise incl. 15% MwSt. zzgl. Versandkosten: Vorkasse=DM 5,- Nachnahme=DM 10,- Demo nur schriftl. o. Fax.

Darum: Demo oder Gratis-Info sofort anfordern bei:

**Ing.-Büro FRIEDRICH**

H. Friedrich Dipl. Wirtsch. Ing.  
Fuldaer Str. 20, D-36124 Eichenzell  
Tel.: (0 66 59) 22 49 FAX: (0 66 59) 21 58

Oder in der Schweiz: **Hess HF-Technik Bern**  
Allmendstr. 5, CH-3014 Bern  
bis 25.9. Tel (0 31) 4 10241 FAX (0 31) 4 16836  
ab 26.9. Tel (0 31) 33 10241 FAX (0 31) 33 16836



halten. Hierbei sind die Unterrichtszeiten jeweils am Samstag und in zwei Blockwochen.

Die Lehrgangsthematik berücksichtigt, daß die Tätigkeit des technischen Redakteurs immer seltener aus der reinen Erstellung von Texten besteht, sondern sich häufig zu einer Art Projektmanagement zwischen Entwicklungs-, Vertriebs- und Produktionsabteilungen entwickelt. Die Schwerpunkte des Lehrstoffs sind Organisation, Planung und Konzeption von Dokumentationsprojekten, rationelle und zielgruppengerechte Formulierung von Texten, Visualisierung technischer Sachverhalte, (typo-)graphisches Gestalten sowie der Umgang mit modernen Systemen zur Herstellung von Dokumenten. Weitere Themen sind die Zielgruppenanalyse und Qualitätsnormen für Produktbeschreibungen.

Am Ende der Ausbildung erhalten die Teilnehmer das Zertifikat 'Technischer Redakteur IHK'.

IHK München  
Orleanstr. 10-12  
81669 München  
Tel.: 0 89/51 16-0

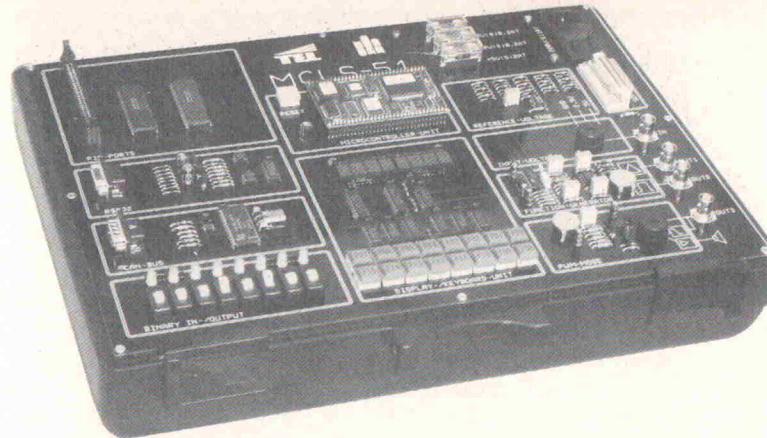
## Controller-Koffer

MCLS-51 nennt sich ein portables Lernsystem für die praktische Ausbildung im Bereich Mikrocontroller-Technik, das im Fachbereich Elektrotechnik/Elektronik an der Hochschule Mittweida entwickelt wurde.

Als Umfeld für einen SAB-80C535-Chip bietet das kompakte, aber flexible System unter anderem eine binäre Ein-/Ausgabeeinheit, 16 programmierbare Funktionstasten, eine 8stellige Punktmatrixanzeige, gegen Überspannung gesicherte Analogeingänge sowie einen Funktionsgenerator. Über einen fest eingebauten Lautsprecher lassen sich PCM-Signale ausgeben.

Ein besonderes Feature ist der programmierbare CAN-Bus-Controller, mit dessen Hilfe beispielsweise mehrere MCLS-51 zu koppeln sind. Darüber hinaus steht ein Interface für den Anschluß von Sensoren und Aktoren zur Verfügung.

Passend zur Hardware gibt es die entsprechende PC-Entwicklungsumgebung, wobei eine



RS-232-Verbindung für den Kontakt zwischen Rechner und Controller-System sorgt. Die PC-Software bietet eine Bedienoberfläche nach SAA-Standard.

Bei der Erstellung von Programmen hilft, neben dem integrierten Editor und Assembler, ein Full-Screen-Debugger. Dieser erlaubt bei der Durchführung von Testläufen unter anderem die Beobachtung aller Controller-Register, das Setzen von Unterbrechungspunkten und sogenannte 'Echtzeitläufe'.

Bei Bedarf liefert eine Online-Hilfsfunktion detaillierte Informationen über alle Komponenten des Controller-Systems und deren Programmierung.

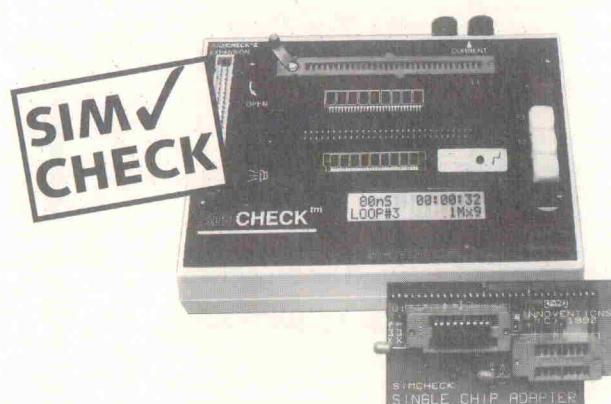
Das MCLS-51 soll ab Oktober in Kleinserien produziert werden. Weitere Informationen erhaltet

Hochschule für Technik und Wirtschaft Mittweida (FH)  
FB Elektrotechnik/Elektronik  
Prof. Dr.-Ing. O. Hagenbruch  
Technikumplatz 17  
09648 Mittweida  
Tel.: 0 37 27/5 52 53  
Fax: 0 37 27/5 83 79

### [ ohne Schukat ]



### [ mit Schukat ]



**SIMCHECK** bietet 100% Sicherheit durch einzigartige Testfeatures.

Keine Ausfälle, keine Reklamationen. Das Gerät hat Markt-Alleinstellung und wird auch bei IBM, Intel, Apple, Toshiba eingesetzt. Es ist bei einem günstigem Preis von DM 1780,- vielfältig individuell ausbaubar.

Bitte fordern Sie unsere umfangreiche Broschüre mit allen technischen Daten an. Kommt sofort. Fax 0 21 73 - 39 66 81, Telefon 39 66-0

Exklusive Vertretung D:

**SCHUKAT**  
electronic

## **ELRAD** Direkt-Kontakt

Der **ELRAD**-Service für Direkt-Informationen vom Hersteller:

- gezielte Abfrage
- ohne Umwege über den Verlag
- Gewünschtes ankreuzen bzw. ausfüllen, Firmenanschrift und Absender eintragen, Karte frankieren ... und zur Post.
- Bitte denken Sie daran, daß die Karten nur für Direkt-Anfragen beim Hersteller konzipiert sind. Senden sie deshalb Ihre Anfragen nicht an den Verlag.

**Ausnahme:** Wenn Sie Fragen an die Redaktion haben, können Sie die Karten ebenfalls verwenden.

## **ELRAD** Direkt-Kontakt

Der **ELRAD**-Service für Direkt-Informationen vom Hersteller:

- gezielte Abfrage
- ohne Umwege über den Verlag
- Gewünschtes ankreuzen bzw. ausfüllen, Firmenanschrift und Absender eintragen, Karte frankieren ... und zur Post.
- Bitte denken Sie daran, daß die Karten nur für Direkt-Anfragen beim Hersteller konzipiert sind. Senden sie deshalb Ihre Anfragen nicht an den Verlag.

**Ausnahme:** Wenn Sie Fragen an die Redaktion haben, können Sie die Karten ebenfalls verwenden.

## **ELRAD** Direkt-Kontakt

Der **ELRAD**-Service für Direkt-Informationen vom Hersteller:

- gezielte Abfrage
- ohne Umwege über den Verlag
- Gewünschtes ankreuzen bzw. ausfüllen, Firmenanschrift und Absender eintragen, Karte frankieren ... und zur Post.
- Bitte denken Sie daran, daß die Karten nur für Direkt-Anfragen beim Hersteller konzipiert sind. Senden sie deshalb Ihre Anfragen nicht an den Verlag.

**Ausnahme:** Wenn Sie Fragen an die Redaktion haben, können Sie die Karten ebenfalls verwenden.

## **ELRAD**-

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

## Direkt-Kontakt

Der **ELRAD**-Service für Direkt-Informationen vom Hersteller

In der Zeitschrift **ELRAD**, Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen, Ausgabe \_\_\_\_\_, Seite \_\_\_\_\_, fand ich Ihre

Anzeige

Beilage über

Ich bitte um:  Zusendung ausführlicher Unterlagen  
 Telefonische Kontaktaufnahme  
 Besuch Ihres Kundenberaters

Bitte Zutreffendes ankreuzen bzw. ausfüllen.

Absender nicht vergessen!

## **ELRAD**-

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****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





## RC-Sinusoszillatoren

### Theorie und praktische Schaltungen

**Sinusoszillatoren mit LC-Schwingkreisen weisen trotz ihrer ansonsten guten Eigenschaften auch etliche Nachteile auf, insbesondere einen relativ begrenzten Einstellbereich für die Ausgangsfrequenz sowie der Einsatz relativ großer und in der Praxis unhandlicher Induktivitäten speziell bei Anwendungen im Niedrfrequenzbereich. Als Alternative stehen RC-Oszillatoren zur Verfügung, die ohne induktive Komponente auskommen.**

Einen zusätzlichen Ausweg bieten sogenannte Schwebungssummen, die einen Oszillator mit fester und einen mit variabler Frequenz enthalten. Beide Signale werden gemischt und die dabei entstehende Differenzfrequenz über einen Tiefpass ausgekoppelt. So kann man bei Bedarf das gesamte niederfrequente Spektrum von 20 Hz bis 20 kHz in einem Bereich erfassen. Derartige Schaltungen zeichnen sich allerdings durch einen beträchtlichen Aufwand aus.

Auch Gyrotores zum Simulieren großer Induktivitäten und Kapazitäten mit aktiven Halbleiterschaltungen waren einige Zeit im Gespräch, besonders in ostasiatischen Entwicklerkreisen. Aber erstens waren diese aufwendig oder sie arbeiteten instabil, zweitens lassen sich auf Basis frequenzabhängiger RC-Schaltungen mit niedrigem Aufwand Sinusgeneratoren konstruieren, die innerhalb eines Bereiches eine Frequenzvariation von 10 beziehungsweise 3 zulassen sowie einen Klirrfaktor unter 0,2 % aufweisen. Mit etwa doppeltem Aufwand lassen sich sogar Oszillatoren mit einem Klirrfaktor von 0,01 % realisieren. Als Stellelement benutzt man nahezu ausschließlich Doppel- oder Einfachpotentiometer. Die Periodendauer, also der Kehrwert der Frequenz, verläuft dabei proportional zum Widerstandswert der Potentiometer. Bei den Schaltungen mit Einfachpotentiometer entspricht der Quotient  $1/f$  der Wurzel aus der Widerstandsvariation des Potentiometers. Eine Spannungssteuerung

der Frequenz ist mit einfachen Mitteln aber nur sehr bedingt möglich.

### Phasenkette

Die wohl bekannteste – und in ihrer Funktion leicht zu verstehende – Schaltung ist der Sinusoszillator mit drei- oder viergliedriger CR- beziehungsweise RC-Kette im Rückkopplungszweig. Bild 1 zeigt die möglichen Grundformen der auf diese Weise realisierten Phasenschieber. Die in Bild 1a dargestellte dreigliedrige CR-Kette weist eine Phasenverschiebung von  $180^\circ$  bei einer Frequenz von

$$f = 1/(2 \cdot \pi \cdot \sqrt{6} R \cdot C)$$

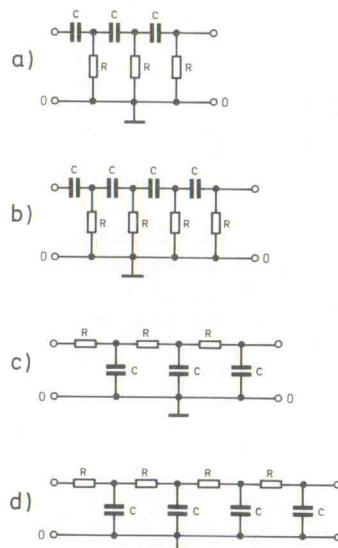


Bild 1. CR- und RC-Kettenleiter als Phasenschieber.

auf. Dabei beträgt der Wert der Abschwächung 29, die Ausgangsspannung  $U_a$  sinkt folglich bei dieser Frequenz auf  $1/29$  der Eingangsspannung  $U_e$ .

In Bild 1b ist die Schaltung einer viergliedrigen CR-Kette wiedergegeben. Eine Phasenverschiebung

von  $180^\circ$  stellt sich hier bei folgender Frequenz ein:

$$f = \sqrt{6}/(2 \cdot \pi \cdot R \cdot C)$$

Für den Abschwächungsfaktor gilt ein Wert von 18,4.

Bild 1c zeigt eine dreigliedrige RC-Kette mit einer Phasenverschiebung von  $180^\circ$  bei einer Frequenz von:

$$f = \sqrt{6}/(2 \cdot \pi \cdot R \cdot C)$$

Dabei beträgt der Abschwächungsfaktor 29.

Schließlich ist in Bild 1d die Grundschaltung einer viergliedrigen RC-Kette wiedergegeben. Folgende Gleichung bestimmt die Frequenz für eine Phasenverschiebung von  $180^\circ$ :

$$f = 1,2/(2 \cdot \pi \cdot R \cdot C)$$

Die Abschwächung weist hier einen Wert von 18,4 auf.

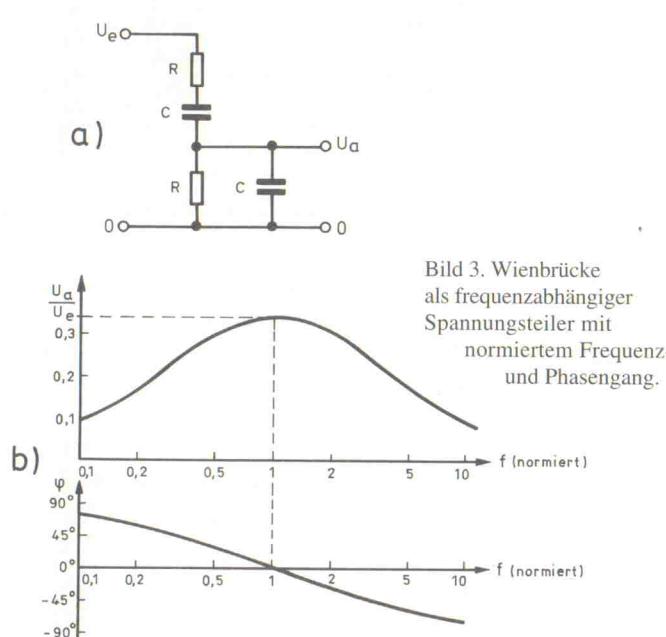
### Wienbrücke

In Bild 2 ist die Prinzipschaltung eines entsprechenden Sinusoszillators mit einer dreigliedrigen CR-Kette dargestellt. Zum Abstimmen der Ausgangsfrequenz über einen größeren Bereich sind allerdings jeweils drei Bauelemente (entweder die Widerstände oder die Kondensatoren) gleichzeitig zu ändern. Außerdem ist die Sollverstärkung (hier 29, bei einer viergliedrigen Kette 18,4) sehr genau einzuhalten. Liegt diese höher, so neigt die Schaltung zu Kippschwingungen, ist sie niedriger, reißen die Schwingungen ab. Diese beiden Negativ-Merkmale verhindern eine breitgefächerte Anwendung dieses Schaltungsprinzips. Gleichwohl zeichnen sich derartige Oszillatoren durch einen relativ einfachen Aufbau aus.

Die in Bild 3a gezeigte Wienbrücke entspricht einem Schwingkreis in Vierpolschaltung mit sehr niedriger Güte. Im Resonanzfall, der sich durch eine Phasendrehung von  $0^\circ$  auszeichnet, beträgt die Ausgangsspannung exakt ein Drittel der Eingangsspannung. Der normierte Frequenzgang einer Wienbrücke ist in Bild 3b dargestellt. Grundsätzlich gilt für die Wienbrücke, daß die beiden Widerstände  $R$  und die beiden Kondensatoren  $C$  jeweils gleiche Werte aufweisen. Die Resonanzfrequenz beträgt

$$f = 1/(2 \cdot \pi \cdot R \cdot C)$$

Bei Bedarf kann man diese Grundgleichung bei gegebener Ausgangs-



frequenz zum Bestimmen einer der beiden Komponenten umstellen:

$$R = 1/(2 \cdot \pi \cdot f \cdot C)$$

$$C = 1/(2 \cdot \pi \cdot f \cdot R)$$

Bild 4 zeigt die Grundschaltung eines Wienbrücken-Oszillators. Ein Verstärker – hier ein Operationsverstärker mit den verstärkungsbestimmenden Spannungsteilerwiderständen  $R_1$  und  $R_2$  – verstärkt das Signal  $U_a$  um den Faktor 3 und führt es gleichphasig wieder auf den Eingang der Wienbrücke zurück.

Allerdings weist die Grundschaltung einige Schwachpunkte auf. Unter der Annahme, daß die Werte beider Kondensatoren und beider Widerstände gleich sind, muß auch die Verstärkung exakt 3 betragen. Aufgrund der bauteilbedingten Toleranzen ist diese Forderung im allgemeinen nicht erfüllt. Entweder ist die Verstärkung zu groß, dann schaukelt sich die Ausgangsamplitude auf, bis sie von der Betriebsspannung begrenzt wird; von einem sinusförmigen Verlauf der Ausgangsspannung kann dann keine Rede mehr sein. Oder sie ist zu klein, dann wird aus dem Sinus eine Gleichspannung.

Um eine Verstärkungsregelung kommt man also nicht herum. Dazu ist bei ansteigender Oszillatorenspannung entweder  $R_2$  zu vergrößern oder  $R_1$  zu verkleinern und so die Verstärkung zu reduzieren. Mit einfachen Mitteln läßt sich auf diese Weise ein Koeffizienten der Oszillatorenspannung von 0,1 % bis 0,5 % erreichen. Über eine Regelung mit Referenzspannung und Regelverstärker (erhöhter Aufwand) läßt er sich sogar auf 0,01 % drücken. Aufgrund der Einschwingzeit der Regelung dauert es bei Verstimmung oder Umschaltung der Frequenz etwa 0,3...1 s, bis der Oszillator auf seiner Nennfrequenz und Sollamplitude eingeschwungen ist. Deswegen

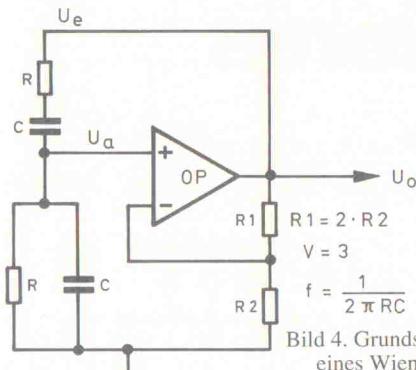
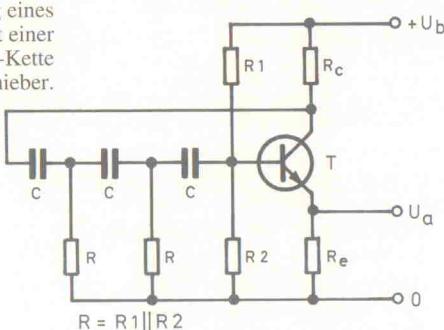


Bild 4. Grundschatzung eines Wienbrücken-Oszillators.

entwickelte man Schaltungen mit Operationsverstärkern, die eine Stabilisierung mit der symmetrisch nichtlinearen Kennlinie antiparalle geschalteter Dioden im Gegenkopplungszweig bewirken. Damit entfällt zwar die Regelzeitkonstante, aber der Klirrfaktor liegt dann etwas höher, zumeist bei 0,2 % bis 0,5 %. Außerdem lassen sich auf diese Weise Oszillatorenfrequenzen von weit unter 1 Hz realisieren.

Zudem benötigen Operationsverstärker normalerweise zwei Be triebsspannungen. Ein synthetisch erzeugter Mittelpunkt stellt nach dem Einsatz eines weiteren Operationsverstärkers kein Problem dar, insbesondere wenn man bedenkt, daß bis zu vier Operationsverstärker in einem Gehäuse untergebracht sind.

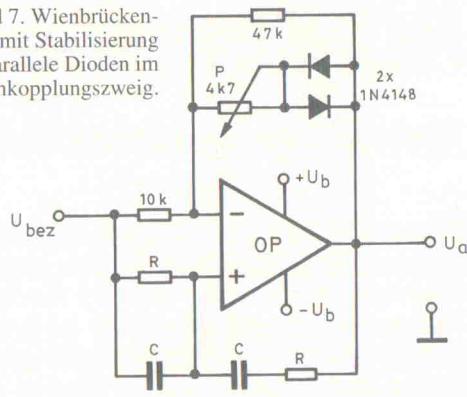
Bild 2. Grundschatzung eines Sinusoszillators mit einer dreigliedrigen CR-Kette als Phasenschieber.



Deshalb kommt in der in Bild 5 wiedergegebenen, von Intermetal als Vibrato- und Tremogenerator für elektronische Orgeln entwickelten Schaltung eine Z-Diode zur Amplitudenstabilisierung zum Einsatz.

Die Schaltung arbeitet mit direkt gekoppelten komplementären Transistoren, so daß das Ausgangssignal um  $2 \cdot 180^\circ = 360^\circ$  gegenüber dem Eingangssignal verschoben und damit die Rückkopplungsbedingung für die Wienbrücke erfüllt

Bild 7. Wienbrücken-Oszillator mit Stabilisierung durch anti-parallele Dioden im Gegenkopplungszweig.



ist. Die Grundverstärkung der gegengekoppelten Transistororschaltung ohne Wienbrücke beträgt  $(R_1 + R_2)/R_2 = 3,42$ . Die Wienbrücke im Rückkopplungszweig reduziert die Amplitude der Ausgangsspannung auf ein Drittel, so daß der effektive Rückkopplungsfaktor  $3,42/3 = 1,14$  beträgt. Bei einer nur geringen Amplitude bleibt die Z-Diode dauernd gesperrt. Mit genügend angestiegener Amplitude leitet die Z-Diode in der positiven Halbwelle der Ausgangsspannung, so daß sie dann den  $2-k2$ -Widerstand parallel zum  $1k5$ -Widerstand  $R_1$  schaltet. Infolgedessen sinkt der Rückkopplungsfaktor in jeder positiven Halbwelle auf Werte kleiner als 1, die Schwingung wird gedämpft. Da die ungedämpfte negative Halbwelle nicht für ein wesentliches Anwachsen der Amplitude ausreicht, stößt bei dieser optimalen Dimensionierung auch die negative Halbwelle nicht an das Ende der Arbeitskennlinie.

Die Ausgangsspannung des Oszillators weist eine zwischen 0...4 V einstellbare Amplitude sowie eine Frequenz von etwa 6,5 Hz auf. Mit den in Klammern angegebenen Bauelementswerten erzielt man eine Frequenz von 0,01 Hz. Die Ausgangsspannung verläuft nicht exakt sinusförmig, die positive Halbwelle ist um rund  $15^\circ$  phasenverschoben. Für viele Anwendungen ist dies jedoch ohne Belang. Der Strombedarf dieser Schaltung beträgt etwa 3 mA.

Auch die in Bild 6 dargestellte, mit diskreten Bauelementen realisierte Schaltung stammt von Intermetal. Sie ist auch heute noch aktuell, denn der Einsatz von Operationsverstärkern mit einem GBP-Wert von über 20 MHz setzt sich erst allmählich durch.

Der zur Schwingungserzeugung erforderliche Verstärker besteht hier aus drei galvanisch gekoppelten Transistorstufen. Die ersten beiden arbeiten in Emitterschaltung und erzeugen außer der erforderlichen Verstärkung eine Phasendrehung von  $360^\circ = 0^\circ$ , die für die Schwingungsanfachung eines Wienbrücken-Oszillators erforderlich ist. Die dritte Stufe ist als 'Split-Load'-Schaltung ausgeführt, das verstärkte Signal wird sowohl am Emitter als auch am Kollektor abgegriffen. Dabei verläuft die am Emitter abgegriffene Spannung gleichphasig zur Eingangsspannung, sie gelangt an das obere Ende der Wienbrücke. An dem 220R-Potentiometer in der Kollektorleitung kann man die Ausgangsspannung abgreifen. Die Rückkopplungs- und die Ausgangsspannung sind praktisch vollständig voneinander entkoppelt, so daß die am Ausgang angeschlossene Last weder die Amplitudenregelung noch den Klirrfaktor oder die Frequenz beeinflußt.

Eine starke Wechselstromgegenkopplung führt vom Schleifer des 100R-Trimmers in der Emitterleitung der letzten Stufe auf die Glühlampe in der Emitterleitung der ersten Stufe. Diese setzt man zum Stabilisieren der Signalamplitude ein. Mit dem Trimmer legt man das Maß der Gegenkopplung und damit die Amplitude der Ausgangsspannung fest.

Der gesamte Frequenzumfang von 10 Hz bis 1 MHz ist in dieser Schaltung in fünf dekadische Bereiche aufgeteilt. Da die Periodendauer proportional zum Einstellwert des 10k-Tandempotentiometers verläuft, ist es unter Umständen sinnvoll, statt der dekadischen Staffierung eine modifizierte Bereichschaltung mit den Faktoren 1-3-10-30... vorzusehen. Die effektive Ausgangsspannung dieser Schal-

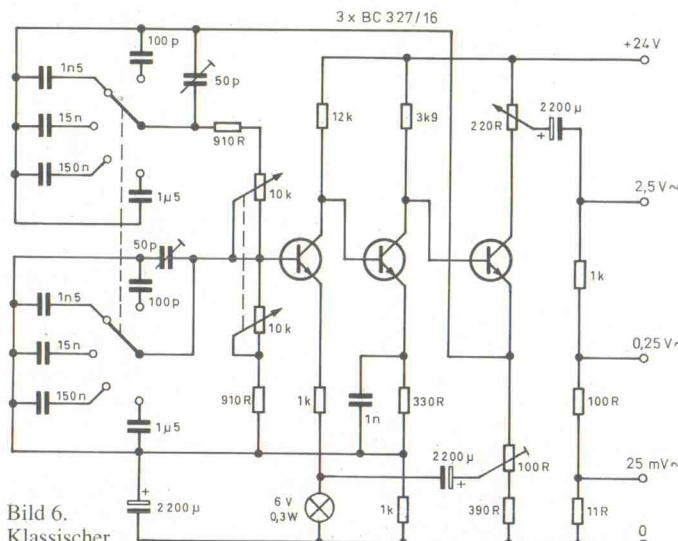


Bild 6.  
Klassischer  
Wienbrücken-  
Sinusgenerator mit  
einem Frequenzbereich  
von 10 Hz bis 1 MHz.

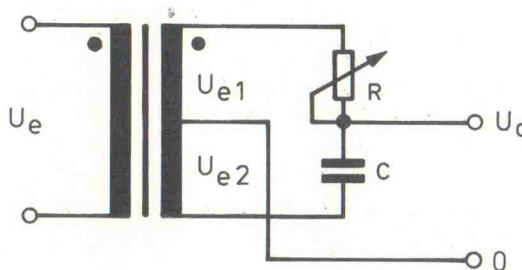


Bild 9. Grundform des  
Weitwinkel-Phasenschiebers  
mit mittelangezapftem  
Transformator.

tung beträgt etwa 2,5 V. Bei einer Ausgangsfrequenz von 1 kHz weist der Oszillator einen Klirrfaktor unter 0,2 % auf, seine Stromaufnahme liegt bei 35 mA.

## Mit Operationsverstärker

Wie bereits erwähnt, benötigt ein Operationsverstärker normalerweise eine symmetrische Betriebsspannung. Man kann natürlich die Widerstandswerte aus Bild 4 entsprechend aufsplitten, aber dann ist eine Abstimmung mit einem Tandempotentiometer nicht mehr möglich. Folglich steht ein Entwickler vor der Wahl, entweder zwei Betriebsspannungen vorzusehen oder einen zusätzlichen Operationsverstärker zum Splitten einer Einzelspannung einzusetzen. Bild 7 zeigt eine mögliche Standardschaltung mit Stabilisierung der Ausgangsspannung durch zwei antiparalle geschaltete Dioden im Gegenkopplungszweig.

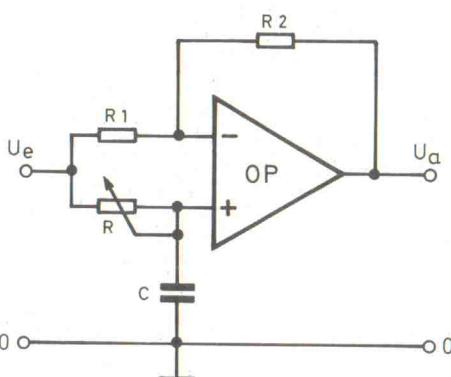
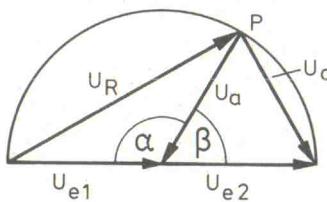


Bild 12. Weitwinkel-  
Phasenschieber mit  
Operationsverstärker.

Bild 10. Zeigerdiagramm für  
den Weitwinkel-  
Phasenschieber aus Bild 9.



tentiometer nicht mehr möglich. Folglich steht ein Entwickler vor der Wahl, entweder zwei Betriebsspannungen vorzusehen oder einen zusätzlichen Operationsverstärker zum Splitten einer Einzelspannung einzusetzen. Bild 7 zeigt eine mögliche Standardschaltung mit Stabilisierung der Ausgangsspannung durch zwei antiparalle geschaltete Dioden im Gegenkopplungszweig.

Ohne Berücksichtigung des Diodenwegs weist das die Verstärkung bestimmende Widerstandsver-

hältnis einen Wert größer als 2 auf, damit beträgt die Verstärkung des Operationsverstärkers mindestens 3. Bei ansteigender Ausgangsspannung gelangt der Arbeitspunkt der Dioden in den Leibbereich; somit sinkt der wirksame Widerstand im Gegenkopplungszweig, die sich einstellende geringere Verstärkung führt zu einer sanften Begrenzung der Ausgangsspannung. Das Potentiometer P ist so einzustellen, daß der Oszillatator in allen Bereichen sicher schwingt, gleichzeitig aber noch keine spürbare Begrenzung der Ausgangsspannung auftritt. Diese Art der Regelung zeigt ihre Stärken insbesondere im Tiefstfrequenzbereich. Mit den entsprechenden Widerstands- und Kondensatorwerten lassen sich sinusförmige Wechselspannungen im mHz-Bereich erzeugen. Allerdings ist darauf zu achten, daß man für die Kondensatoren keine gepolten Ausführungen (Elkos) einsetzt.

Mit den angegebenen Werten schwingt der Oszillatator mit einer Frequenz von etwa 1 kHz. Für einen durchstimmbaren und umschaltbaren Sinusgenerator ist die Schaltung ähnlich Bild 4 mit einem Doppelpotentiometer sowie umschaltbaren Kondensatoren auszustatten. Die Potentiometer sollten einen Gesamtwiderstand von jeweils 20k...25k aufweisen, bei einem Einsatz eines Operationsverstärkers mit einem FET-Eingang sind auch höherohmige Potentiometerwerte (100k) kein Problem. Den Klirrfaktor dieses Generators kann man unter der Voraussetzung einer stabilisierten Betriebsspannung auf Werte unter 0,5 % halten.

Im Normalfall liegt der Anschluß  $U_{bez}$  auf Massepotential. Für die Schaltung benötigt man eine symmetrische Betriebsspannung von  $\pm 4... \pm 15$  V, je nach verwendetem Operationsverstärker. Ist nur eine Betriebsspannung vorhanden, beispielsweise bei Batteriebetrieb, so kann man den in Bild 8 gezeigten Betriebsspannungssplitter einsetzen. Die Betriebsspannungsmitte ist dann an den  $U_{bez}$ -Anschluß zu führen. Da der Strombedarf dieser Schaltung in Abhängigkeit vom Operationsverstärker und von der Betriebsspannung nur 0,5...5 mA beträgt, ist auch ein Batteriebetrieb beispielsweise an einer 9-V-Blockbatterie möglich.

Alle bislang vorgestellten Wienbrücken-Schaltungen weisen leider

einige Nachteile auf: Die Feineinstellung der Frequenz erfolgt über Doppelpotentiometer, und eines davon ist 'heiß', also an einer Seite nicht mit Masse oder einer Betriebsspannung verbunden. Dies führt zu Problemen bei einer Steuerung der Frequenz, beispielsweise über einen U/R-Wandler.

Zudem ist die Frequenzskala bei einer Einstellung mit einem linearen Doppelpot am oberen Ende stark zusammengedrängt, da die Frequenz des erzeugten Signals dem Kehrwert der Potentiometerwiderstände entspricht. Dieser Umstand läßt sich zwar durch Potentiometer mit logarithmischer Kennlinie verhindern, leider läßt deren Gleichlauf meist zu wünschen übrig. Ein möglicher Ausweg besteht darin, nicht eine dekadische, sondern die bereits erwähnte Dreier-Frequenzstufung vorzusehen. Es stehen aber auch RC-Sinusgenerator-Schaltungen zur Verfügung, die ohne Wienbrücke auskommen.

## Weitwinkel-Phasenschieber

Bild 9 zeigt die Grundschatzung eines Phasenschiebers, mit dem

man die Phase einer Sinuswechselspannung von null bis nahezu  $180^\circ$  verschieben kann, ohne daß sich ihr Betrag ändert. Die Amplitude der Ausgangsspannung  $U_a$  gleicht bei jedem Winkel  $\alpha$  der Amplitude der Eingangsspannung  $U_e$ . Der Winkel  $\alpha$  im Thales-Kreis entsprechend Bild 10 ergibt sich zu:

$$\alpha = 2 \cdot \arctan (2 \cdot \pi \cdot f \cdot R \cdot C)$$

Nach einem Austausch der Komponenten C und R eilt die Phase vor:

$$\alpha = 2 \cdot \arctan (1/(2 \cdot \pi \cdot f \cdot R \cdot C))$$

Dieses Prinzip darf wohl als allgemein bekannt vorausgesetzt werden, setzt man es doch häufig ein, um bei netzfrequenter Vorgängen den Synchronpunkt eines Scopes passend zu verschieben. Auch die Phasensplitschaltung nach Bild 11 ist sicher den meisten audiophilen Lesern als Ansteuerstufe für Gegenaktverstärker geläufig. Hier ist der Phasensplit durch ein RC-Glied ergänzt, mit dem man die Signalphase bei konstanter Eingangsfrequenz zwischen  $0^\circ$  und fast  $180^\circ$  einstellen kann.

Der Nachteil dieser Schaltungen besteht darin, daß keines der phasenbestimmenden Bauteile R und C einpolig an Masse liegt. Die in

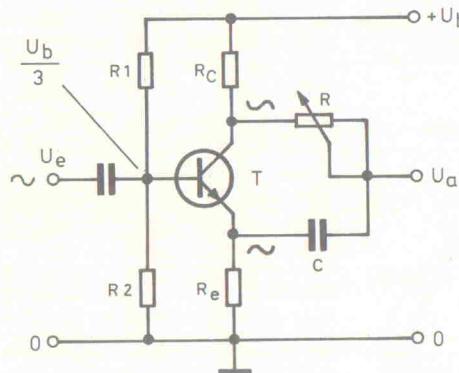


Bild 9. Weitwinkel-Phasenschieber mit Einzeltransistor.

Bild 8. Spannungsteiler zum Aufteilen einer Einzelspannung in eine symmetrische Doppelspannung.

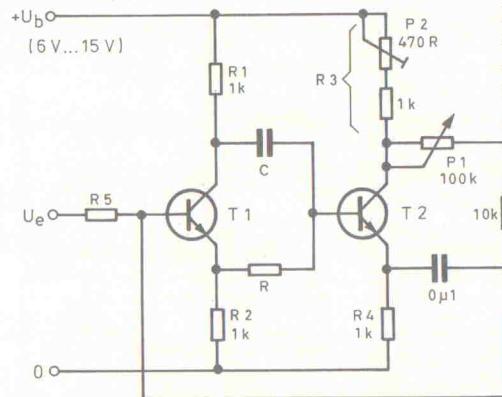
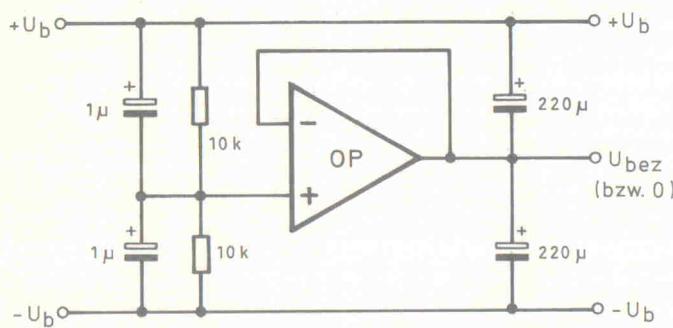


Bild 13. Grundschaltung des Phasenschieber-Oszillators nach T. Schubert.

Bild 12 dargestellte Schaltung behält dieses Manko. Hier setzt der Spannungsteiler  $R_1 = R_2$  den virtuellen Nullpunkt hoch.

Das Besondere aller drei Schaltungen wurde bereits erwähnt: Die Amplitude der Ausgangsspannung gleicht der der Eingangsspannung. Daraus folgt: Wird eine derartige Stufe 'voreilend' mit einer gleichartigen Stufe 'rückeilend' über einen Verstärker mit der Phasendrehung  $0^\circ$  (oder  $360^\circ$ ) zurückgekoppelt, schwingt dieses Gebilde. Ohne Regelung treten natürlich auch hier die bekannten Effekte auf: Bei zu großer Verstärkung erfolgt eine Signalbegrenzung, bei zu kleiner Verstärkung stellt sich keine Oszillation ein.

Eine erprobte Testschaltung, die T. Schubert bereits 1968 zum Patent anmeldete, ist in Bild 13 wiedergegeben. Dabei stellt der zweistufige Verstärker die erforderliche Phasendrehung von  $360^\circ$  (entspricht  $0^\circ$ ) sicher. Die CR- und RC-Glieder erzeugen die gewünschten Phasenverschiebungen, Trimmer P2 beeinflußt die Verstärkung der gesamten Anordnung. Für Testzwecke ist diese Grundschatzung zwar geeignet, aber es fehlt die Regelstufe. Außerdem verfügt der Oszillator über einen von den Widerständen  $R_1 \dots R_4$  abhängigen Innenwiderstand, der sich störend bemerkbar macht. Das erzeugte Signal kann man an einem der Kollektoren oder – besser noch – der Emitter abnehmen.

Es sei darauf hingewiesen, daß sich diese und die folgenden Schaltungen auch hervorragend als schmalbandige Nf-Filter eignen, wenn man mit P2 die Rückkopplung kurz vor den Schwingungseinsatz einstellt. Das zu filternde Eingangssignal führt man in diesem Fall an den  $U_e$ -Anschluß über einen hochohmigen Trennwider-

stand  $R_5$  und eventuell über einen zusätzlichen Trennkondensator an die Filterstufen.

Bild 14 zeigt die Schaltung eines Vor-/Rückwärts-Phasenschiebers mit zwei Operationsverstärkern. Da die Grenzfrequenz der jeweils angebotenen Operationsverstärkertypen ständig ansteigt, ist ein Einsatz dieses Phasenschiebers bei Wahl geeigneter Operationsverstärker auch bei relativ hohen Frequenzen möglich. Ein Vor-/Rückwärts-Phasenschieber nach Bild 12 in Kombination mit einer Regelschaltung entsprechend Bild 7 ergibt einen weitgehend amplitudenkonstanten Sinusgenerator, dessen Amplitude mit P2 einstellbar ist, beispielsweise auf einen Spitze-Spitze-Wert von etwa einem Drittel der Betriebsspannung. Ein Klirrfaktor unter 0,5 % ist leicht zu erreichen.

## Doppelphasenschieber

Wenn man die Signalphase nicht vor- und rückwärts, sondern nur vorwärts um insgesamt  $180^\circ$  schiebt und zusätzlich invertiert, ist dieses Gebilde ebenfalls schwingfähig. Bild 15 zeigt eine derartige Oszillatorenvariante. Vorteil: Da nur Tiefpässe in Form von RC-Gliedern zum Einsatz gelangen, liegt der Klirrfaktor relativ niedrig – erreichbar sind hier Werte unter 0,3 %, insbesondere dann, wenn die Bedingung  $C' = 10 \cdot C$  erfüllt ist. Bei der in Bild 15 dargestellten Variante handelt es sich um eine der sehr wenigen Sinusgeneratorschaltungen, für die man auch Elkos oder Tantalkondensatoren mit niedrigem Leckstrom als frequenzbestimmendes Glied einsetzen kann.

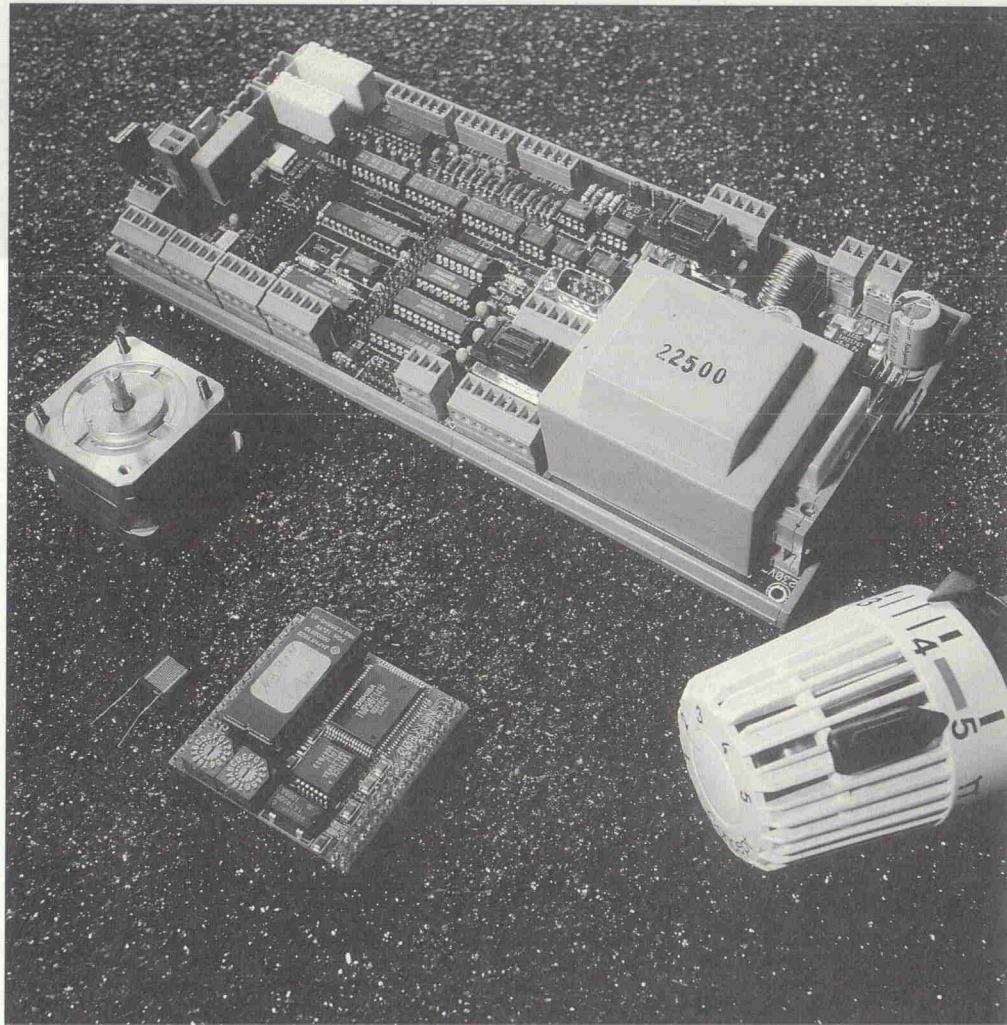
**Hinweis:** Fortsetzung in Heft 12/93.

# Tor zur Welt

## Allround-Interface für den TMP96C141, Teil 1: Das Controller-Modul

Michael Wöstenfeld,  
Walter Giesler

Was hätten Sie denn gern? Einen Feldbusanschluß? Einen IR-Sensoreingang? Eine Schnittstelle zum DCF-Empfänger? Hochlastrelais? Oder dürfen es ein paar Analog-eingänge sein? Ausgangsmäßig etwas PW-Moduliertes? Alles kein Problem mit dem 'Tor zur Welt' – einem starken Stück Interfacetechnik. Am Anfang der Trilogie steht jedoch das Gehirn: Ein 16-Bit-Controllermodul, ausgestattet mit einer MCU der TLCS-900-Familie von Toshiba.



Der 16-Bit-Mikrocontroller TLCS-900 [1] beeindruckt durch viel Peripherie, einen großen linearen Adreßraum und einen mächtigen Befehlssatz.

Die reichlich integrierte Peripherie (vier 10-Bit-A/D-Wandler, vier 8- und zwei 16-Bit-Zähler, zwei Schrittmotorports, zwei schnelle serielle Schnittstellen, vier Mikro-DMAs) hat jedoch den Nachteil, daß viele Anschlüsse nach draußen nötig sind. Der TMP96C141, der erste Prozessor aus der TLCS-900-Serie, hat beispielsweise 80 Anschlüsse, weitere Derivate

werden 120 Beinchen bekommen. Um dennoch kompakt zu bleiben, werden sogenannte Flatpack-Gehäuse verwendet, deren Anschlüsse rings um den rechteckigen Kunststoffkörper herum im 0,8-mm-Abstand verteilt sind. Diese Flatpacks lassen sich nur in SMD-Oberflächenmontage auflöten, wobei die Lötpaste im Siebdruck aufzubringen ist. Also nur etwas für Serienanwendungen?

Um den TLCS-900 den Entwicklern und auch all jenen zugänglich zu machen, deren Serie ein Stück selten über-

steigt, gibt es (von Elzet 80 in Aachen) das 'NET/900'-Modul mit dem TMP96C141, das auf einfache Pfostenstecker aufgesteckt werden kann und mit 5 × 5 cm Größe leicht in jede Schaltung zu integrieren ist. Nun braucht man für eine Mikrocontroller-Applikation ja immer mehr als nur den Prozessor, zum Beispiel Speicher und Taktoszillator, so daß das Entwicklungsziel war, alle schwierig anzuschließenden Teile möglichst kompakt auf dem Modul zu integrieren. Der Anwender soll nur seine spezifischen Ein-/Ausgänge verdrahten müssen, was

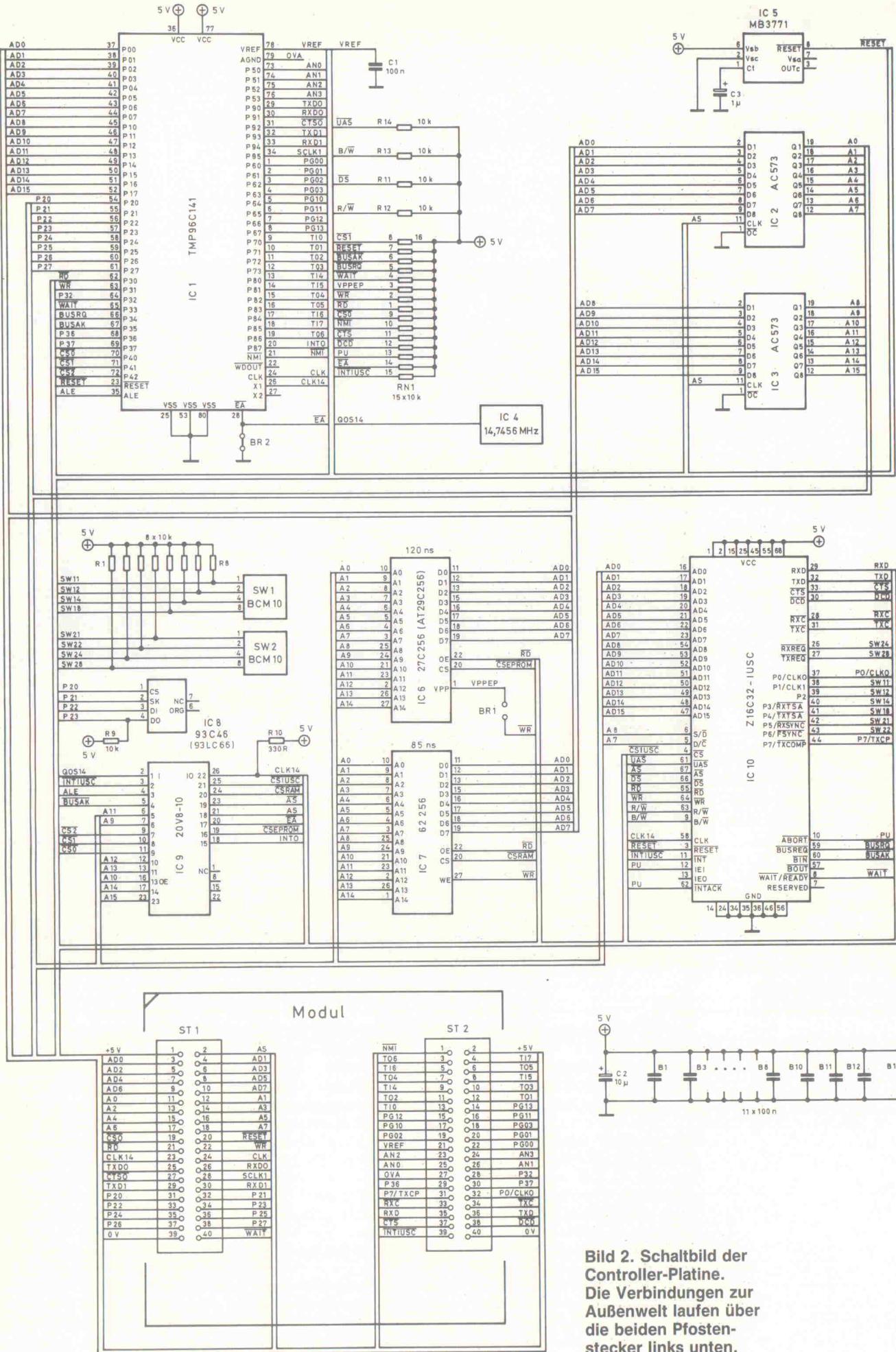
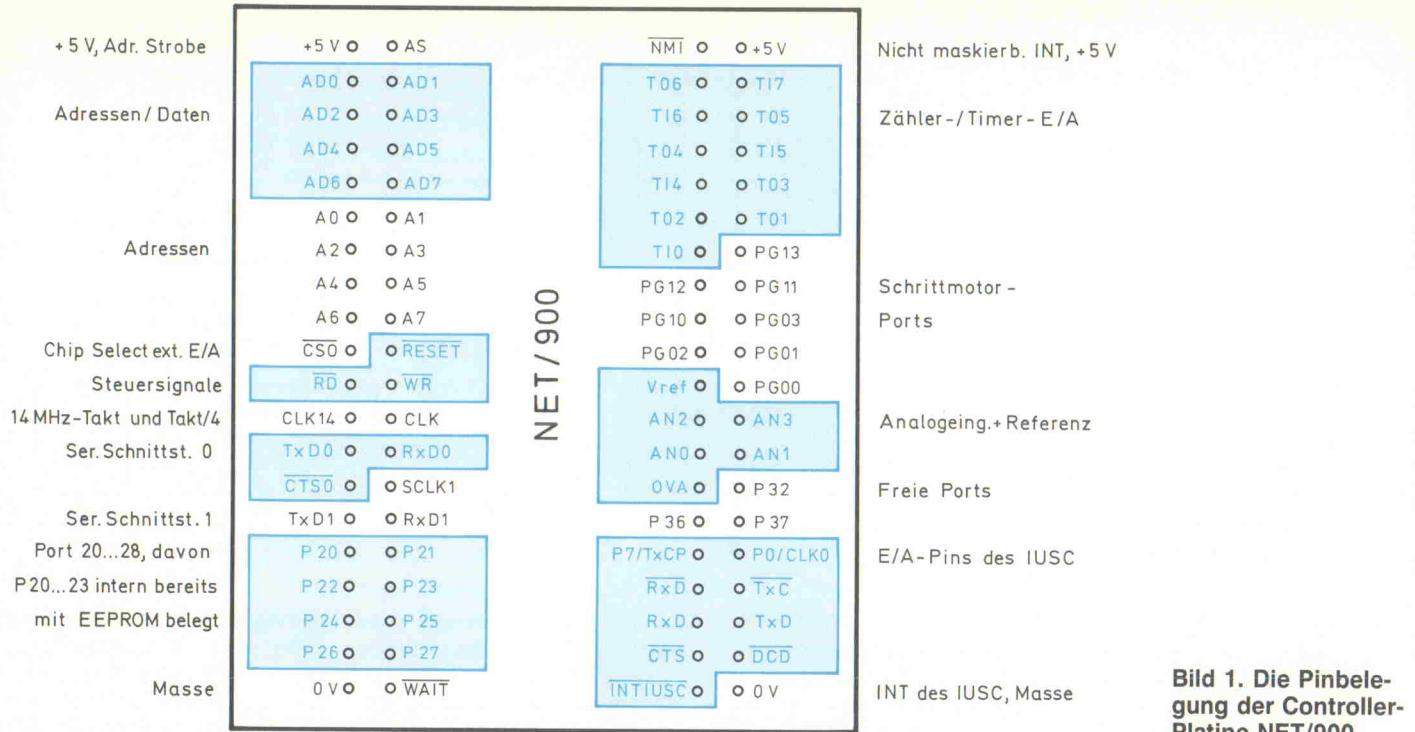


Bild 2. Schaltbild der Controller-Platine.  
Die Verbindungen zur Außenwelt laufen über die beiden Pfostenstecker links unten.



**Bild 1.** Die Pinbelegung der Controller-Platine NET/900.

meist nur wenige Leitungen zu den Zähler- oder A/D-Eingängen bedeutet. Das Modul ist daher sehr dicht aufgebaut, ein 6-Lagen-Multilayer trägt die beidseitig im Reflow-Verfahren aufgebrachten Bauteile.

Daher kann die spätere Anwendungsschaltung leicht mit normalen Mitteln erstellt werden, also auf einer zweiseitigen, manchmal sogar einseitigen Leiterplatte, mit normalen Bahnabständen und zwei Standard-Pfostensteckern ( $2 \times 20$ polig) als Modulsockel. NET/900 enthält den Prozessor und seinen

Quarzoszillator, einen Sockel für ein normales (DIL) 32-K-EPROM oder Flash-EPROM (oder einen EPROM-Simulator) und die zugehörigen Adress-Latches, ein 32-K-RAM, ein serielles EEPROM, einen Spannungsüberwachungs-Reset und einen IUSC mit zwei Drehschaltern.

### Einen IUSC?

Die Abkürzung steht für den Z16C32 Integrated Universal Serial Controller, eine serielle Schnittstelle der Luxusklasse. NET/900 ist nämlich von seiner

E/A-Vielfalt her ein idealer Kern für eine Netzwerkunterstation, beispielsweise in der Gebäudetechnik, bei Transportsystemen und in der Anlagenüberwachung. Der IUSC ermöglicht den Anschluß an die meisten der gängigen Feldbusse, denn er beherrscht nicht nur alle asynchronen Protokolle, wie sie für DIN-Messbus, Profibus und P-Net gebraucht werden, sondern auch blockorientierte synchrone wie das beim BITBUS verwendete SDLC. Mit einem externen SIA-Chip soll sogar Ethernet möglich sein. Der IUSC (Bild 5) hat zwei DMA-Kanäle, die separat für Sender und Empfänger auf den NET/900-Speicher gehen, so daß Netzwerk-Nachrichten den Prozessor nur minimal belasten. Mit den Universal-E/A-Pins des IUSC werden zwei Hex-Drehschalter eingelesen, die die Netzwerkadresse (0...255) festlegen.

### Von acht bis sechzehn Bit

Der TMP96C141 hat eingebaute programmierbare Chip-Selects, die auch die Datenbus-

breite selektiv festlegen. Da der Baustein NET/900 sehr kompakt sein sollte, wird der Speicher nur acht Bit breit ausgeführt, so daß nur ein RAM und ein EPROM benötigt werden – was auch den Betrieb mit jedem EPROM-Simulator ermöglicht. Der Prozessorbus ist ein gemultiplexter Adress- und Datenbus, daher müssen für externe Speicher Latches für 16-Bit-Adressen (64K) zwischengeschaltet werden. Der IUSC kann dagegen aufgrund seines flexiblen Bus-Interfaces direkt an den gemultiplexten 16-Bit-Bus angeschlossen werden. Dennoch kommt die Schaltung nicht ohne Hilfslogik in Form eines schnellen GALs aus: Die Prozessorenvariante mit internem EPROM (OTP) würde den 64-K-Code-Bereich des Minimum-Mode mehrfach belegen, also wird in der OTP-Version das RAM auf Adresse 40000H aufwärts umgelegt; der Datenadreßraum ist ja auch im Minimum-Mode immer 16 MByte groß (siehe Zeichnung 4). Außerdem konkurrieren die DMAs im IUSC mit dem Prozessor um den Speicherzugriff,

Adressen	96C141 ext. ROM	96PM40 OTP
40000–47FFF	kein Zugriff	32k RAM, IC7, CS2
08000–0FFFF	EPROM IC6, CS2	int. EPROM
07F00–07FFF	ext. E/A, CSO	ext. E/A, CSO
07E00–07EFF	ungenutzt	ungenutzt
07C00–07DFF	IUSC, CS1	IUSC, CS1
00480–07BFF	32k RAM, CS1	32k RAM, CS1
00080–0047F	internes RAM	internes RAM
00000–0007F	interne E/A	interne E/A

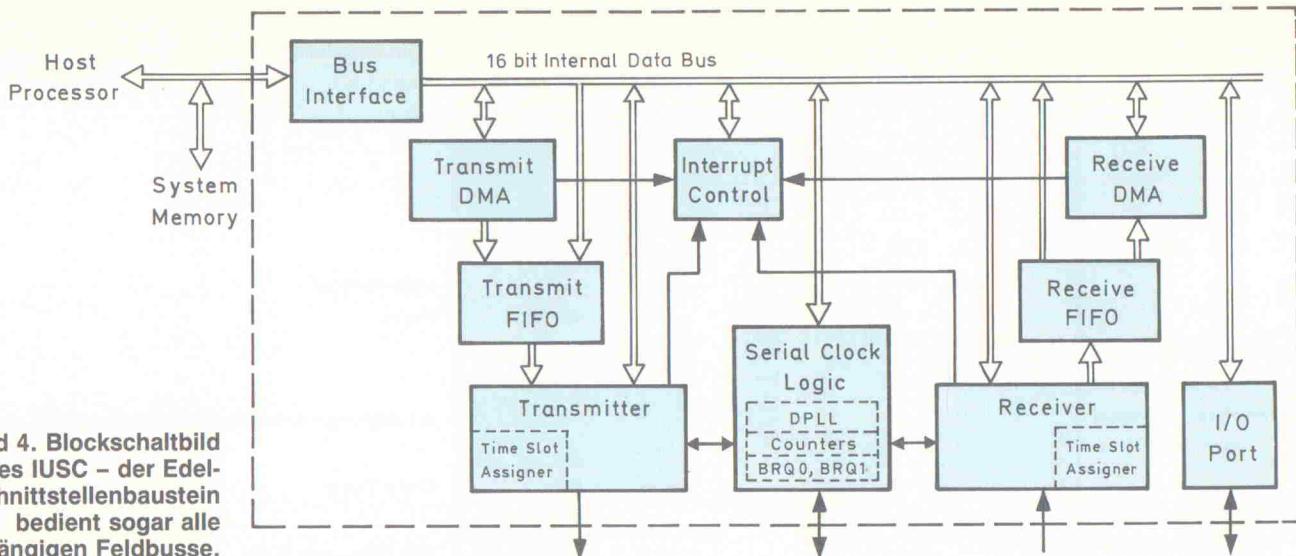
**Bild 3.** Belegung des Adreßraums für die Controller-Varianten mit und ohne externem ROM.

# WIE TEUER IST EIN 32-BIT EDA SYSTEM?

Bis Ende November 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.

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

DE	Taube El. Design	Tel. 080 - 691-4646	Fax 6942338
Arndt El. Design	Tel. 07026 - 2015	Fax 4781	
Putberg U & E	Tel. 06421 - 220.88	Fax 21409	
Innoton	Tel. 089 - 4309042	Fax 4304242	
BB Elektronik	Tel. 07123 - 35143	Fax 35143	
WM-Electronic	Tel. 0512 - 292.396	Fax 292396	
Deltronica	Tel. 01 - 723.1264	Fax 7202854	



**Bild 4.** Blockschaltbild des IUSC – der Edel-Schnittstellenbaustein bedient sogar alle gängigen Feldbusse.

wozu ebenfalls GAL-Unterstützung nötig ist. Statt des EPROMs kann auch ein Flash-EPROM AT29C256 (Atmel) eingesetzt werden. Das 32-K-Flash-EPROM kann in Blöcken von 64 Byte 'on board' gelöscht und byteweise beschrieben werden. Besonders interessant wird das bei dem Prozessor mit eingebautem ROM: Das Betriebssystem steht dann im ROM, während das Anwenderprogramm über eine serielle Schnittstelle oder das Netzwerk in das Flash-EPROM geladen wird. Das AT29C256 benötigt nur 5 V Betriebsspannung. BR1 muß geschlossen werden, wenn ein Flash-EPROM eingesetzt wird.

Ein sauberer Reset mit Überwachung der Prozessorspannung ist insbesondere für industrielle Anwendungen enorm wichtig: nach einem Spannungseinbruch oder Spannungsauftaum muß das Programm sauber und ohne Bedieneingriff wieder anlaufen. Spezielle Schaltkreise sind auf diese Funktion optimiert; hier wurde der Fujitsu MB3771 (IC5) eingesetzt. Das serielle EEPROM 93C46 (alternativ ist auch der Baustein 93LC66 möglich) dient der Ablage von Konfigurationsdaten aller Art, also beispielsweise der Baudaten auf den seriellen Schnittstellen oder der E/A-Konfigurationen der Grundplatine unter NET/900. Mit  $64 \times 16$  Bit ist es groß genug,

um die Tastaturbelegung einer angeschlossenen Matrixtastatur zu speichern oder Linearisierungstabellen für einen Temperatursensor am Analogeingang. Zum Anschluß wurden ungenutzte Bits von Port 2 benutzt (A16..A19). Wie die meisten derartigen seriellen Bausteine benötigt der 93LC66 ein Taktbit, sowie Dateneingang und Datenausgang und eine Auswahlleitung (CS). Bis auf die Auswahlleitung können die anderen Bits für weitere serielle Speicher oder E/A-Bausteine mitverwendet werden, sie sind daher auf den Modulsockel herausgeführt.

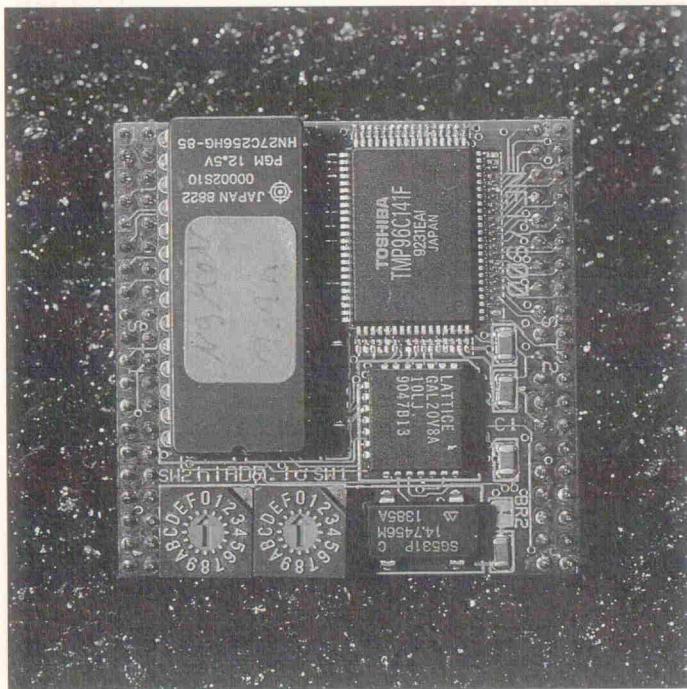
Der TMP96C141 hat einen eingebauten Quarzoszillator. Dennoch wurde auf NET/900 ein separater Oszillator verwendet, da der Taktausgang des Prozessors nur ein Viertel der Oszillatorkreisfrequenz liefert. Für externe E/A wie beispielsweise den IUSC ist das zu wenig. Als Taktfrequenz wird statt der möglichen 16 MHz die Frequenz 14,7456 MHz verwendet, weil damit für die seriellen Schnittstellen auch alle höheren Baudaten sauber erzeugt werden können, so unter anderem auch die PC bekannten 115 200 Bit/s.

Die serielle Schnittstelle mit dem Z16C32-IUSC kann im Rahmen dieses Artikels nicht ausführlich dargestellt werden, dafür ist der Baustein zu komplex. Der Verwendungszweck als Netzwerkcontroller setzt jedoch ohnehin voraus, daß entweder die vom Hersteller angebotenen Treiber für BITBUS benutzt werden oder, zur Implementation eines hauseigenen Feldbusse, die IUSC-Handbücher

durchgearbeitet werden. Von Zilog wird ein elektronisches Datenblatt für den IUSC geliefert, das bei der Erstellung der Initialisierungs Routinen hilft. Der Funktionsumfang des IUSC ist auf jeden Fall gewaltig: Asynchron mit allen Wortlängen und möglicher Adressierung über ein neuntes Bit, automatische Handshakes und eingebaute Timer für Gap-Erkennungen; synchron für Mono- und BiSync, SDLC und HDLC, X.25 usw. Neben der universellen Protokollbearbeitung ist auch die DMA-Funktionalität überdurchschnittlich: die separaten DMAs für Empfang und Senden können direkt auf den ganzen 16-MByte-Adreßraum des TLCS-900 zugreifen, darüber hinaus in verkettete Listen schreiben – auch in Form eines Ringpuffers – und aus verketteten Listen senden. Eine eingebaute DPLL ermöglicht die Taktrückgewinnung aus Daten-/Taktgemischen (Manchester, NRZI), wie sie zum Beispiel beim BITBUS verwendet werden.

## Von BASIC bis Assembler

Zum TLCS-900 liefert Toshiba derzeit einen Assembler und einen K&R-C-Compiler; die ELRAD-Mailbox hält einen PD-Assembler mit dem Namen AS\_138.EXE in Brett 20 bereit. Passend zu diesen Sprachen und dem hier vorgestellten Projekt gibt es einen Monitor, der das Hinabladen von Programmen in das RAM ermöglicht. Der Assembler erzeugt einen Hex-Code (S3/S7 S-Records), der über normale serielle Schnittstellen übertragen werden kann. Der Hex-Code wird



**Bild 5.** Blick auf eine der beiden dicht bestückten Seiten des fertigen Controller-Bausteins.

vom Monitor in Binärkode umgesetzt und an die vorgegebene Adresse geladen. Der Monitor erlaubt dann das Setzen von Breakpoints und den Einzelschrittes. Daneben sind Standardmonitorfunktionen wie Speicheranzeige und -veränderung sowie Registerdisplay, auch der wichtigsten Peripherieregister, eingebaut (Bild 7, Monitorbefehle). Für den Programmtest sind im Monitor außerdem ein Zeilen-Disassembler und ein Zeilen-Assembler eingebaut, so daß kleine Programmsegmente direkt in das Assembler-Mnemonic eingegeben werden können.

Für die Programmentwicklung in Hochsprache sind C- und Modula-2-Compiler auf MSDOS erhältlich. Für NET/900 selbst ist ein BASIC-Interpreter verfügbar, der nur ein Terminalprogramm braucht, um programmiert zu werden.

## Wohin, Modul?

NET/900 ist gedacht für den Einsatz auf anwendungsspezifischen Grundplatten. Zum ersten Test gibt es zwei Erprobungs-Grundplatten. Die einfachste ist die NET/900IF, die die beiden seriellen Schnittstellen des TMP96C141 mit den schon in anderen ELRAD-Projekten verwendeten IF-Modulen verbindet.

Die zweite Grundplatine hat zwei RS-232-Treiber für die prozessoreigenen seriellen Schnittstellen eingebaut und eine RS-485-Schnittstelle für den IUSC, wahlweise auf Halbduplex oder Voll duplex zu brücken. Die Stromversorgung wird aus 8...24 V Gleich- oder Wechselspannung über einen Schaltregler auf der Platine erledigt.

Viel weiter geht das Erprobungsboard EVA900, das die ganzen eingebauten E/A des Prozessors unterstützt und 'richtige' Anwendungen ermöglicht. So sind opto-entkoppelte 24-V-Eingänge für Initiatoren und Impulsgeber vorhanden, 24-V-

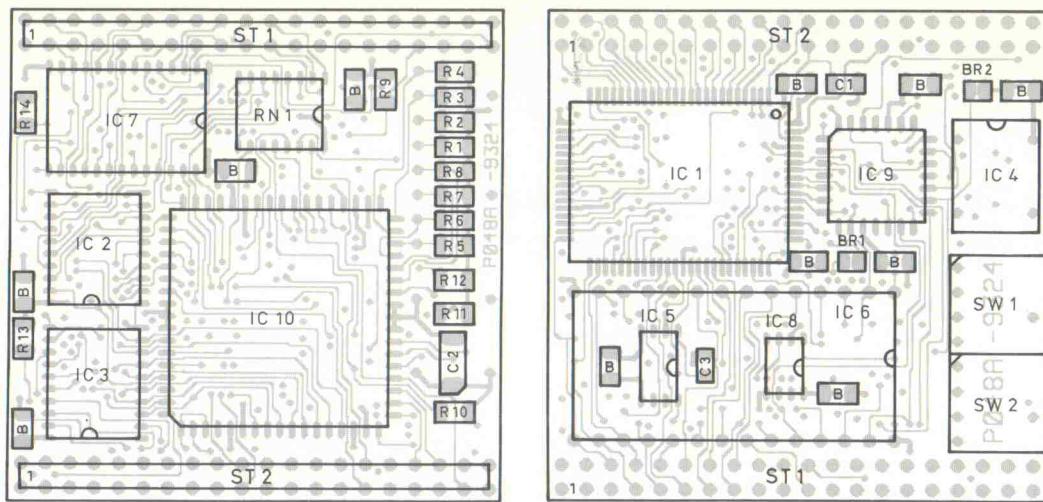


Bild 6. Da der Controller-Baustein als fertiges Modul geliefert wird, sind Bestückungspläne eigentlich nicht nötig – beim Identifizieren einzelner ICs aber nach wie vor unerlässlich.

Monitor-Befehlssatz des N9MON für NET/900 (auf EVA900)		
Mnemonic	Schema	Anwendung
A(NALOG)	a	Zeige Analogeingänge
C(CLOCK)	c	Uhrzeit 32Bit ms-Zähler / DCF77
D(UMP)	dxxxxxxxxx,yyyyyyyy	Anzeige des Speichers
E(EXAM)	exxxxxxx	Speicher zeigen und setzen
F(ILL)	fxxxxxxxx,yyyyyyyy,zz	Füllt Speicher mit Bytewert
G(O)	gxxxxx	Springt auf Adresse
H(ELP)	h (0/1)	Hilfe, Registernamen, Pinzuweisungen
I(INPUT)	ixxxxxxxx	Lese ein Byte von Adresse
K(EY)	k (c)	Lese RC5-Fernsteuerung (dauernd)
L(ED)	ln,xxxx	Anzeige auf 7SEG Nr. n, HEX-Wert
M(MOVE)	mxxxxxxxx,yyyyyyyy,zzzzzzzz	Verschiebe Speicher
N(ETWORK)	n (d)	Test des IUSC Netzwerk-Ports (duplex)
O(UTPUT)	oxxxxxxxxx,yy	Ein Byte auf Adresse schreiben
P(ORTS)	pxxxxxxxx	Anzeigen und Setzen externer 24V-Ports
Q(UIT)	q	Kaltstart
R(EAD)	r	Programm empfangen S3/S7 Hex download
S(ERTST 0)	s	Test SER 0
T(EST)	t	Test EEPROM
V(VIDEO)	v	Terminal-Steuerzeichen VT100 oder TVI

Bild 7. Tabelle der Monitorbefehle.

Stückliste	
Net/900	
Widerstände	
R1...R8	10k
R9	10k
R10	330R
R11...R14	10k
RNI	15x10k
Kondensatoren	
C1	100n
C2	10µF
C3	1µ
B1...B14	100nF
Halbleiter	
IC1	TMP96C141
IC2,3	AC573
IC4	TTL-Quarz 14,7456 MHz
IC5	MB3771
IC6	27C256 od. AT29C256, 120ns
IC7	62256
IC8	93C46 od. 93LC66
IC9	GAL20V8-10
IC10	Z16C32 IUSC
Sonstiges	
Pfostenstecker	
BCD-Schalter	

Ausgänge für Schütze und Ventile, Relais und ein TRIAC für 230 V AC sowie Referenz- und Hilfsspannungen für den Anschluß von Sensoren an den Analogeingängen. Die DCF77-Uhr aus Heft 2/93 kann angeschlossen werden, 7-Segment-Anzeigen und einiges mehr. Eine 220-V-Versorgung ist ein-

gebaut und eine isolierte Netzwerk-Schnittstelle.

Um dieses Erprobungsboard geht es dann im nächsten Heft, wenn – eine mögliche Anwendung – sich Oma per handelsüblicher Fernseh-Fernbedienung durch die Wohnung 'zappen' kann.

# WELCHES PCB-LAYOUTSYSTEM IST DER BESTE KAUF?

**ULTIBOARD**  
COMPUTER AIDED PCB DESIGN

Die Bedürfnisse für eine doppelseitige Eurokarte sind verschieden von denen für ein hochkomplexes Multilayer Motherboard. ULTIBoard bietet eine 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

Hauptst.: NL	Toibue El. Design Tel. 030 - 691-4646 Fax -6942338	Arndt El. Design Tel. 07026 - 2015 Fax -4781
Tel. 00-31-2159-44444	Patberg D & E Tel. 06421 - 22038 Fax -21409	Intron Tel. 089 - 4309042 Fax -4304242
Fax 00-31-2159-43345	BB Elektronik Tel. 07123 - 35143 Fax -35143	WM Electronic Tel. 0512 - 292396 Fax -292396
	Deltronica Tel. 01 - 7231264 Fax -702854	

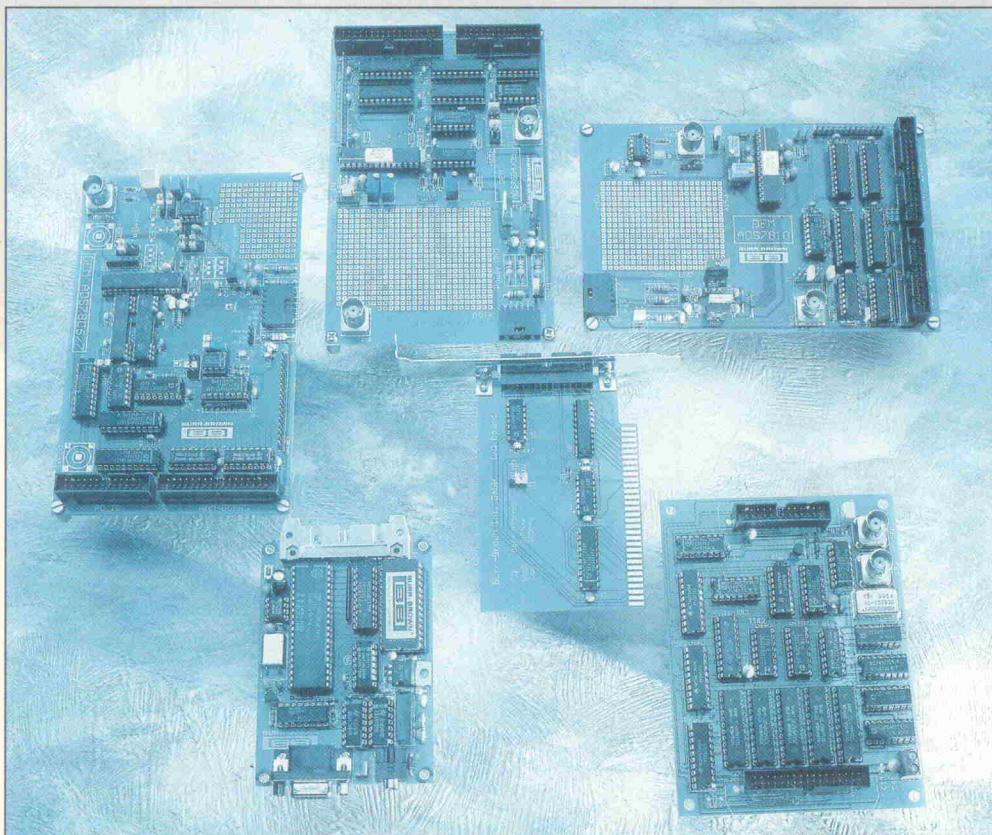
# A/D-Wandler-Labor

Meß- und Testausrüstung für Präzisions-ADCs,  
Teil 3: ADS7810/19, paralleles FIFO-RAM-Board

Projekt

Olaf Escher,  
Albert Schwarz,  
Martin Klein

Wenn der Rechner für die direkte Aufnahme von Meßdaten zu langsam ist, ermöglicht nur ein schneller Zwischenspeicher zeitgenaue Messungen. Ein paralleles FIFO-RAM mit Taktraten bis 20 MHz und ein 800 kHz schneller A/D-Umsetzer verwandeln den PC in ein leistungsfähiges Instrument für Signalanalysen.



Das System besteht aus einer Platine für den universellen Einsatz der beiden pinkompatiblen A/D-Umsetzer ADS7810 und ADS7819 von Burr-Brown sowie einer parallelen FIFO-RAM-Karte zur schnellen, zeitlich exakt reproduzierbaren Aufnahme von Meßwerten. Die FIFO-Karte bietet Speicher für 32-K-Worte mit einer Breite von 20 Bit. Eine passende Software zur Signalanalyse ermöglicht FFTs mit bis zu 16 384 Punkten. Die digitale Eingangsschnittstelle der RAM-Karte ist kompatibel zu den 16-Bit-Anschlüssen aller ADC-Platinen aus dem A/D-Wandler-Labor.

## Chip set ...

Die beiden neuen CMOS-A/D-Umsetzer ADS7810 und ADS7819 gestatten bei einer Auflösung von 12 Bit eine maximale Wandlungsraten von 800 kHz. Die 'Integrale Nichtlinearität' (INL) liegt für beide

Typen innerhalb von  $\pm 1$  LSB, wobei dies zunächst Angaben für die momentan bereits verfügbaren Einzelstücke sind. Die endgültigen Versionen, die im Laufe des ersten Quartals 1994 auch in größeren Mengen erhältlich sein sollen, sind mit einer INL von maximal 0,5 LSB spezifiziert. Je nach Selektionstyp liegt der Signal/Rauschabstand der Wandler bei 67...69 dB.

Beide Umsetzer arbeiten nach dem Verfahren der sukzessiven Approximation. Sie nehmen im Betrieb eine Leistung von maximal 300 mW auf, wobei sich auch dieser Wert bis zur letzten Chipversion noch um 50 mW reduzieren soll. Die Chips enthalten eine integrierte Sample&Hold-Stufe sowie eine interne Spannungsreferenz und eine interne Taktzeugung. Als Versorgungsspannung sind  $\pm 5$  V erforderlich. Binäre Ausgangsdaten liefern beide Umsetzer

12 Bit parallel über Tristate-Latches.

Während der ADS7810 Signale zwischen  $\pm 10$  V verarbeitet, sind am Eingang des ADS7819  $\pm 2,5$  V erlaubt. Mit der vorgestellten Platine lassen sich die A/D-Umsetzer auf ihre Eignung zum Einsatz in verschiedenen Applikationen testen. Die Karte ist jedoch so konzipiert, daß sie sich auch als vollwertiges Meßequipment verwenden läßt.

## ... on board

Um Störeinflüsse möglichst geringzuhalten, sind die Masseleitungen für den Analog- und Digitalteil der A/D-Karte voneinander getrennt. Eine stabilisierte  $\pm 5$ -V-Versorgung für den ADC wird aus den  $\pm 15$ -V an Stecker BR1 erzeugt. Die  $\pm 15$ -V-Versorgung ist auch für den Operationsverstärker erforderlich. Möchte man hierauf verzichten, so lassen sich die  $\pm 5$  V für den

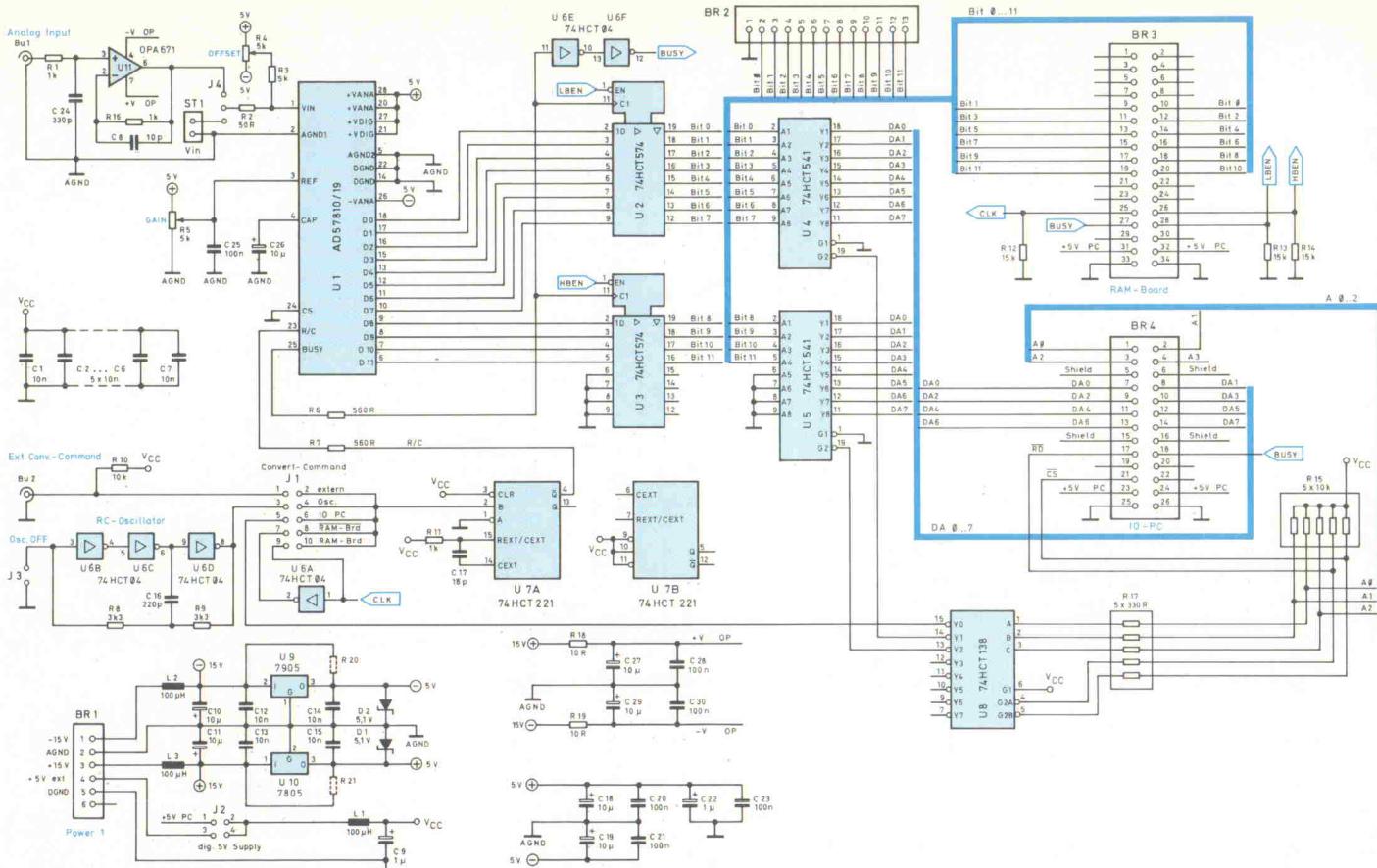


Bild 1. Die oberen 4 Bit auf dem 16-Bit-Bus der Schaltung liefern immer eine '0'.

ADC auch direkt an BR1 einspeisen. Hierzu sind die beiden Festspannungsregler U9 und U10 zu entfernen und die Brücken R20, R21 einzusetzen.

Die Versorgung der digitalen Bausteine erfolgt entweder über einen der beiden Busstecker BR3 oder BR4 (Pin '+5V PC') oder alternativ über eine separate 5-V-Spannung an BR1 (Anschluß '+5V ext'). Je nach gewünschter Alternative, muß Jumper J2 gesetzt sein.

Für die Zuführung des analogen Meßsignals sind zwei Möglichkeiten vorgesehen: Entweder mit direkter Verbindung zum ADC-Eingang (ST1) oder über einen RC-Tiefpaß und einen Operationsverstärker (BNC-Buchse BU1). Jumper J4 bestimmt hier-

bei den jeweiligen Signaleingang. Die Wahl des Operationsverstärkers sollte nach den Erfordernissen der individuellen Anwendung erfolgen, also passend zum gewünschten Eingangsspannungs-, Eingangs frequenzbereich und zu der geforderten Verstärkung. Bei der im Schaltplan wiedergegebenen Be stückung dient der OPA lediglich als Puffer.

Zum Abgleich des ADCs dienen die Potentiometer R4 und R5. Sind sie bestückt, lassen sich eventuelle Offset- und Verstärkungsfehler des Umsetzers auf null abgleichen.

Für die Weiterverarbeitung der Ausgabedaten des Wandlers stellt das A/D-Board drei verschiedene Datenausgänge zur

Verfügung: Zunächst sind die Datenbits 0...11 an der Stiftleiste BR2 direkt abgreifbar – beispielsweise zum Anschluß eines Logic Analyzer oder eines Oszilloskops. Der Stecker 'RAM-Board' (BR3) stellt ebenfalls alle 12 Bit parallel zur Verfügung. Zusätzlich sind hier noch digitale Ein- und Ausgänge für die Ablaufsteuerung belegt (CLK: Wandlung starten, HBEN/LBEN: High-/Low-Byte-Enable, Busy: Umsetzung läuft). BR3 ist auch der Anschluß für die FIFO-RAM-Karte.

Am Stecker 'I/O-PC' (BR4) lassen sich die Ausgangsdaten des ADCs in 8 Bit breiten Portionen abholen. Hierzu werden die 12 Datenbits, die an den Ausgängen der beiden 8fach-D-Flipflops (U2, U3) nach einer

Wandlung anliegen, über die Bustreiber U4 und U5 auf den 8-Bit-Bus weitergeleitet. Ob das Low-Byte des Datenwortes oder die Bit 8...12 an BR4 abzugreifen sind, wird durch Ausde kodieren der Adreßleitungen A0...A2 festgelegt (U8). Zusätzlich lassen sich die beiden Signale /RD (Read) und /CS (Chip-Select) zur Steuerung einer Messung anlegen. Das mit zwei Invertern gepufferte Busy-Signal vom A/D-Umsetzer ist hier ebenfalls verfügbar.

Die drei Adreßleitungen an BR4 repräsentieren folgende Funktionen: 'Lesezugriffe' auf Adresse 0 (A0, A1 = Low) starten eine Wandlung. Voraussetzung hierfür ist, daß an Jumper J1 die Pins 5 und 6 gebrückt sind. Der Zugriff auf Adresse 0

# SIND AUTOROUTER BESSER ALS INTERAKTIVE DESIGNER?

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

**ULTIBOARD** COMPUTER AIDED PCB DESIGN

**ULTIMATE** TECHNOLOGY

Hauptsitz: NL  
Tel. 031-2159-4444  
Fax 031-2159-43345

D 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

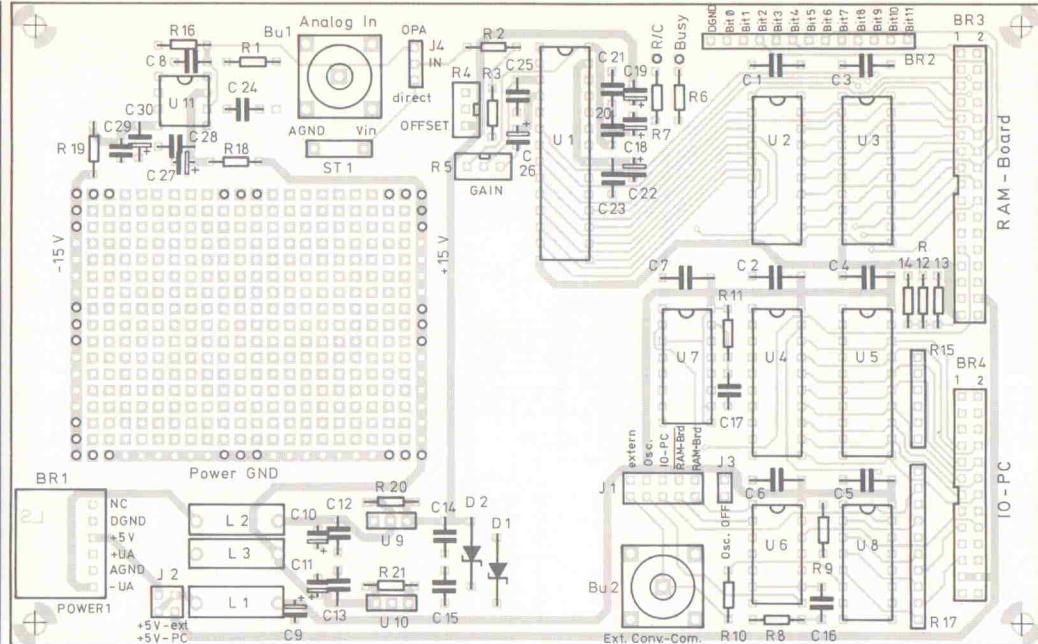


Bild 2. Startimpulse für den Wandler bringt ein Monoflop auf definierte Länge.

triggert ein Monoflop von U7, welches einen Convert-Impuls (ADC-Pin 'R/C') mit einer über C17 und R11 festgelegten Dauer von circa 50 ns erzeugt. Dies gewährleistet, daß der nächste Startimpuls für den A/D-Umsetzer nicht in die aktuelle Bitentscheidung fällt und dabei Störungen verursacht.

Auslesen von Adresse 1 legt das Low-Byte der Daten vom ADC auf die Busleitungen an BR4 (DA0..DA7); ein entsprechender Zugriff auf Adresse 2 liefert das High-Byte beziehungsweise das oberste Nibble des 12-Bit-Datenwortes an den Leitungen DA0 (Bit 8) bis DA3 (MSB, Bit 11).

An der Jumperleiste J1 ist auszuwählen, welche Quelle den Startimpuls für einen Wandlungszyklus des ADCs liefert. Als externer Trigger-Eingang steht die BNC-Buchse BU2 zur Auswahl. Hier können Signale

mit TTL-Pegel bis zur maximalen Sample-Frequenz des ADCs anliegen. Da die Signale von J1 aus an einen Schmitt-Trigger-Eingang des Monoflops in U7 gelangen, reicht für Trigger-Impulse eine minimale Flankensteilheit von etwa 1 V/s aus.

Beim 'Stand alone'-Betrieb der A/D-Karte – also ohne Steuerung der Messung durch einen Rechner über BR3 oder BR4 – kann der auf der Platine vorhandene Oszillatator (U6, C16, R8, R9) als Quelle für das Convert-Signal des Umsetzers dienen. Wird dieser Oszillatator nicht benötigt, sollte er durch eine Brücke an Jumper J3 ruhiggestellt sein.

Am 'RAM-Board'-Stecker BR3 steht der Pin 'CLK' als Eingang für Convert-Impulse zum ADC zur Verfügung. Über J1 läßt sich festlegen, ob ansteigende oder abfallende Signalflanken an diesem Eingang einen Um-

setzimpuls auslösen. Die Signale HBEN und LBEN sind Low-aktiv und liegen normalerweise über die Widerstände R13, R14 an Masse. Durch High-Pegel an den entsprechenden Pins von BR3 ist es möglich, selektiv entweder nur das Low- oder nur das High-Byte des Wandlerausgangs auf den Bus zu schalten.

### Sammelkarte

Die hier beschriebene parallele FIFO-RAM-Platine eignet sich nicht nur für Messungen mit einer der verschiedenen ADC-Testkarten aus dem A/D-Wandler-Labor. Sie bietet dem Anwender eine universell einsetzbare Möglichkeit, verschiedene digitale Daten sehr schnell zu erfassen und zu speichern – ohne daß hierfür großer Programmieraufwand nötig wäre. Als 'typisches' Applikationsbeispiel soll im weiteren Verlauf dieses Projektes die FFT-Analyse dynamischer Signale mittels einer PC-Software dienen. Eine erste Vorstellung des zur Platine erhältlichen Programms 'FFTPro' ist am Schluß dieses Beitrags zu finden.

Das parallele RAM-Board hat die folgenden Leistungsmerkmale: Abtastraten bis 20 MHz, Aufnahme von maximal 32-K-Meßwerten mit einer Wortbreite von bis zu 20 Bit. Die Verbindung zu einem PC zwecks Erfassung von Signalen mit der oben genannten FFT-Software erfordert eine der bereits in den

### Stückliste

#### A/D-Board ADS7810/19

ICs:	
U1	ADS7810/19
U2, U3	74HCT574
U4, U5	74HCT541
U6	74HCT04
U7	74HCT221
U8	74HCT138
U9	79L05 <sup>1</sup>
U10	78L05 <sup>1</sup>
U11	OPA671

#### Kondensatoren:

C1...C7, C12...C15	10n
C8	10p
C9, C22	1μ
C10, C11, C18, C19,	10μ
C26, C27, C29	10μ
C29	220p
C16	18p
C17	200p
C20, C21, C23,	100n
C25, C28, C30	330p <sup>2</sup>
C24	

#### Induktivitäten:

L1, L2, L3	100μH
------------	-------

#### Potentiometer:

R4, R5	5k
--------	----

#### Widerstandsnetzwerke:

R15	DIP6 5×10k
R17	DIP5 5×330R

#### Widerstände:

R1, R16, R11	1k
R2	50R
R3	5k
R6, R7	560R
R8, R9	3k3
R10	10k
R12...R14	15k
R18, R19	10R
R20, R21	Brücke <sup>1</sup>

#### Sonstiges:

D1, D2	ZPD 5,6 o. ä.
BR1	AMP-Stifteleiste 6pol.
BR2	MSV 13×1
BR3	MSV 17×2
BR4	MSV 13×2
ST1	MSV 1×2 (7,62mm)
J1	Jumper 5×2
J2	Jumper 2×2
J3	Jumper 1×2
J4	Jumper 3×3
BU1, BU2	BNC-Buchse

<sup>1</sup> je nach Spannungsversorgung über BR1, vgl. Text

<sup>2</sup> bestimmt Tiefpassfrequenz am Eingang

ersten beiden Teilen dieses Projektes vorgestellten 8-Bit-I/O-Karten (vgl. ELRAD 8 und 9/93). Generell ist jedoch auch eine PC-Anbindung über andere Interfaces möglich. Für den Betrieb des Boards sind ein bidirektionaler 8-Bit-Datenbus, mindestens zwei Adreßleitungen und die drei Signale CS (Chip Select), RD (Read) und WR (Write) notwendig.

Alle Abläufe auf dem Board werden über eine einzelne Port-adresse gesteuert. Die RAM-Karte dekodiert mit Hilfe zweier Adreßdecoder (U22, U23) aus den Leitungen Ax0...Ax2 von Stecker ST3 insgesamt vier

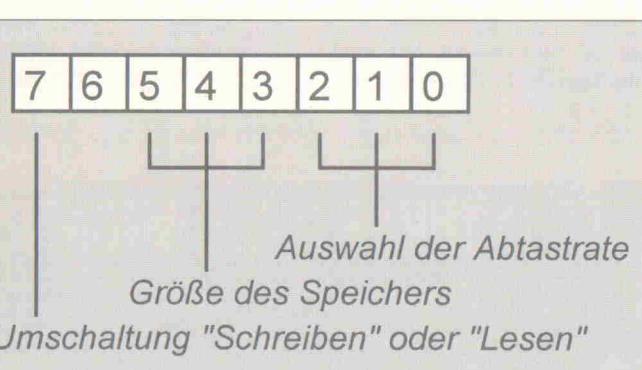


Bild 3. 7 Bit am Steuerport bestimmen die Funktion der FIFO-Karte.

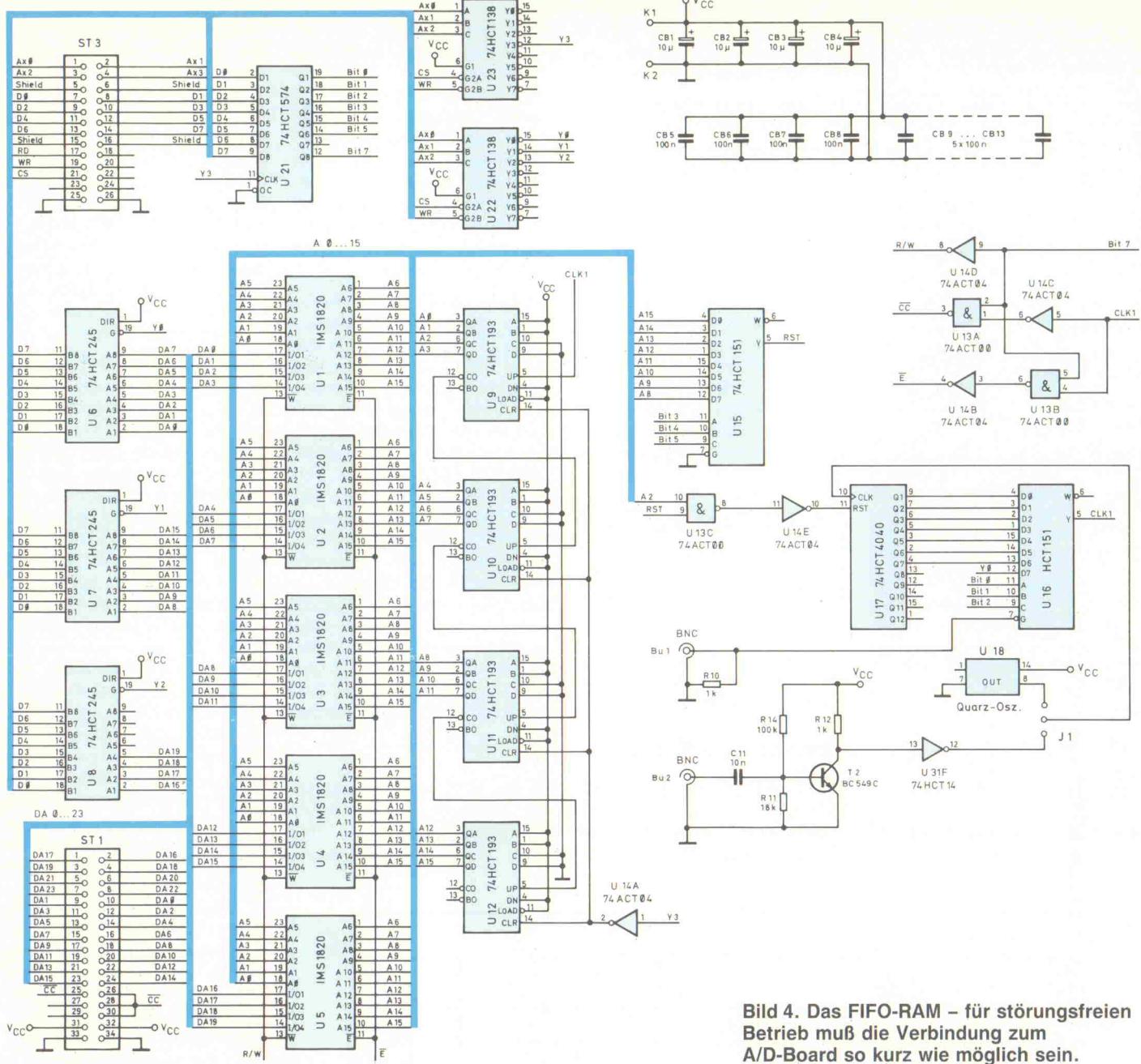


Bild 4. Das FIFO-RAM – für störungsfreien Betrieb muß die Verbindung zum A/D-Board so kurz wie möglich sein.

## ANALOGIC 5½stelliges Digitalmultimeter



Analogic 5½stelliges, preiswertes Digitalmultimeter »DP 100« mit einem neu entwickelten 19 Bit A/D-Wandler bestückt.

**DM 1160,— + MwSt.**

- Meßfunktionen:
  - DC-Spannung, AC-Spannung (true RMS)
  - 4-Draht Widerstand
  - Frequenz bis 25 MHz
  - DC-Strom, AC-Strom (true RMS)
  - Temperatur über 2- oder 4-Draht PT 100 Fühler -200°C bis +250°C
- Grundgenauigkeit: ± 0,0015%
- Auflösung: 100 nV (DC), 1 uV (AC), 1 mΩ, 1 Hz, 1 uA (DC), 1 uA (AC) und 0,1 Grad C
- Option:
  - Softwarepaket »DP-Link« zur Gerätesteuerung und Meßdatenauswertung, viel Zubehör

C V E  
COMPUMESS

ELEKTRONIK GmbH  
Vertrieb elektronischer Messtechnik,  
Systeme und Computer

### Technische Büros in:

- Berlin
- Stuttgart
- Frankfurt
- Wuppertal
- Hamburg
- Düsseldorf

### Zentrale:

Lise-Meitner-Straße 1  
D-85716 Unterschleißheim  
Tel. (0 89) 3215 01-0  
Fax (0 89) 3215 0111

Rufen Sie uns an und  
fordern Sie aus-  
führliche Un-  
terlagen an.

## Stückliste

### paralleles FIFO-RAM

ICs:	
U1...U5	IMS 1820P-25 <sup>1</sup>
U6	4 HCT 245
U7, U8	74 HCT 245
U9...U12	74 HCT 193
U13	74 ACT 00
U14	74 ACT 04
U15, U16	74 HCT 151
U17	74 HCT 4040
U18	Quarzoszillator 1MHz <sup>2</sup>
U21	74 HCT 574
U22, U23	74 HCT 138
U31	74 HCT 14

### Kondensatoren:

CB1...CB4	Tantal 10µ/25V
CB5...CB13	Keramik 100n
C11	Folie 10n

### Widerstände:

R10, R12	1k
R11	16k8
R12	1k
R14	100k

### Sonstiges:

ST1	MSV 17x2
ST3	MSV 13x2
BU1, BU2	BNC-Buchsen
J1	Jumper 3x1

<sup>1</sup> für 20 MHz Takt durch 20-ns-Typ  
TC55464P-20 ersetzen

<sup>2</sup> je nach gewünschter Taktfrequenz  
(max. 40 MHz)

Bei Verwendung der parallelen 8-Bit-PC-I/O-Karte aus Teil 1 dieses Projektes entspricht dies direkt der PC-Basis-Adresse + 3.

Die Konfiguration aller wesentlichen Funktionen der RAM-Karte erfolgt über die Bits am Steuerport. Ein 'Schreibzugriff' auf die dritte Boardadresse (Ax0 und Ax1 = 'High', Ax0 = 'Low', Y3 = 'High') übernimmt das Steuerbyte von den Datenleitungen an ST3 in ein Register, welches die Konfigurationsbits bis zum nächsten Zugriff für die restliche Schaltung zwischenspeichert (U21, Steuerleitungen 'Bit0...Bit5' und 'Bit7'). Zudem werden gleichzeitig die Zähler für die FIFO-RAM-Adressen zurückgesetzt (U9...U12).

Die restlichen drei Adressen 2...0 liefern über die Bustreiber U6...U8 jeweils das High-, Mid- oder Low-Byte eines 20-Bit-Datenwortes aus den FIFO-Speichern (U1...U5). Beim Auslesen der Speicher inkrementiert jeweils ein Zugriff auf das Low-Byte (an Y0) den RAM-Adreßzähler.

wahl steht hier entweder der Quarzoszillator U18 oder ein externes Signal, das an Buchse BU2 einzuspeisen ist. Der Transistor T2 verstärkt hierbei das externe Taktsignal um den Faktor 10. Ein nachgeschalteter Schmitt-Trigger-Inverter (U31) bringt das Ganze wieder auf TTL-Pegel. Somit lassen sich für den Takteingang auch Signalquellen nutzen, die keinen TTL-Pegel aufweisen.

Der Speichertakt wird in Binärstufen durch einen schnellen Zähler als Taktteiler (U17) und einen 1-aus-8-Multiplexer heruntergeteilt. Über das Steuerbyte an Adresse 3 lassen sich verschiedene Einstellungen vornehmen (vgl. Bild ). Die unteren 3 Bits (0...2) geben den Teufungsfaktor für den Takt des RAM-Boards an. Sie liegen an den drei Eingängen des Multiplexers (U16) und bestimmen somit, auf welche Frequenz das Taktsignal von J1 heruntergeteilt wird. Das Signal 'CLK1' stellt dann den letztendlichen Speichertakt für die RAM-ICs und den Adreßzähler dar. Die Frequenz von CLK1 ergibt sich aus

$$f_{\text{CLK1}} = f_{\text{J1}} / (2 \cdot 2^n)$$

Hierbei ist 'n' der Wert, der den drei unteren Bits des Steuerports (Leitungen Bit 0, Bit 1 und Bit 2) entspricht. Insgesamt

sind sieben Teilungsverhältnisse möglich. Die achte Kombination der drei Steuerbits (111) selektiert die Adreßleitung Y0 als Taktsignal zum Datenauslesen über den 8-Bit-Bus an ST3. Bei Verwendung eines 40-MHz-Oszillators für U18 sind somit für das Speichern in das FIFO Taktraten zwischen 20 MHz (000) und 312,5 kHz (110) programmierbar. Durch Verwendung eines anderen Quarzoszillators oder des internen Takteingangs lassen sich auch alternative Frequenzen verwirklichen.

Die Leitung 'Bit 7' (MSB des Steuerbytes an Y3) erzeugt zusammen mit CLK1 das R/W-Signal für die FIFO-RAMs. CLK1 fungiert jedoch nicht nur als Speichertakt, sondern auch als Convert-Command für den externen A/D-Wandler an ST1 (Signal /CC, U13A). CLK1 dient hierbei sowohl zum Start des A/D-Umsetzers als auch dazu, Daten abzuholen – als Chip-Select für externe Latch-Bausteine. Es ist also notwendig, die Ergebnisse einer Wandlung auf voller Busbreite außerhalb der FIFO-RAM-Karte zwischenspeichern. Um sicherzustellen, daß schon beim ersten Speichern gültige Wandlungsdaten an ST1 bereitstehen, sollte man die Anforderung zum Schreiben von Daten in das FIFO-RAM zweimal hintereinander an die Boardadresse 3 ausgeben (Bit 7 = 'High'). Für das Auslesen von Daten aus dem FIFO muß die Leitung Bit 7 auf null gesetzt und prinzipiell immer Y0 als Taktsignal selektiert sein (Steuerbyte Bit 012 = '111', Bit 7 = '0').

## FIFO-Proportion

Als Speicherbausteine für das FIFO-RAM eignen sich (unter anderem) die Typen TC55464P-20 von der Firma Toshiba. Sie weisen eine 64-K × 4-Bit-Struktur auf. Möchte man die maximale Abtastrate von 20 MHz realisieren, sind für eine sichere Funktion des FIFO unbedingt Bausteine mit einer Zugriffszeit von 20 ns erforderlich!

Mit Hilfe des Multiplexer-ICs U15 ist die Größe des verwendeten RAM-Bereiches programmierbar. Die Bits 3 bis 5 vom Steuerport an Y3 bestimmen, welches die höchste Adreßleitung ist. Der Taktteiler U17 stoppt – durch das Signal 'RST' von U15 – den Adreßzähler an der nächsten geradzahligen

Adressen (Y0...Y3, vgl. Schaltplan). Drei hiervon werden 'lesend' und eine 'schreibend' dekodiert, wobei letztere – die RAM-Board-Adresse 3 – den erwähnten Steuerport repräsentiert.

## Timing und Status

Die Taktquelle für die Datenübernahme in das FIFO-RAM (Signal R/W) bestimmt eine Brücke an Jumper J1. Zur Aus-

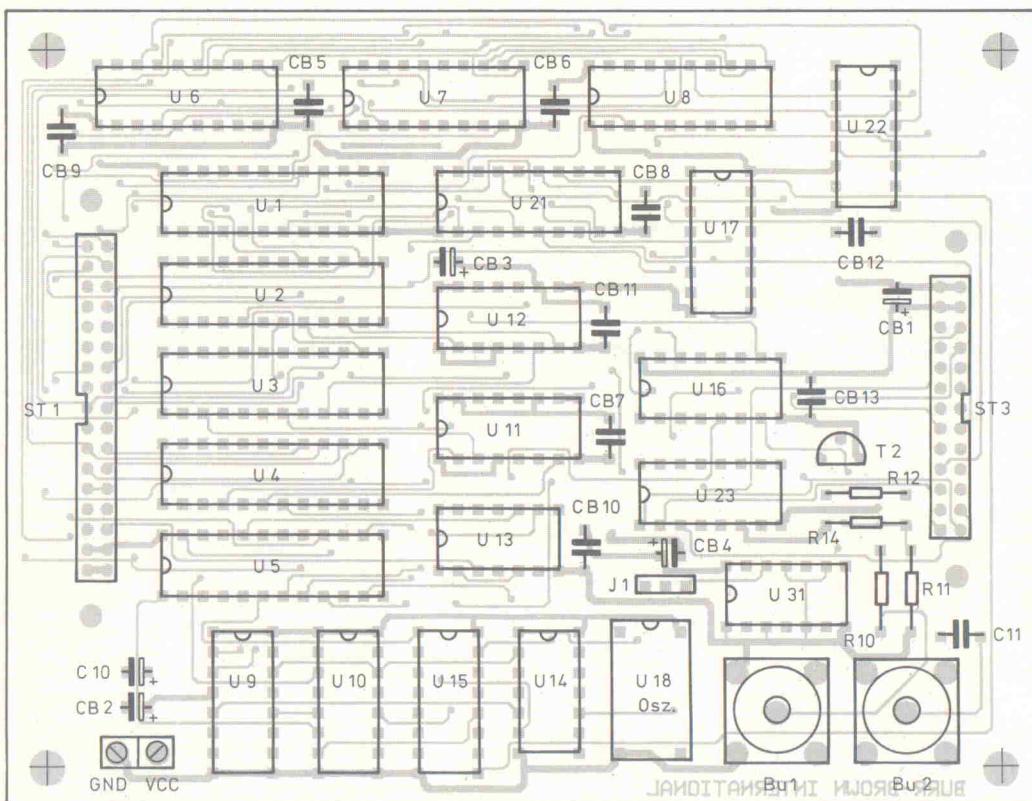


Bild 5. Mit dem Taktteiler U17 wird auch der verwendete RAM-Bereich begrenzt.

## RAM-Größen

Adresse-Leitung	Speicher	Steuerport Bit 543
A15	32-K-Worte	000
A14	16-K-Worte	001
A13	8-K-Worte	010
A12	4-K-Worte	011
A11	2-K-Worte	100
A10	1-K-Worte	101
A9	512 Worte	110
A8	256 Worte	111

teils der A/D-Karte sollten +5 V über BR1 anliegen (Jumper J2, Pin 3 und 4 gebrückt). Die FIFO-Karte erfordert eine zusätzliche +5-V-Versorgung.

Wenn die Hardware eingerichtet und alle drei Karten miteinander verbunden sind, kann man die FFT-Software starten. Der Anwender definiert alle Programmparameter für eine Signalanalyse per Bildschirmdialog. Alternativ lassen sich zuvor in einer Datei abgespeicherte Parametersätze verwenden.

Das Programm erlaubt FFT-Analysen mit bis zu 16 384 Punkten. Die Ausgabe der Meßergebnisse ist wahlweise in absoluten Werten (bezogen auf die maximale Eingangsspannung des A/D-Umsetzers) oder als Pegel in dB (bezogen auf die größte bei der FFT vorkommende Spektrallinie) möglich. Unter anderem sind sowohl die mit dem RAM-Board realisierbaren Taktraten, als auch die Anzahl der im Signalspektrum gesuchten Harmonischen wählbar. Bei Bedarf lässt sich für die FFT eine Fensterfunktion (Blackman-Fenster) verwenden. Die für eine Analyse verwendeten Daten können auch aus einer Datei gelesen werden; Meßergebnisse lassen sich – beispielsweise zur Verwendung in anderen Programmen – als Datei abspeichern.

Adresse, wenn die jeweils programmierte Adresseleitung High-Pegel aufweist. Dies stellt sicher, daß ein Rechner über ST3 problemlos einen definierten RAM-Bereich auslesen kann.

## FFT-Profi

Zum Betreiben des FIFO-RAM-Boards mit einem IBM-kompatiblen PC unter MSDOS bietet sich das Programm FFT-Pro an. Die Software ermöglicht die Analyse dynamischer Signale mittels schneller Fourier-Transformationen. Dazu ist neben der FIFO-Karte und einer passenden A/D-Platine – zum Beispiel dem hier gezeigten ADS7810/19-Board – das parallele 8-Bit-Interface aus dem ersten Teil dieses Projektes erforderlich (PC-Einsteckkarte, ELRAD 8/93).

Für die Datenübertragung von der A/D-Platine zum FIFO-Board ist eine möglichst kurze 34polige Flachbandleitung zu verwenden. Die Verbindung von FIFO-Board und PC-Interfacekarte erfolgt über eine 26polige Leitung, die ebenfalls so kurz wie möglich ausfallen sollte, um Störungen durch Übersprechen der einzelnen Signalleitungen zu vermeiden. Werden hier längere Anschlußleitungen benötigt (>1 m), läßt sich ein Signalausfallen auch durch jeweils eine zusätzliche Masseleitung zwischen allen Signalleitungen unterdrücken – wofür allerdings ein entsprechender Anschlußadapter nötigt ist.

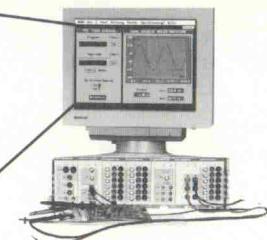
Sollen beispielsweise Messungen über das ADS7810/19-Board mit der FIFO-RAM-Karte und der FFT-Software aufgenommen werden, so ist zunächst der Oszillator auf der Wandlerplatine durch eine Brücke an Jumper J3 abzuschalten. Mit der Einstellung '/RAM-Brd' an Jumper J1 muß das RAM-Board als Quelle für das Convert-Signal des ADCs ausgewählt sein. Für die Versorgung des Digital-

Analyseergebnisse werden als Bildschirmgrafik ausgegeben, wobei der Anwender zwischen einzelnen oder fortlaufend aufgenommenem Spektrum auswählen kann. Je nach Spektrum, stehen mehrere Bildschirmseiten und eine Zoom-Funktion zur Verfügung. Wesentliche Kennwerte werden bei Bedarf separat angezeigt. Hierzu zählen zunächst die Grundparameter der jeweiligen FFT (Abtastfrequenz, Punktanzahl, Auflösungsbandbreite und Anzahl der ermittelten Spektrallinien). Weiterhin ist der DC-Anteil des Signals, der Signal/Rauschabstand, der Klirrfaktor und der nutzbare Dynamikbereich (Abstand Meßsignal zum größten Störsignal) abzulesen.

Die einzelnen Funktionen der Software werden Thema im nächsten Teil dieses Projektes sein. Zudem ist die Vorstellung einer weiteren A/D-Karte für die beiden Umsetzer ADS7808 und ADS7809 und ein serielles Pendant zum hier gezeigten parallelen FIFO-RAM-Board geplant.

# ÜBERSICHT BEHALTEN

## MEßTECHNIK IN KOMPAKTER FORM



### Meßmodule:

- Frequenzzähler
- Digitalmultimeter

### Signalmodule:

- Signalgenerator
- DC-Kalibrator

Komfortable Bedienung mit Maus über grafische Oberfläche und Fenstertechnik, Meßabläufe automatisieren ohne Programmierkenntnisse, Meßdaten aufzeichnen, ausdrucken etc., einfacher PC-Anschluß mit RS-232-Kabel, Module je nach Bedarf in Modulträger zusammenstellen, Labornetzteile integrieren.



Modulträger für 4/6/7 Module, 220V+12V Eingang, bis zu 16 Module an eine RS-232 Integrierbare Stand-Alone-Geräte: LRCQ-Meßbrücke, 900W/300W Labor-Netzteile



MEGLAB Meßtechnik, GB der MEGATRON Elektronik AG & Co.  
Hermann-Oberth-Str. 7, 85640-Putzbrunn/München  
Tel. 089/4 60 94-219 Fax 089/4 60 94-212

Vertriebspartner willkommen! Fordern Sie unseren kostenlosen Katalog an!

# FIGARO

UNITRONIC vertreibt als exclusive Vertretung das Sensor-Programm der Firma FIGARO Eng. Inc., dem führenden Hersteller auf dem Gas-Sensor-Markt.



### Gas-Art

- Brennbare Gase Methan - Propan - Wasserstoff - Andere
- Toxische Gase Kohlenmonoxid Ammoniak, Andere Gase
- Alkohol/Ethanol
- Organische Gase
- FCKW's
- Schwefelverbindungen, Mercaptan
- Sauerstoff, Wasserstoff
- Rauch-Gase

### Anwendungsgebiete

- Gasalarm für Gebäude, Haushalte, Fahrzeuge, Boote, Gasüberwachungssysteme in öffentl. Gebäuden, Industrie-Betrieben (Gas und Öl), Bohrinseln und Plattformen, Tragbare Gas Detektoren
- Kohlenmonoxid-Detektor für Haushalte, Sportfahrzeuge, Boote, Verbrennungsgeräte, Industrie-Systeme, CO-Überwachung in Parkhäusern, Kühlräumen, Landwirtschaft
- Promilletester, Alkohol-Detektor
- Lösungsmittel in der Fabrikation, Halbleiter Industrie, Reinigung
- Fluor-Kohlen-Wasserstoff-Überwachung: Kühlräumen, Klimaanlagen, Reinigungsanlagen für elektrische Teile
- Mundgeruchstester für Zahnärzte und Patienten, Geruchsmeßsysteme für Lebensmittel, Kühlräumen
- Sauerstoffdetektoren, Wasserstoffdetektoren bei Transformatoren, Stahlindustrie, Batterien
- Brand- und Rauchererkennung, Feuer-Melder, Alarm-Anlagen

**UNITRONIC®**

**Elektronische Bauelemente  
Geräte · Systeme · Peripherie**

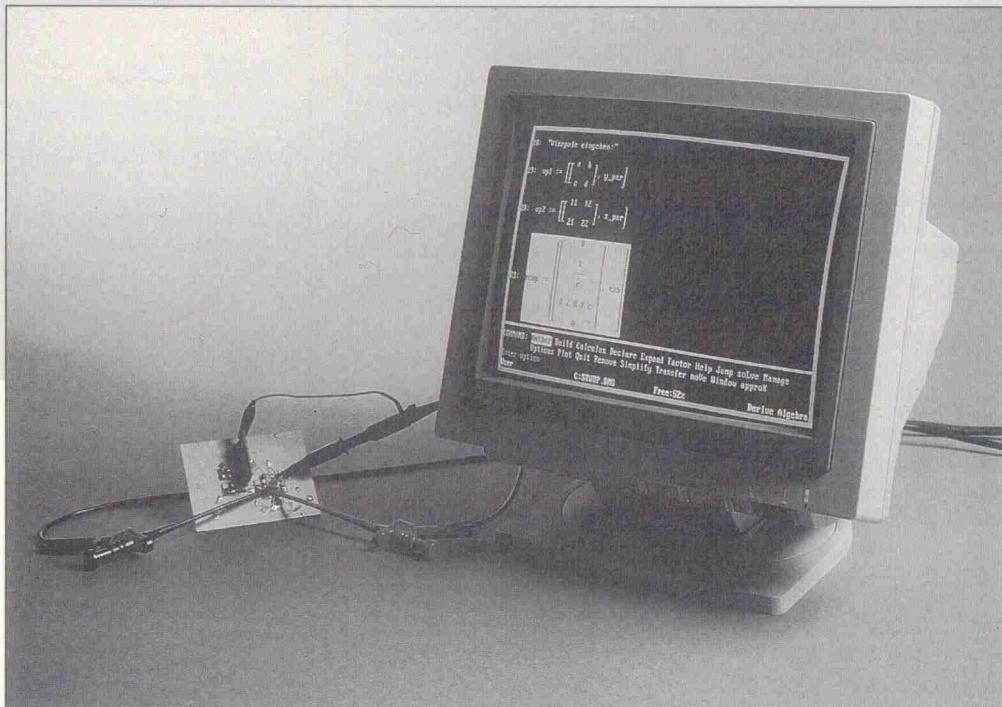
Hauptsitz/Zentrale, 40472 Düsseldorf, Mündelheimer Weg 9, Tel.: 02 11/95 11-00  
VK-Büro Berlin, 13585 Berlin, Eiswerderstr. 18/Geb. 129, Tel.: 030/3 36 20 54  
VK-Büro Nord, 31275 Lehrte, Manskestr. 29, Tel.: 05132/5 30 01  
VK-Büro West, 58730 Fröndenberg, Burland 3, Tel.: 023 78/48 74  
VK-Büro Mitte, 61231 Bad Nauheim, Hildegardstraße 8, Tel.: 060 32/9 50 10-0  
VK-Büro Südwest, 70794 Filderstadt, Echterdinger Str. 111, Tel.: 07 11/70 40 11  
VK-Büro Ost, 07551 Gera, Am Schafgraben 8, Tel.: 03 65/3 72 13

# Grand mit vier Polen

Programm zur symbolischen Analyse von Vierpolproblemen

C. C. Timmermann,  
M. Fangerau

Für das Mathematikprogramm Derive wurde ein Befehlssatz entwickelt, der eine symbolische Berechnung linearer Vierpolprobleme ermöglicht. Der Befehlssatz heißt wegen der symbolischen Behandlung linearer Zweitorprobleme STWOP.



Die Vierpolein- und -ausgaben sind für acht verschiedene s,z,y,...-Parameterarten sowie für die Wellenparameterform vorgesehen. Zudem sind über Ersatzschaltbildwerte Vierpole für Transistoren, für die Leitung (definiert durch komplexen Wellenwiderstand und Ausbreitungsmaß) und für einen realen Operationsverstärker definierbar. Von unlogischen Transformationen abgesehen, rechnet ein Algorithmus mit einem einzigen Befehl jede Form symbolisch in jede der 13 anderen Formen um und vertauscht dabei gleichzeitig optional die Anschlußklemmen. Zusätzliche Operatoren dienen der Vierpolzusammenschaltung und der De-embedding-Technik.

Zur Analyse der resultierenden Schaltung stehen 18 Operatoren zur Verfügung, die automatisch Formeln herleiten für innere und äußere Spannungsverstärkung, Stromverstärkung, Eingangs- und Ausgangsimpedanz, Kreisverstärkung, verallgemeinerte s-Parameter, Gewinn und andere Größen.

Die Herleitung der Formel für die Eingangsimpedanz einer

fehlangepaßten Leitung als Funktion von Abschlußimpedanz, Wellenwiderstand und Phasenmaß erfordert auf einem 486er Rechner weniger als 1 s, die Spannungsverstärkungsformel einer FET-Kaskode weniger als 10 s.

Vierpole definiert man durch eine Matrix oder einen Spaltenvektor plus einem Schlüsselwort für die Art des Vierpols in der Form

VPname:= [Matrix bzw. Spaltenvektor, art],

beispielsweise  
VPY:=[[a,b],[c,d]],y\_par  
oder  
Leitung:=[[ZW],[gaL]],TRL.

Die Schlüsselworte mit laufender Nummer sind in Bild 1 wiedergegeben. Alle Vierpoldarstellungen in s,z,y,...-Form basieren auf einer  $2 \times 2$ -Matrix. Im Falle der Leitung reicht ein Spaltenvektor mit zwei komplexen Werten ZW und gal für Wellenwiderstand und Ausbreitungsmaß gaL = L. Der OPA (ein Eingang an Masse) ist mit

Schlüsselwort in art	laufende Nummer	Matrixform bzw. Spaltenvektor
z_par	1	z-Parameter
y_par	2	y-Parameter
a_par	3	Kettenparameter
b_par	4	inverse Kettenparameter [2]
h_par	5	hybride Stromverstärkerform
k_par	6	hybride Spannungsverstärkerform
s_par	7	s-Parameter bezogen auf Zo
T-par	8	t-Parameter = Kettenwellenform [3]
ESB	9	4-Elemente-Giacotto-Ersatzbild (rb = 0)
BPT	10	5-Elemente-Giacotto-Ersatzbild
TRL	11	Leitung
OPA	12	realer Operationsverstärker
WVP	13	Wellenparameter-Vierpolform

Bild 1. Übersicht über die von STWOP behandelbaren Vierpolformen.

einer spannungsgesteuerten Spannungsquelle (Verstärkungsfaktor  $\text{amp}$ , Innenwiderstand  $Z_i$ ) und einem Rückkopplungswiderstand  $Z_f$  beschrieben, also durch einen Spaltenvektor mit nur drei Parametern. Die Transformation in Richtung OPA ist daher gesperrt.

Für Bipolartransistoren oder FETs steht ein 5-Elemente-Ersatzbild BPT, bestehend aus dem Spaltenvektor  $gm, rbb, Yb'e, Yb'c, Yce$ , zur Verfügung. Bei einem FET ersetzt man die Indizes 'b,e,c' für Basis, Emitter und Kollektor sinngemäß durch 'g,s,d' für Gate, Source und Drain. Während aus BPT alle Vierpolformen (außer OPA und TRL) errechnet werden können, ist bei der umgekehrten Transformation von vier Vierpolparametern in Richtung auf das Transistorersatzschaltbild eines der obigen fünf Elemente wegzulassen. Für die Transformation in Richtung auf BPT wird dazu  $Yce = 0$  gesetzt. Eine Alternative ist  $rbb = 0$ , davon wird bei der Vierpolform ESB Gebrauch gemacht. Diese Transformation, die man durch  $ESB = BPT$  ( $rbb = 0$ ) beschreiben könnte, ist zusätzlich programmiert. Bei nicht zu hohen Frequenzen kann man mit  $rbb = 0$  gut bei FETs, mit  $Yce = 0$  gut im Falle von Bipolartransistoren arbeiten.

Bei der Leitung wird aus Wellenwiderstand und Ausbreitungsmaß direkt in andere Darstellungen umgerechnet. Die umgekehrte Transformation in Richtung einer Leitung setzt grundsätzlich eine Prüfung auf  $Z_{11} = Z_{22}$  und  $Z_{12} = Z_{21}$  voraus und ist wegen dieser Einschränkung nicht programmiert. Diese Bedingung entfällt bei der Transformation WVP für die Wellenvierpolform. Die

Wellenmatrix enthält dabei zwei Wellenwiderstände  $Z_{W1,2}$  und zwei Ausbreitungsmaße  $GA_{1,2}$ . Würde also der Sonderfall der Leitung vorliegen, ergäbe diese Transformation in Richtung WVP eine Wellenmatrix mit  $Z_{W1} = Z_{W2}$  und  $GA_1 = GA_2$ . Falls eine Transformation in Richtung TRL versucht wird, erfolgt eine automatische Umlenkung auf WVP. Damit entfällt die Notwendigkeit, die z-Parameter zu prüfen.

Für Standardberechnungen sind bereits die Vierpolnamen Leitung, pn\_Trans, J\_FET, ua741 und Wellen-VP mit entsprechenden Ersatzschaltbildsymbolen vordefiniert.

### Einfache Konversion

Sieht man von einigen gesperrten Umwandlungen ab, hat man ein Koppelfeld von etwa  $13 \times 13$  Transformationsgleichungen zur Verfügung zu stellen. Um den enormen Programmieraufwand in Grenzen zu halten und um eventuell neu hinzugefügte Vierpolmodelle des Anwenders ohne großen Aufwand integrieren zu können, wurden alle Transformationen über eine feste Vierpol-Zwischenform vorgenommen. Hierfür haben sich die z-Parameter als günstig erwiesen. Nach Bild 2 wandelt man die jeweilige Form mit entsprechenden Umrechnungsalgorithmen erst in z-Parameter und dann von z-Parametern in die neue Form um. Statt  $n \times n$  Transformationsvorschriften benötigt man nur  $2n$  Anweisungen. Da einige Umformungen entfallen und viele Transformationsvorschriften für die Vorwärts- und Rückwärtstransformation formal gleich sind oder nur die Inverse einer bereits bestehenden Transformation darstellen, sind letztlich insgesamt nur 14 Anweisungen notwendig. Für

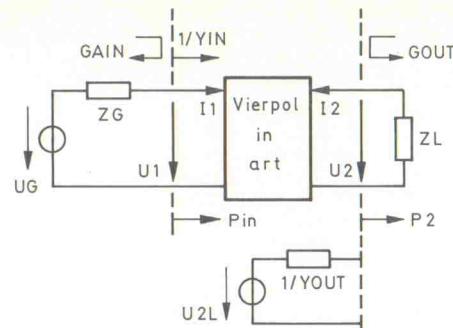


Bild 3. Definitionen am Zweitor (TWOP).

art = art' wird in Bild 2 der Vierpol nur durchgereicht. Der Befehl

`CONV (VP,art') [VP-Umwandlung von art auf art']`

konvertiert einen Vierpol mit Namen VP von der Darstellungsform art in die neue Darstellung art'. Zur Umwandlung des obigen Vierpols VPY mit  $y_{11} = a, y_{12} = b, y_{21} = c$  und  $y_{22} = d$  in die Kettenform lautet der Befehl

`CONV (VPY,a_par)`.

Das Ergebnis spiegelt nur die bekannten Umrechnungstabellen wider und ist nicht abgedruckt. Nicht so offensichtlich liegen die Dinge, wenn man beispielsweise den vordefinierter Bipolartransistor

`pn_Trans:=  
[[[gm],[rbb],[ybe],[ybc],[yce]],BPT]`

nimmt und CONV (pn\_Trans,s\_par) eingibt. Als Ergebnis erhält man die s-Parameter als Funktion dieser Ersatzschaltbildwerte.

Bild 2 auf der z-Ebene zusätzlich die z-Parameter geeignet transformiert. Die Befehle lauten:

`E_B (VP,art')`  
[VP-Umwandlung von art auf art' mit Umrechnung von Emitter- in Basischaltung]

`E_C (Vp,art')` [analog von Emitter- in Kollektorschaltung]

Hierbei ist vorausgesetzt, daß ein Vierpol mit nur drei Anschlüssen vorliegt und daß die Stromsumme wie bei einem Transistor Null beträgt.

### Vierpol-verknüpfungen

Eine automatische Vernetzung von Vierpolen über einen Knotennummernalgorithmus wurde nicht vorgenommen. In der Regel sollten bei symbolischen Rechnungen sowieso nur sehr wenige Baugruppen miteinander verbunden sein, weil andernfalls viel zu große Ergebnisformeln entstünden.

Will man zum Beispiel an den Ausgang eines Transistors eine Leitung schalten und die resultierende Vierpolmatrix in h-Parameterform bestimmen, lautet der Befehl mit vordefinierten Vierpolen:

`KETTE (pn_Trans,Leitung,h_par)`  
[Transistor in Kette mit Leitung und Ausgabe in h-Parameterform]

Hierbei werden die Kettenmatrizen intern multipliziert, bei den ebenfalls möglichen Verknüpfungen SERIE oder PARALLEL die z- oder y-Matrizen hingegen addiert. Weist der Vierpol durchgehende Massebahnen auf, liegen zumindest hinreichende Bedingungen für die Zulässigkeit dieser Berechnungsweise vor.

Will man  $n$  gleiche Vierpole VPX in Kette schalten und in art' (beispielsweise in der z-Form) ausgeben, lautet der Befehl analog für Serien- und Parallelschaltung:

`KETTEN (VPx,n,art')` [VPx n-mal in Kette und Ausgabe in art']

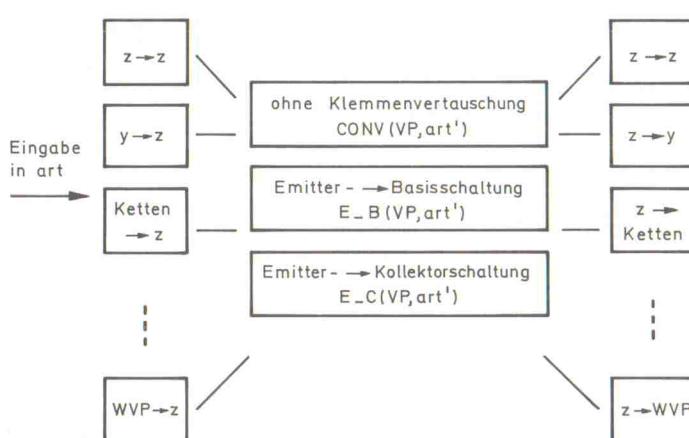


Bild 2. Konversion eines Vierpols über die z-Parameter-Zwischenform:  
`CONV: ohne Klemmenvertauschung, E_B: mit gleichzeitiger Umwandlung von Emitter- in Basisschaltung, E_C: mit Umwandlung von Emitter- in Kollektorschaltung.`

Befehl	Definition	Kommentar
V	U2/UG	äußere Spannungsverstärkung
VU	U2/U1	innere Spannungsverstärkung
VI	I2/I1	Stromverstärkung
YIN	I1/U1	Eingangssadmittanz
Yout	I2/U2	Ausgangssadmittanz für $UG = 0$
U2L	U2 für $YL = 0$	Leerlaufspannung am Ausgang
KR	U1/U2 für $UG = 0$	Rückkopplungsfaktor
KRVU	KR VU	Kreisverstärkung
GAIN, GOUT		Eingangs-/Ausgangsreflexionsfaktor bei Last ZG, ZL
S11G..S22G		verallgemeinerte s-Parameter nach [1]
STABK	K	Stabilitätsfaktor k
G	P2/Pgmax	Gewinn
Ga	G für $ZL = 1/Yout$	verfügbarer Gewinn
VPP	P2/Pin	Leistungsverstärkung

Bild 4. Übersicht über die mit dem Programm STWOP symbolisch erreichbaren Größen am Zweitor.

Wenn ein Vierpol mit Namen VPDUT als Meßobjekt (DUT = device under test) in die Kettenbeschaltung von VPin – VPDUT – VPout mit Gesamtvierpol VPges eingebettet ist, liefert für vorgegebene VPin, VPout und VPges der Befehl

DEEMBED (VPges, VPin, VPout, art)  
[de-embedding Operator]

den Vierpol VPDUT in der Darstellungsart art', wobei die drei eingegebenen Vierpole jeweils in beliebiger Form definiert sein können. In der Mikrowellen-s-Parametermeßtechnik spielt das De-embedden eine wichtige Rolle.

## Schaltungsberechnung

Wenn der Vierpol als Einzelvierpol oder durch Zusammenschaltung mehrerer Vierpole endgültig vorliegt, gibt man ihm gegebenenfalls einen Vierpolnamen (zum Beispiel name). Der Befehl ANALYSE (name) berechnet dann die y-Parameter der Schaltung. Diese kann man einer selbst festzulegenden Variablen – beispielsweise 'Schaltung' – zuweisen:

Schaltung:=ANALYSE(name) [Schaltungdefinition]

Der nächste Befehl

V (Schaltung), Yout (Schaltung) [Schaltungsberechnung]

dient dann dazu, symbolische Formeln für jede der in Bild 4 aufgeführten Größen herzuleiten. Im Falle der obigen Kettenbeschaltung von Transistor und Leitung hätte man im Prinzip die fünf Transistorschaltungen gm, rbb, ybe, ybc, yce sowie Zw und gal der Leitung, insgesamt also neun Symbole, in den ziemlich komplizierten Ergebnisformeln.

Bei aufwendigen Rechnungen gibt man nach der Definition für

'Schaltung' gleich 'simplify' ein und weist die zum Beispiel in Zeile 100 ausgegebene y-Matrix mit dem Befehl 'Schaltung:=#100' fest der Konstanten 'Schaltung' zu. Man vermeidet so eine Wiederholung der bereits erledigten Rechnung ANALYSE(...).

An dieser Stelle ist anzumerken, daß die Rechengeschwindigkeit davon abhängt, wieviel Symbole der Ausgangsvierpol enthält. Rechnungen am 5-Elementen-Transistorersatzbild erfordern daher etwas höhere Rechenzeiten als Formelherleitungen für eine einfache Leitung mit nur zwei Symbolen für Zw und gal. In der Regel spielt aber die Rechenzeit zur Herleitung nicht die entscheidende Rolle. Sehr

große Ausdrücke, wie sie zum Beispiel bei obiger Zusammenschaltung entstehen, kann man anschließend entsprechend praktischen Gegebenheiten über den Taylor-Befehl in eine Potenzreihe entwickeln, oder man kann sie über den LIM-Befehl auf Sonderfälle spezialisieren.

Interessanterweise läßt sich das hier beschriebene Programm nun dazu verwenden, alte Programmteile zu verfeinern oder neue Teile hinzuzufügen.

die Generatorenspannung und mit ZG der Innenwiderstand der Quelle bezeichnet ist.

In Bild 5 Zeile 169 wird der vordefinierte Leitungsvierpol eingegeben und mit 'simplify' noch einmal angezeigt (TRL = 11). Der Vierpol ist hier relativ einfach, er behält den Namen 'Leitung'. Schaltung 1 ermittelt die nicht angezeigte y-Matrix. Die Zeilen 173 und 175 liefern die Ergebnisformeln für U2L und 1/Yout.

## Einfacher Bipolartransistor

Bild 6 zeigt ab Zeile 176 als weiteres Beispiel eine Berechnung für den vordefinierten Bipolartransistor pn\_Trans. Auch hier erfolgt keine weitere Vierpoltransformation oder eine Zusammenschaltung mit anderen Vierpolen. Die Zeilen 180 und 182 listen die automatisch her-

```

169: leitung
170:  $\begin{pmatrix} zw \\ gal \end{pmatrix}, 11$ 
171: schaltung1 = ANALYSE (leitung)
172: U2L (schaltung1)
173:  $\frac{2 ug zw \#e gal}{\#e^2 gal (zg + zw) - zg + zw}$ 
174:  $\frac{1}{YOUT (schaltung1)}$ 
175:  $\frac{zw (\#e^2 gal (zg + zw) + zg - zw)}{\#e^2 gal (zg + zw) - zg + zw}$ 

```

Bild 5. Anwendungsbeispiel von STWOP zur automatischen Formelherleitung für den Ersatzzweipol am Ende einer Leitung.

a)

```

176: pn_trans
177:  $\begin{pmatrix} gm \\ rbb \\ ybe \\ ybc \\ yce \end{pmatrix}, 10$ 
178: schaltung2 := ANALYSE (pn_trans)
179: KR (schaltung2)
180:  $\frac{ybc zg}{rbb (ybc + ybe) + ybc zg + ybe zg + 1}$ 
181: VU (schaltung2)
182:  $\frac{zg (ybc - gm)}{gm rbb ybc zg + rbb (ybc (ybe zg + yce zg + 1) + ybe (yce zg + 1)) + ybc zg + yce zg + 1}$ 

```

b)

```

183: kaskode := KETTE (j_fet, E_B (j_fet, z_par), z_par)
184: schaltung3 := ANALYSE (kaskode)
185: KR (schaltung3)
186:  $\frac{yds ygd zg}{s(2 ygd zg + ygs zg + 1) + 2 yds (ygd zg + ygs zg + 1) + ygd (2 ygs zg + 1) + ygs (ygs zg + 1)}$ 
187: VU (schaltung3)
188:  $\frac{zg (ygd zg + ygs zg + 1) + 2 yds (ygd zg + ygs zg + 1) + ygd (2 ygs zg + 1) + ygs (ygs zg + 1)}{s(ygd zg + ygs zg + 1) + yds^2 zg + yds (3 ygd zg + ygs zg + 2) + (ygd zg + ygs zg + 1) (ygd zg + ygs zg + 1)}$ 

```

Bild 6. Anwendungsbeispiel von STWOP zur automatischen Formelherleitung für den Rückkopplungsfaktor KR und die innere Spannungsverstärkung VU a) eines Bipolartransistors, b) einer FET-Kaskode.

geleiteten Formeln für den Rückkopplungsfaktor KR und die innere Spannungsverstärkung VU. Die Rechenzeiten für die Zeilen 178 und 180 betragen jeweils nur 0,7 s.

#### Einige Formeln für FET-Kaskode

Betrachtet wird nun das kompliziertere Beispiel einer FET-Kaskode aus zwei FETs mit gleichen Arbeitspunkten und somit gleichen Ersatzbildern. Hier handelt es sich also um die Ketten schaltung eines FETs in Sourceschaltung mit dem gleichen FET, nur transformiert in Gateschaltung. Dieser Gesamtvierpol erhält in Bild 6 Zeile 183 zunächst den Namen 'Kaskode'. Dabei ist die Vierpolausgabeart des zweiten Transistors (nach einer Anschlußklemmenvertauschung) und die des Gesamtvi pols willkürlich auf die z-Form festgelegt. Diese Schaltung 3 nach Zeile 184 weist eine bildschirmfüllende z- oder y-Matrix auf. Die Zeilen 185 und 187 zeigen daher gleich die hergeleiteten Formeln für die Größen KR und VU. Die Rechenzeiten betragen auf einem 486er Rechner für dieses Beispiel 6 s für die y-

Matrix und jeweils etwa 0,5 s für die Formelherleitung aus der y-Matrix.

#### Weitere Auswertungen

Die erzeugten Formeln lassen sich in vielerlei Hinsicht auswerten, vereinfachen und fortentwickeln. Man könnte  $s := i$  OMEGA setzen, auf die Frequenzabhängigkeiten eingehen und zum Beispiel für die Admittanz eines Transistors  $Y_{be} := g_{be} + s C_{be}$  und für die Steilheit  $gm := gm_0 \exp(-sT)$  festlegen. Eine Leitung könnte man im einfachsten Fall mit  $gal := \text{ALPHA } L + s TAU$  beschreiben. Das Einsetzen dieser Gleichungen in eine hergeleitete Formel erfolgt automatisch durch Anwendung von 'simplify' auf den betreffenden Formelausdruck.

Man gelangt dann zu Darstellungen als Funktion der Frequenz, die man jederzeit allen möglichen mathematischen Operatoren wie Differentiation, Integration und so weiter unterziehen kann.

Das symbolische Spice nach [4] errechnet von vornherein nur

Frequenzabhängigkeiten, außerdem nur in Form von Quotienten gebrochen rationaler Polynome in s. Leitungs- und Wellenprobleme oder der obige Exponentialansatz für die Transistorsteilheit als Funktion von s scheiden damit aus. Außerdem bietet es nicht die in Bild 4 aufgeführten Ausgabegrößen. Statt dessen lassen sich alle Knotenspannungen einer Schaltung mit den vier Grundrechenarten zu einer Ausgabegröße verknüpfen. Mathematischen Nachverarbeitungen sind damit enge Grenzen gesetzt. Schon die Bestimmung eines Eingangswiderstandes gelingt nur über Kunstgriffe. Dennoch ergänzen sich SSPICE und dieses Programm STWOP gut miteinander, zumal sich STWOP immer noch für Zahlenrechnungen eignet, wenn die symbolische Rechnung schon zu kompliziert wird.

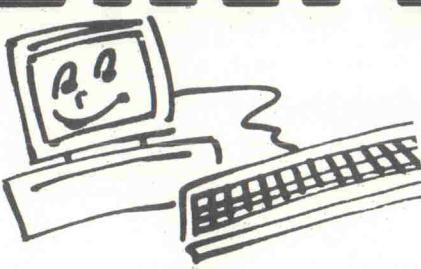
Zusammenfassend lässt sich sagen, daß das vorgestellte Programm STWOP ein sehr effizienter Algorithmus ist, der innerhalb von Sekunden eine symbolische Berechnung von Zweitorproblemen vornimmt. Anhand

der maschinell hergeleiteten Formeln kann der Ingenieur Dimensionierungen vornehmen und die dimensionierten Schaltungen anschließend mit bekannten, numerischen Analyse systemen wie PSPICE, Super compact, MDS oder dem System nach [5] analysieren und optimieren. Das STWOP-Programm ist zusammen mit den zugehörigen Hilfsdateien per ELRAD-Mailbox abrufbar. kb

#### Literatur

- [1] Gonzales G., *Microwave transistor amplifiers*, Prentice Hall Inc. 1984, S. 19
- [2] Herter E., *Nachrichtentechnik*, Lörcher W. Hanser Verlag, München 1987, S. 58
- [3] Unger H.-G., *Hochfrequenz-Halbleiterelektronik*, Harth, W. Hirzel Verlag, Stuttgart 1972, S. 379
- [4] C.C. Timmermann, *Symbolische Schaltungsberechnung mit SSPICE*, Elektronik Februar 1993, S. 62...65
- [5] C.C. Timmermann, *Signal and noise analysis of noisy 2-port-networks on the pocket calculator hp48*, Mikrowellen & Telecommunications Magazin Vol. 19, No. 1, 1993

# Hobby + Elektronik 93



*= 1 Eintrittskarte  
= 4 Ausstellungen*

**Ausstellung für Elektronik und Computer. Mit großer CB-Funk-Ausstellung.  
3. – 7. November 1993.  
Täglich 9.00 bis 18.00 Uhr,  
Messe Stuttgart · Killesberg**

**Ausführliche Information durch:  
Messe Stuttgart · Postfach 103252 · 70028 Stuttgart  
Tel.: 0711/2589-282 · Fax: 0711/2589-640**

**6. + 7. Nov. Automania – Deutschlands größte Modellauto-Sammlerbörse.**



**modellbau  
SÜD**  
Ausstellung für Auto-, Flug-, Schiffs- und Eisenbahn-Modellbau



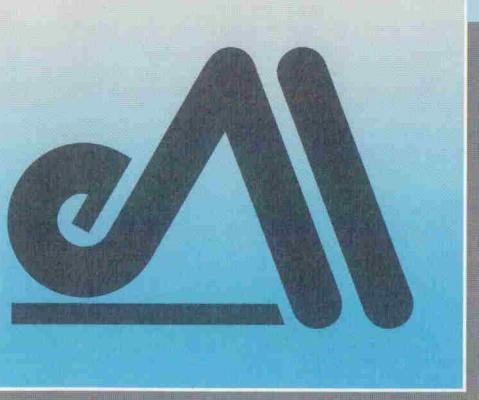
**spielaktiv**  
Ausstellung Spielzeug und Hobby:  
selber spielen, alles ausprobieren!



**11. Internationale  
Modellseisenbahn  
Ausstellung**

# Platinen & Software

ELRAD-Platinen sind aus Epoxid-Glasfaserplatte, sie sind gebohrt und mit Lötkontaktplatten versehen bzw. verzinkt. Alle in dieser Liste aufgeführten Leiterplatten und Programme stehen im Zusammenhang mit Projekten der Zeitschrift ELRAD. eMedia liefert nur die nicht handelsüblichen Bestandteile. Zum Aufbau und Betrieb erforderliche Angaben sind der veröffentlichten 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 Platinen können der Buchstabenkombination in der Bestellnummer entnommen werden: ds – doppelseitig, durchkontaktiert: ob – ohne Bestückungsdruck: M – Multilayer, E – elektronisch geprüft. Eine Gewähr für das fehlerfreie Funktionieren kann nicht übernommen werden. Technische Auskunft erteilt die ELRAD-Redaktion jeweils mittwochs von 10.00 – 12.30 und 13.00 – 15.00 Uhr unter der Telefonnummer 0511/53 52-400.



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

Ihre Bestellung richten Sie bitte an:  
**eMedia GmbH**  
 Bissendorfer Straße 8  
 30625 Hannover  
 Tel.: 0511/53 72 95  
 Fax: 0511/5 35 21 47

Beachten Sie auch unser  
**1/2-Preis-Angebot**  
 auf Seite 92

Platinen	Best.-Nr.	Preis DM	Platinen	Best.-Nr.	Preis DM
<b>PC-Projekte</b>					
<b>Byte-Former</b> Seriell/Parallelwandler IEEE-488-PC inkl. GAL	86 101 46/ds 019-695/ds/E	39,00 73,00	<b>PLL-Frequenz-Synthesizer</b>	090-849	32,00
<b>Uni Count</b> Timer/Zählerkarte	111-904/ds	70,00	<b>Modu-Step</b> Bi/Unipolare Schrittmotortreiber	062-922	45,00
<b>U/f-Wandler PC-Karte</b> 20 Bit Auflösung	119-766/ds/E	78,00	— Uni Step	062-923	45,00
— Anwendungssoftware	S119-766M	28,00	— Bi Step	062-924	45,00
<b>EPROM-Simulator</b>	040-816/ds/E	68,00	<b>Drive</b> Servotreiber	102-936	45,00
— Anwendungssoftware	S040-816M	29,00	<b>9-Bit-Funktionsgenerator</b>		
<b>Achtung, Aufnahme</b>			— Frontplatine, Hauptplatine, 1 Gal, 3 EPROMs	032-910	160,00
— AT-A/D-Wandlerkarte incl. 3 PALs + Recorder (AssemblerROUTinen) und Hardware-Test-Software (Source) auf 5,25"-Diskette	100-855/ds/E	148,00	<b>Low-Ohm</b>	011-868/ds	32,00
— Vollständige Aufnahme-Software D1 und D2 (mit On-Line-Filterung)	S100-855M	78,00	<b>LF-Empfänger</b> Längswellenempfänger	042-917/ds	64,00
— Event-Board incl. PAL	100-856/ds/E	89,00	<b>V-24-Treiber</b> optoentkoppelt	013-940	25,00
<b>Uni-kV</b> Hochspannungsgeneratorkarte	082-931	70,00	<b>Her(t)zflimmer</b> Bildfrequenzmeßgerät, 2 Pl.	063-976	
<b>Moppe</b> PC-Audiomeßsystem			063-976		
— Platine inkl. Testsoftware	102-935	64,00	063-976		
<b>Simulant</b> EPROM-Simulator			063-976		
— Platine + programmierten Controller	021-869/ds/E	135,00	063-976		
<b>PC-SCOPE</b> PC-Speicheroszilloskop			063-976		
— Hauptgerät	061-884/ds	64,00	<b>Rom-Port-Puffer</b> SMD-Platine	870950dB	16,00
— Interface	061-885/ds	52,00	<b>ST-Uhr</b>	041-875	14,50
— Diskette/PC (Sourcecode)			— GAL		19,00
— Betriebssoftware auf drei 5,25"-Disketten	S 061-884 M	35,00	<b>Lüfterregelung</b>	89 101 36B	9,00
<b>UniCard</b> PC-Multifunktionskarte	041-877	70,00	<b>Aufmacher II</b> A/D-D/A am ROM-Port	081-892	52,00
<b>Lüfterregelung</b>	89 101 36B	9,00	<b>Hercules-Interface</b> serieller CRT-Controller	081-893	64,00
<b>Temperatur-Monitor</b> Messung ü. RS-232			— EPROM		25,00
— inkl. PC-Anwendersoftware	061-887	25,00	<b>Centronics-Umschalter</b>	101-901/ds	64,00
<b>Hotline</b> PC-Spektrum-Analyser			<b>Oszilface</b> PC-Speicheroszilloskop		
— RAM Karte inkl. Analyse-Software	091-894/ds	64,00	— Rechnerplatine		
— 16-Bit-ADC-Karte	101-897/ds	64,00	— A/D-Wandlerplatine (2 Platinen)		
— 12-Bit-ADC-Karte	101-898/ds	64,00	— Netzteilplatine		
<b>Centronics-Umschalter</b>	101-901/ds	64,00	— EPROM		
<b>Oszilface</b> PC-Speicheroszilloskop			— Betriebssoftware für den PC,		
— Rechnerplatine			Mac oder Atari	102-933	250,00
— A/D Wandlerplatine (2 Platinen)			— A/D Wandlerplatine	102-934	64,00
— Netzteilplatine			<b>SendFax-Modem</b>		
— Eeprom			— Platine	071-891/ds	64,00
— Betriebssoftware			— EPROM		25,00
— für den PC, Mac oder Atari	102-933	250,00	<b>Atari ST-Homem-Interface</b>		
— A/D Wandlerplatine	102-934	64,00	— Interface	101-899/ds	38,00
<b>GAL-Brenner</b>			— Steuersoftware	S101-899A	30,00
— Gal Brenner Platine			<b>Atari VME Bus</b>		
— GALED-Software	112-937	84,00	— Atari VME Bus (2-Platinensatz)		
<b>SendFax-Modem</b>			Atari VME Bus Software		
— Platine	071-891/ds	64,00	incl. 3 PALs	012-907/ds	158,00
— EPROM			<b>19-Zoll-Atari</b>		
<b>Messfolk</b> Portfolioerweiterungen			— Platine 1-3 und Backplane + Diskette	062-920/M	392,00
— Speichererweiterung	082-929	49,00	— Speicher Platine	062-925/M	98,00
— X/T Slot Platine	082-930	64,00	— TOS Platine	062-926/M	98,00
<b>Multi Port</b> PC-Multifunktionskarte			— Backplane Platine	062-927/M	98,00
— Multi Port Platine inkl. Gal	092-932	109,00	— CPU Platine	062-928/M	98,00
— Unisic-Software, Diskette 3,5"	S092-932M	35,00	— GAL-Satz (5 Stück) ohne MEM GAL		52,00
<b>Boundary Scan</b>			— MEM-GAL		15,00
— Testplatine + Software	122-939	40,00	— SCSI-Adapter incl. 3 GALs	033-966/ds	a. A.
<b>DCF-77 SMD</b> Mini-DCF-Empfänger	023-951	25,00	<b>ST-Messlab</b>		
<b>IEEE-Busmonitor</b> inkl. Software	033-965	48,00	— Platinsatz + Software + GAL	023-941	568,00
<b>Wandel-Board</b>			— Einzelplatinen auf Anfrage		
— A/D-D/A-Karte inkl. Softw.	033-968	98,00	023-941		
<b>Wellenreiter</b>			023-941		
— Hauptplatine, 6 Filterplatinen, PC-Karte,			023-941		
— DSP-EPROM, Controller-EPROM	023-970	398,00	023-941		
<b>InterBus-S-Chauffeur</b>			023-941		
— PC-Karte, GAL, SPI, Treibersoftware	043-971	395,00	023-941		
<b>Fuzzynierend</b> Fuzzy-Entwicklungsyste			023-941		
— inkl. PALs, NLX230, Handbuch,			023-941		
— Entwickler-Software (3,5")	053-973	268,00	023-941		
<b>Mikrocontroller-Projekte</b>					
<b>Simulant</b> EPROM-Simulator			023-941		
— Platine + programmierten Controller	021-869/ds/E	135,00	023-941		
<b>MOPS</b> Einplatinenrechner mit 68 HC 11			023-941		
— Platine	031-874/ds/E	64,00	023-941		
— Platine Vers. 2.1. (Mops plus)	082-938	78,00	023-941		
— Entwicklungsumgebung			023-941		
— PC-Diskette inkl. Handbuch	S 031-874 M	100,00	023-941		
<b>IE3-IF-Modul</b> IEEE-488 Interface für EPCs	052-918/ds	46,00	023-941		
<b>Von A bis Z 80</b>			023-941		
— Z 80 Controllerboard inkl. 2 Gals	052-919/ds	138,00	023-941		
— Emulator Platine	062-921	16,00	023-941		
<b>535-Designer</b> 8035-Entwicklerboard	121-905	44,00	023-941		
<b>Basicontrol</b> 8052 EPC-Platine inkl. Gal	032-914	73,00	023-941		
<b>Halbe Portion</b> EPC mit 68008 inkl. Gal	042-916/ds	89,50	023-941		
<b>Z-Maschine</b> EPC mit Z280			023-941		
— Platine, Mach10, Monitor	023-952	248,00	023-941		
<b>TASK 51</b> Multitasking f. 8051			023-941		
— Source auf 3,5"-Disk. (PC), Handbuch	S033-969	48,00	023-941		
<b>51er-Kombi</b> inkl. GAL	053-972	82,00	023-941		
<b>Audio-Projekte</b>					
<b>Röhren-Endstufe mit EL84</b>			023-941		
— Endstufe	032-912	46,00	023-941		
— Netzteil	032-913	43,00	023-941		
<b>SP/DIF-Konverter</b> TTL/LWL-Umsetzer	101-900	7,50	023-941		
<b>Beigordnete</b>	080-842	35,00	023-941		
<b>μPA</b>	011-867/ds	14,00	023-941		
<b>MOSFET-Monoblock</b>	070-838	25,50	023-941		
<b>Moppe</b> PC-Audiomeßsystem			023-941		
— Platine inkl. Testsoftware	102-935	64,00	023-941		
<b>IR-Fernbedienung</b>			023-941		
— Sender/Empfänger inkl. Netzteil	022-908	49,00	023-941		
— Motorsteuerung	022-909/ds	54,00	023-941		
<b>Browne Ware</b> 18 Bit Audio-D/A-Wandler	042-915/ds	64,00	023-941		
<b>Software</b>					
<b>Flowlearn</b> Regelungssimulationsprogramm			023-941		
— Update 2.3 auf 2.6 gegen Einsendung der Org. Disk.			023-941		
<b>LabPascal</b> Softwarepaket für die Meßtechnik			023-941		
— Offline-Version			023-941		
— mit integ. Treiber, wahlweise "Achtung, Aufnahme", "UniCard" oder MultiPort			023-941		

## 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 Regelns gemacht und sind heute anerkannt als äußerst preiswerte und flexible Lösungen in den vielfältigen Aufgaben industrieller Steuerungen.

## Die neue Ausgabe unseres Kataloges „Von EMUFs & EPACs“ ist erschienen. Fordern Sie ihn an. Er ist kostenlos!

## 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.

ALL-07 – der neue Programmierer von HiLo. Leistungsumfang wie ALL-03A, benötigt jedoch keine Slotkarte. Der ALL-07 ist ideal für den mobilen Einsatz. Preis: 1748,- DM da „Laptop-tauglich“.

## 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	Fertigkarte, incl. RAM	438,- DM
BasiCo-B	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 Fertigkarte, aufgebaut und getestet. Mit je 32K RAM, EPROM und RTC 298,- DM

## CP-537 CONTROLLER

Modul mit Siemens-80C537-Controller (12-MHz). 32K EPROM, 32K RAM und 32K EEPROM sind onboard möglich. Zwei ser. Schnittstellen, RTC/BATT, optional. Gr. 80 x 90 mm, Spannungsversorgung 5 V/100 mA.

CP-537M-3/A Fertigkarte ohne RAM, EPROM, RTC und seitl. Stiftleisten 360,- DM

## BXC 51

Der Basic-Cross-Compiler für die gesamte 8051-Controller-Familie. BXC 51 ist kompatibel zum bekannten 8052AH-Basic-Interpreter (z.B. BASIC-EMUF und 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, 8035, 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
SYS8052 Toolbox /MS-DOS	245,- DM
COMPRTRE-R 52 Komfortable Entwicklungssoftware für 8052. MS-DOS- oder WINDOWS-Version	298,- 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

## ZWERG 11

Unser allerkleinsten Rechner mit dem Motorola-HC11-Controller. Der Zwerg 11 hat eine Platinenfläche von nur ca. 55 x 50 mm. Ideal für den Serieneinsatz. Techn. Unterlagen, Preise und Lieferformen finden Sie in „Von EMUFs & EPACs“.

ZWERG 11 m. Entwicklungsumgebung ab ca. 250,- DM  
ZWERG 11 ohne Software ab 1 St. 99,- DM  
10 St. 720,- DM

## ALL-07

## 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 inkl. 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

## FUZZY

Total „fuzzyonierend“: Das FUZZY-Projekt aus ELRAD 5/93 ff. Dort vorgestellt von Oliver Breiden und Olaf Bendix. PC-Karte mit Entwicklungssoftware.

FUZZY-LP	Leerplatine, NLX230, GALs, Handbuch und Software	268,- DM
FUZZY-BS	Bausatz, enthält FUZZY-LP und alle auf der Karte eingesetzten Bauteile incl. MAXIM und AD-Chips.	456,- DM

## ALL-03A der 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, ICL, Intel, Lattice, Nev.-Mikrochip, Mitsubishi, MM7, National Semiconductor, NEC, Oki, Ricoh, Rockwell, Samsung, Seeg, SGS/STM, Sharp, Signetics, S-MOS, Texas-Instruments, Toshiba, UMC, VLSI, Xicat, Zilog.

PALS, GALs, PLDs, EPLDs, EPROMs, EEPROMs, EEPROMs, BPROMs, MPUs.

Programmieren? 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 ernsthafte 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 Entwicklungssoftware 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-alle-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-CPUs/Controller (incl.Z 280).

UCASM V7.0 Der tabellenorientierte universelle Cross-Assembler für fast alle 8-Bit (Zieltabellen für über 40 verschiedene im Lieferumfang). 2 PC-Disketten mit ausführlichem deutschen Handbuch 248,- DM

## BASIC-Briefmarke

beschrieben von Dr.-Ing. Künnel in ELRAD 10/93. Entwicklungssysteme zur Briefmarke mit Basic-Cross-Compiler schon ab ca. 690,- DM.

Fertigkarten wie in ELRAD beschrieben zum Einsatz ab 50,60 DM (1-99). Näheres zur Briefmarke finden Sie in unserem Katalog. Das Buch zur Briefmarke finden Sie in

Rose, Schnelle Designs mit BASIC-Briefmarke, Best.-Bez.: Rose-BASIC-Buch 78,- DM

## INTERBUS-S

PC-Feldbusanschluß wie von Ahlers und Stange in ELRAD 4/93ff beschrieben.

INTER/LP Leerplatine (PC) mit SUPIChip u. programmiert. PAL22V10 und PC-Software 395,- DM  
INTER/BS Bausatz, bestehend aus INTER/LP und sämtlichen Bauteilen außer Option 595,- DM

## MM/ProTOOL

Neuartiger 40Pin-Programmierer für EPROMs, 80x51-Controller, EPLDs, GALs ... vorgestellt in ELRAD 4/93. Anschluß an PC-Parallelport. Kein Slotplatz. Portabel. Akkubereich mögl., SAA-Oberfl., C-Library. Weiter vielfältig im Labor einsetzbar als PC-Busmaster, -Interface, Labormetall, Spannungsreferenz, Timer, Oszillator, ...

MM/ProTOOLFB Fertigerät im Gehäuse mit Steckernetzteil, mit Programmiersoftware für EPROMs, 80x51 Controller, EPLDs, GALs. 6 Monate Garantie, 12 Monate kostenlose update 1148,- DM

## mc-GALPROG

Nen Hipp u. Siemers in mc 3/93 vorgestellter Programmierer. Anschluß an PC-Parallelport. Grundversion programmiert 16V8A/B u. 20V8A/B mit Software GDS 1.3A (Gal-Assemble). Durch Software-updates des GDS 1.3A sind alle weiteren GALs (z.B. auch 22V10, 20RA10, 26 CV12) 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-Socket 24p 189,- DM  
GALBS/3 Wie BS/2 zusätzlich m. Prog-Socket 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 Wösten. 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/1	Leerplatine mit programmierten AMD MACH110, Handbuch und SW	248,- DM
Z28BS/1	Bausatz zur Leerplatine	148,- DM
Z28BS/2	Bausatz zur Leerplatine	350,- DM
Z28BS/3	Einführung in die SW, Buch u. Software (8051 Assembler, Linker u. Disassembler)	148,- DM
Z28OP/1	Option Uhr und Batterie, ohne C's	40,- DM
Z28OP/2	Option zus. ser. Schnitt., ohne C's	70,- DM
Z28OP/3	Option zusätzliche CIO, ohne C's	80,- DM
Z28OP/4	Option DA-Wandler, ohne C's	100,- DM
Z28OP/5	Option AD-Wandler, ohne C's	170,- 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 u. Software (8051 Assembler, Linker u. Disassembler)	148,- DM
MC-TOOLS 3	Buch 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 80C517/A, Buch	68,- DM
MC-TOOLS 6	SIMULAtor 1.8051/515, 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,-	178,- DM
MC-TOOLS 11	Umweltstat. m. 80C535, Buch, LP, SW	148,- DM
MC-TOOLS 12	8051-Applikat. Band 1, m. LPs/SW	119,- DM
MC-TOOLS 13	8051-Applikat. Band 2, m. LPs/SW	119,- DM

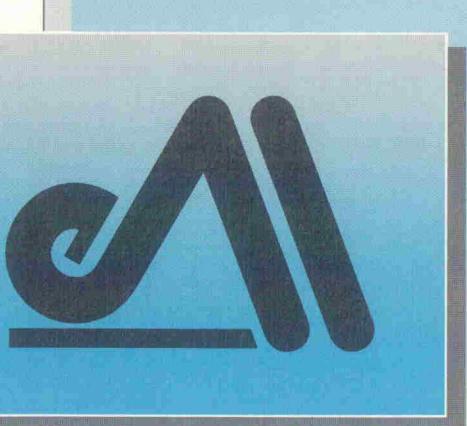
ELEKTRONIK LADEN

Mikrocomputer GmbH	
W-Mellies-Straße 88,	32758 Detmold
Tel. 0 52 32/81 71,	FAX 0 52 32/8 61 97
oder	
BERLIN	0 30/7 84 40 55
HAMBURG	0 41 54/28 28
BRAUNSCHWEIG	0 51/7 92 31
FRANKFURT	0 69/5 97 65 87
STUTTGART	0 7154/8160810
MÜNCHEN	0 89/6 01 80 20
LEIPZIG	0 3 41/2 13 00 46
SCHWEIZ	0 64/71 69 44
ÖSTERREICH	0 22/2 50 21 27
NIEDERLANDE	0 34 08/8 38 39

# Platinen & Software

*Halbe Preise*

ELRAD-Platinen sind aus Epoxid-Glasfaser-Gewebe, sie sind gebohrt und mit Lötkontaktplastik versehen bzw. verzinkt. Alle in dieser Liste aufgeführten Leiterplatten und Programme stehen im Zusammenhang mit Projekten der Zeitschrift ELRAD. eMedia liefert nur die nicht handelsüblichen Bestandteile. Zum Aufbau und Betrieb erforderliche Angaben sind der veröffentlichten Projektbeschreibung zu entnehmen. Die Bestellnummer enthält die hierzu erforderlichen Angaben. Sie setzt sich zusammen aus Jahrgang, Heft- und einer laufenden Nummer. Beispiel 119-766: Monat 11, Jahr 1989. Besondere Merkmale einer Platine können der Buchstabenkombination in der Bestellnummer entnommen werden: ds – doppelseitig, durchkontaktiert; oB – ohne Bestückungsdruck; M – Multilayer, E – elektronisch geprüft. Eine Gewähr für das fehlerfreie Funktionieren kann nicht übernommen werden. Technische Auskunft erteilt die ELRAD-Redaktion jeweils mittwochs von 10.00 – 12.30 und 13.00 – 15.00 Uhr unter der Telefonnummer 0511/53 52 40.



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

Ihre Bestellung richten Sie bitte an:

eMedia GmbH  
Bissendorfer Straße 8  
30625 Hannover  
Tel.: 0511/53 72 95  
Fax: 0511/5 35 21 47

Platine	Best.-Nr.	Preis DM	Platine	Best.-Nr.	Preis DM
Byte-Logger	039-709/ds/E	32,00	Thermostat mit Nachabsenkung	128-690	9,00
SZINTILLATIONS-DETEKTOR			TV-Modulator	128-691	3,50
— Hauptplatine	069-727/ds/oB	17,00	Universelle getaktete		
— DC/DC-Wandler	069-728	8,00	DC-Motorsteuerung	128-692	7,50
RÖHREN-VERSTÄRKER			Halogen-Unterwasser-Leuchte	029-697	5,00
— Entzerrer Vorverstärker	079-740	15,00	Spannungswächter	039-702	3,50
— Gleichstromheizung	079-741	15,00	z-Modulationsadapter	039-703	1,50
— Fernstarter	079-743	15,00	Frequenz-Synthesizer incl. EPROM	039-704/ds	29,50
— 24-V-Versorgungs- und Relaisplatine	079-744	7,50	41/2-stelliges Panelmeter	039-707/ds	20,00
DCF-77-ECHTZEITUHR	129-767/ds/E	14,00	Autoranging Multimeter	049-711	32,00
— Betriebssoftware f. ATARI	S129-767A	17,50	Antennen-Verteiler	049-714	5,50
RIAA direkt	010-781/ds/E	9,00	Metronom	049-715	13,00
Antennenverstärker	050-825	3,25	Universeller Meßverstärker	049-719/ds	32,00
20-KANAL-AUDIO-ANALYZER			KAPAZITIVER ALARM		
— Netzteil	060-832	6,75	— Sensorplatine	059-720	4,50
— Filter (2-Plat.-Satz)	060-833	15,00	— Auswererplatine	059-721	5,00
— Zeilentreiber (2-Plat.-Satz)	060-834	6,50	SMD-Meßwertgeber	079-736/ds/oB	10,00
— Matrix	060-835/ds/oB	17,00	HEX-Display	079-737	7,50
5-Volt-Netzteil	110-862	16,00	SMD-Pulsfühler	099-749	6,50
VCA-Noisegate	120-863	16,00	SMD-Lötstation	099-750	16,00
LWL-TASTKOPF			Röhrenklangsteller	109-757/ds	31,00
— Sender	120-864	3,50	Antennenmischer	010-776/ds	9,00
— Empfänger	120-865	3,50	LADECENTER(nur als kpl. Satz)		
RÖHRENVERTÄRKER: „DREI STERNE...“			— Steuerplatine	020-783A	
— Hochspannungsregler	100-852	16,00	— Leistungsplatine	020-783B	
— Gleichstromheizung	100-853	7,00	— Netzteil	020-783C	
— Endstufe	100-854	6,50	— Schalterplatine	020-783D/ds/E	
Audio Light (Satz 2 Stück)	071-888	16,00	— Schalterplatine	020-783E/ds/E	39,00
VOLLES HAUS			DemoScope	030-812	7,00
— Treiberstufe	100-851/ds	28,00	Rauschverminderer	040-815	40,00
— Endstufe	061-878	21,50	DC/DC-Wandler	040-817/ds	59,00
— Heizung	061-880	7,50	TV-TUNER		
— Relais	061-881	16,00	— Videoverstärker	060-826	16,00
— Poti	061-883	3,25	— Stereodecoder	070-839	9,00
— Treiberstufe $\Delta$ Line-Verstärker a. 6/91			— Netzteil	080-846	16,00
Midi-to-Gate/Power			— Controller incl. EPROM	080-847/ds/E	44,50
— Midi-to-Gate Erweiterungsplatine	091-896	14,00	— Tastatur	080-848/ds/E	21,00
— Midi-to-Power Erweiterungsplatine	101-903	14,00	VHF/UHF-Weiche	060-827/oB	3,50
Wechselschalter	097-589	2,50	Multi-Delay	090-850	16,00
SCHRITTMOTORSTEUERUNG			MULTI CHOICE		
— Treibplatine	038-632/ds	9,50	— PC-Multifunktionskarte incl. 3 Gals		
— ST-Treiberkarte	128-687/oB	32,50	und Test/Kalibrier-Software (Source)		
Anpaßverstärker	048-640	18,25	auf 5,25" Diskette	100-857/M	175,00
STUDIO-MIXER			Freischalter	031-873	12,00
— Ausgangsverstärker REM-642			BattControl	041-876	3,75
— Summe mit Limiter REM-648			Fahrradstandlicht	107-902/ob/ds	19,00
SCHALLVERZÖGERUNG			Dig. Temperatur-Meßsystem	078-664/ds	17,50
— Digitalteil	068-654	17,50	NDFL-MONO		
— Filterteil	068-655	17,50	— Netzteil	098-667	13,50
x/t-Schreiber incl. EPROM	078-658/ds	61,50	LCD-Panelmeter	098-670/ds	6,50
Drum-to-MIDI-Schlagwandler	078-659	20,00	Makrovision-Killer	098-671	7,50
UNIVERSAL-NETZGERÄT			SMD-Balancemeter	108-677	2,50
— Netzteil 078-662			Türöffner	118-680	10,00
— DVM-Platine	078-663	15,00	EVU-Modem	118-683	17,50
Dig. Temperatur-Meßsystem			MASSNAHME		
NDFL-MONO			— Hauptplatine	128-684	24,00
— Netzteil			— 3er Karte	128-685	17,50
LCD-Panelmeter			— Betriebssoftware MSDOS	S128-684	24,50
Makrovision-Killer					
SMD-Balancemeter					
Türöffner					
EVU-Modem					
MASSNAHME					
— Hauptplatine					
— 3er Karte					
— Betriebssoftware MSDOS					

## Leergehäuse für Steckerladegeräte SG 61

Speziell für Ringkerntrofa 50 VA oder 30 VA Schutzklasse I, Farbe schwarz

Länge 96 mm  
Breite 78 mm  
Höhe 40 mm  
Innenmaße Ø 72 mm



Lieferung nur an den Fachhandel od. Gewerbebetriebe

### STRAPU – Lothar Putzke Vertrieb von Kunststofferzeugnissen

Hildesheimer Str. 306 H, D 30880 Laatzen, PF-Leitzahl: 30867  
Tel. (051 02) 42 34, Telefax (051 02) 40 00

**NEU bei**

**IWT**

### Linear-IC-Taschenbuch 3 HF-Bausteine

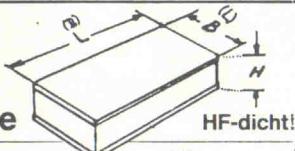
Dieser Band in der Reihe der Linear-IC-Taschenbücher bietet eine klar gegliederte und übersichtliche Darstellung gängiger HF-Bausteine, d.h. Breitbandverstärker, AM/FM-Empfänger, ZF-Verstärker, etc. Im Aufbau geht dieses Taschenbuch bewährte Wege der bereits vorliegenden Bände dieser Serie.

1993, 251 Seiten. Kart.  
ISBN 3-88322-388-3  
DM 39,80

IWT-Verlag GmbH,  
Bahnhofstr. 36  
D-85591 Vaterstetten  
Tel. 08106/389-0



### Gut lötbare Gehäuse



aus 0,5 mm Weißblech:		aus Messingblech:	
Deckel Länge x Breite (mm)	Höhe (mm)	Deckel Länge x Breite (mm)	Höhe (mm)
DM	DM	DM	DM
37 x 37	2,85	3,60	7,00
37 x 55,5	3,40	4,10	
37 x 74	3,60	4,35	7,60
37 x 111	4,30	5,10	9,00
37 x 148	5,10	6,00	10,00
55,5 x 55,5	4,10	4,80	
55,5 x 74	4,40	5,10	9,00
55,5 x 111	5,90	6,50	12,00
55,5 x 148	7,10	7,70	14,50
74 x 74	6,00	6,60	10,00
74 x 111	7,20	7,70	14,00
74 x 148	8,40	8,90	15,50
164 x 102	12,50	13,00	16,00
			17,50
für Europakarte			

Diese Gehäuse eignen sich ideal zum Einbau von elektronischen Baugruppen. Leichte Bearbeitung. Platinen, Bauelemente und Befestigungsteile können angelötet werden.

### Senderröhren

	572B	6JE6c		74,00
6146B	69,90	6JS6c		46,00
6AU6	15,50	6KD6		59,00
6BA6	17,50	6LQ6		74,00
6BE6	17,50	12AU7		16,00
6BZ6	17,50	12AX7a		16,00
6CL6	39,00	12BA6		18,00
6EJ7	17,50	12BY7a		25,90
6GE5	33,00	3-500Z		395,00
6GK6	17,50	T510-1 BBC		449,00
6JB6	59,90		Weitere auf Anfrage!	

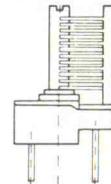
Diagram of a small vacuum tube with a bulbous base and a pointed tip.

### VHF/UHF Power Modules

Typ	Frequenz MHz	Pout Watt	Pin mW	Klasse	DM/St.
SAU4	430- 450	10,0	200	AB	149,00
SAV7	144- 146	28,0	200	C	175,00
M57762	1240-1300	20,0	1000	AB	189,00
M67715	1240-1300	1,5	10	AB	164,00

### Tronser- Lufttrimmer

1,2/ 9,0 pF, 2 Löffahlen	3,00
1,5/11,7 pF, 2-Bein-print	3,00
2,0/23,0 pF, 2-Bein-print	3,50
2,4/24,5 pF, 2-Bein-print	3,00
2,7/30,0 pF, 4-Bein-print	4,00
2,7/30,0 pF, 2-Bein-print, vergoldet	6,00
3,5/45,0 pF, 2 Löffahlen	5,00



### Ladenöffungszeiten:

Mo.-Fr. 8.30-12.30, 14.30-17 Uhr  
Sa. 10-12 Uhr, Mittwochs nur vormittags!

**Andy's Funkladen**

Abt. ED 59 · Admiralstr. 119 · 28215 Bremen · Fax (0421) 37 27 14 · Tel.: (0421) 35 30 60

**NEU**

Doch: Der In-Circuit-Emulator  
**BICEPS51-compact**

- neuartige Anschlußtechnik, benötigt nur einen Adapter für alle Prozessoren der 8051-Familie
- unterstützt SMD-Versionen, Mini-Module usw. (ohne Platinenänderung!)
- vollständige Emulation ohne Einschränkungen

**Keiner emuliert  
alle 8051-Derivate  
für DM 2900,-?**

- Real-Time-Trace
- 2 x 64k Break Memory
- 64k Emulations-RAM, Mapping
- Hochsprachen-Debugging für PASCAL und C51
- Service und Beratung direkt durch den Hersteller

**BRENDES DATENTECHNIK GmbH**

26419 Schortens · Stedinger Str. 7  
Tel. (0 44 23) 66 31, Fax: (0 44 23) 66 85  
Büro Braunschweig: (05 31) 50 64 99

**NEU**

### Spezialhalbleiter

AA 119	0,60	MC 3357	9,90	SL 560	15,00
BA 379	1,00	MC 3359	11,90	SL 561	13,10
BAR 28	3,50	MC 3361	11,90	SL 565	22,00
BF 981	2,85	MC 3362	11,90	SL 592	29,50
BF 982	3,20	MC 145106	28,00	SL 1451	39,90
BS 170	1,95	MC 145152	39,00	SL 1452	29,90
CA 3150	4,90	MS1307	29,90	SLB 586	11,50
CF 300	5,55	MSA 0304	11,50	SP 1648	18,80
HPF 511	135,00	MSA 0685	9,90	SP 5060	29,50
HPF 2800	4,95	MV 500	11,50	SP 8793	29,00
HPF 505	30,00	MV 601	14,40	SP 8620	97,55
J300	3,90	μPC575	7,50	SP 8630	79,50
J310	3,00	μPC20C	19,50	TCM 3105	19,90
LM 311	1,90	NE 592	2,85	TDA 5664	15,50
MC 1330	7,90	NE 5534	3,90	U310	7,20
MC 1350	4,90	OM 350	28,00	U420B	3,50
MC 1496P	4,90	OM 361	28,00	U664B	9,50
MC 1458P	1,75	SL 440	8,50	XR 1010	14,40
MC 1648 P	24,50	SL 486	12,90	XR 1015	22,50

### Japanische ZF-Filter 7x7

455 kHz, gelb
455 kHz, weiß
455 kHz, schwarz
10,7 MHz, orange
10,7 MHz, grün

### Neosid-Fertigfilter

BV 5016	3,60	BV 5056	3,60	BV 5049	3,60
BV 5023	3,60	BV 5061	3,60	BV 5163	3,60
BV 5038	3,60	BV 5063	3,60	BV 5169	3,60
BV 5049-20	5,50	BV 5118	7,50	BV 5243	3,80

Weiter: Typen sowie Spulenbausätze (z. B. 7A1S) ab Lager lieferbar.

### Toko-Filter

KACSK 1769	5,50	KACSK 586 HM	5,50
KACSK 3893 A	5,50	199SC 13802Y	5,50

Folgende Kataloge sind lieferbar:

**HF-Bauteile '94** ..... 8,00

**Amateurfunk '92/93** ..... 8,00

Versand der Kataloge erfolgt  
nur gegen Vereinsendung  
des Betrages in Briefmarken.

Wir liefern in kundenspezifischer Ausführung:

**USV-Anlagen**  
**Gleichrichter**  
**Wechselrichter**  
**DC/DC Wandler**  
**Netzgeräte**



33723 Bielefeld 16  
Postfach 16 03 61

Gesellschaft für Stromversorgungs- und Computertechnik mbH

Tel: 0521 / 97 75 01 - FAX: 0521 / 77 12 75

## RÄUMUNGSVERKAUF Preissenkung über 50 %

Fordern Sie unsere Liste an!

ERSA Lötkräfte  
Knipex-Werkzeuge  
Vielzweckgehäuse versch.  
Maße

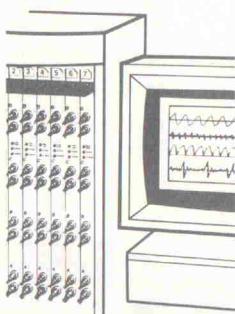
Versch. Sortimente z.B.  
Metallfilmwiderstände  
Phonozubehör

Bei Steckdosenmangel:  
Euro-Duplex, -Triplex,  
Combi-Duplex und vieles mehr

**Elektronikversand D. Seeger**  
Teichstr. 14 · 37170 Uslar

## Transientenrekorder

Modular MS Windows



# Nicolet

INSTRUMENTS OF DISCOVERY

Telefon: 069/22819-0, Telefax: 069/22819-122

Gutes tun – Kindern helfen!

11111111

Postgiroamt München      Deutsche Bank München

Hermann-Gmeiner-Fonds  
Deutschland e.V.  
Forderung der SOS-Kinderdörfer  
in aller Welt

80638 München · Menzinger Straße 23  
Telefon 0 89/1 7914-0

SOS-Kinderdörfer



**LaserTechnik GmbH**

Lieferbar ab Ende Oktober, dies Superangebot:



Laser-Beschrifter und -Graviersystem, bestehend aus :

- 10 Watt CO<sub>2</sub>, Laserkopf mit Netzteil und Wasserpumpe
- Beschriftermechanik einschließlich Antrieb, Treiberelektronik und -Software,
- Strahlführung und Absaugeeinrichtung, Laser und Beschrifter nur DM 13950,-
- Neu ist unser YAG Angebot, 100W Multimode Kopf + Netzteil zu sage und schreibe nur DM 1990,-
- Neu auch unsere 220 V Schaltnetzteile für QJH-800 und QJH-1000 DM 575,-
- Neu ebenso unser vollkommen überarbeitetes Scanningsystem SGS256/3, mit kombinierter Strom-Spannungsgegenkopplung, das dadurch fast "Beschrifer-Qualität" bekommt. Nur DM 6090,-
- Neu das LaserShowSystem mit 16 Figuren und integriertem 35 mW Laser. Superpreis nur DM 2996,-
- Nd: YAG Stäbe, direkt verspielt, keine externen Resonatoren nötig, nur pumpen, ab DM 598,-
- 2,5 Watt CO<sub>2</sub>, Einsteiger Kit! Bestehend aus : CO<sub>2</sub>, Rohr, Laser-Netzteil, Germanium-Linse, Wasserpumpe, Kleinmotor! Eignet sich zum Schneiden von Folien-Textilien, Beschriften aber auch SMD Löten! DM1161,50
- Sie suchen CO<sub>2</sub> Rohre bis 80 Watt für Materialbearbeitung? Fragen Sie uns! Hier einige Beispiele :
- QJC-400 > 5 Watt ..... DM 747,50      QJC-600 > 15 Watt ..... DM1334,-
- Netzteil für CO<sub>2</sub> Rohre bis QJC-600 DM 998,-
- QJH-800 > 20 Watt ..... DM 1518,-      QJC-1000 > 30 Watt ..... DM1966,50
- Laserpointer Klasse II ..... DM 98,50      Laserpointer 4mW ..... DM 198,-
- HeNe Laserrohr in den Leistungen von 0,5 bis 40 mW, ab DM 99,99 HeNe Laser polarisiert bis 70mW, Komplette Geräte ab DM 356,00.
- Sie wollen mehr Infos? Dann fordern Sie unseren Katalog an
- Schutzgebühr DM 5,- wird bei Bestellung erstattet, oder besuchen Sie uns in Baden-Baden.

76534 Baden-Baden  
Im Lindenbosc 37

Tel 07223/58915  
Fax 07223/58916

**ELRAD**

Der direkte Draht

Telefon: (05 11) 53 52 - 4 00

Technische Anfragen:

mittwochs 10.00 bis 12.30 Uhr und 13.00 bis 15.00 Uhr

Telefax: (05 11) 53 52 - 4 04, Telex: 923173 heise d



## MIDI/RS232 - 80C535 Mikro-Controller-Entwicklungs-System

Komfortable Software-Entwicklung für alle 51-er Mikro-Controller auf PC und ATARI

**SOFTWARE (PC oder ATARI)**

- + Sehr schneller Makro-Assembler
- + Komfort. Source-Level-Debugger
- + Kommunikation über RS232 (bis 115kBaud) & MIDI (Optokoppler)
- + Shell mit autom. Projektmanager
- + Symbolischer Linker, Binärkonverter, Disassembler, Editor...
- + Ausführliches Handbuch (100 S.) mit vielen Demos (z. B. Software-Synthesizer, LCD-Display, FFT-Spektrum-Analyser, Schrittmotor-Steuerung, Relaiskarte,...)
- Hardware (Bausatz)**
- + 80C535-Mikro-Controller (emuliert viele 51-er, z. B. 8031, 8032, 8751, ...)
- + 32kB RAM, 32kB EPROM
- + 8 A/D-Wandler (bis 10 Bit)
- + On Board: je eine MIDI- und RS232-Schnittstelle
- + Mini-Platine (80x100mm)
- + Komplettbausatz (alle Teile enthalten: ICs mit Sockel, Platine, Montagematerial, gebrauchtes EPROM,...)
- + Univers. 51-er Betriebs-System als Sourcecode

**SOFTWARE und HARDWARE komplett:**

**195,- DM**

zuz. Versand:  
NN: 9.50 DM,  
Vorkasse (VR-Scheck): 6.00 DM

**Kostenlose Info anfordern!**

Wickenhäuser Elektrotechnik · Dipl.-Ing. Jürgen Wickenhäuser  
Rastatter Str. 144 · 76199 Karlsruhe · Tel. 0721/887964 · Fax & Anruftest. 088607

**C-Tools**

**Bar - C** incl. C-Source

- ✓ für den Barcodedruck mit Nadel-, Tintenstrahl- oder Laserdruckern
- ✓ EAN-8, EAN-13, Code 39, Code 128, 2/5 Interleaved
- ✓ zum Einbinden in bestehende Programme z.B. WW-Programm, Computerkasse etc)
- ✓ Etikettendruck möglich

592,-

**RS 232 Modul** incl. C-Source

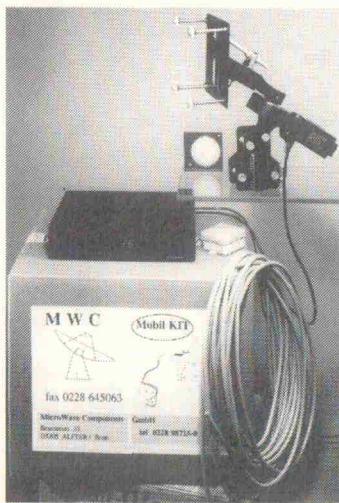
- ✓ für DOS und WINDOWS™ (auch als DLL)
- ✓ serielle Datenübertragung via Com 1 - Com 12
- ✓ Betrieb mehrerer Schnittstellen "gleichzeitig" mit unterschiedlichen Parametern
- ✓ bis 56700 Baud Xon/Xoff RTS/CTS DTR/DSR
- ✓ mit FindCom und ComTest

492,-

Möller & Huth GbR Solmsstr. 23 10961 Berlin  
Tel. 030 692 44 95 Fax 030 692 35 55

von MWC: **SAT DIREKT**

**MBK90**



Bitte Fordern Sie unsere aktuelle Liste 11-93 und den SAT DIREKT Newsletter kostenlos an.

**Mobil-Kit 90**

Rüsten Sie auf, aber friedlich. Zur Verbreiterung Ihrer Empfangsmöglichkeiten bieten wir Ihnen einen vollständiger Teile-Satz zum Umrüsten feststehender Offset und "normaler" Parabolantennen zu Drehanlagen, mit denen Sie dann den vollen Satellitenbogen "abfahren" können.

Bestehend aus bewährtem H2H Mount mit Universalmontageplatte, Steuergerät, 20 m Kabelsatz, Anschlußdose, Winkelmesser und Aufbauanleitung.

frei Haus **MBK90** DM 485,-

Für Vormastmontage haben wir eine etwas stärkere Version für Antennen bis 1,2m.

frei Haus **MBK120** DM 560,-

Neu im Programm :

- Receiver/ Decoder für D2MAC Euroscript und Videocrypt mit Kartenteraser ab DM 450,-
- Meteosat Empfangsanlagen



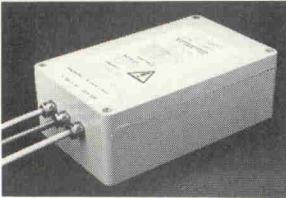
**Micro Wave Components GmbH**

Brunnenstr. 33

53347 ALFTER

Tel 0228 - 98725-0

Fax 0228 - 645063



# mobil - netz

## Automatik-Spannungswandler

Die 220V-Steckdose im Auto!

Sie werden staunen, wie einfach das ist: ein wasserdichter Wandler (26x16x9cm) wird einfach in der Nähe der Autobatterie montiert. Eine patentierte Startautomatik schaltet den Wandler ab etwa 1W Last ein. Der Standstrom beträgt nur 5mA! Somit können alle Bedienelemente entfallen; der Wandler ist gegen alle Überlastungszustände geschützt. Ausgangskurve Step-wave (Trapez). Leistung 600VA Dauer, 1200VA 10min.

- 12 V oder 24V / 115 oder 230V
- optional Steckdose, Display intern
- Display extern, Tragegriff

Tel. (08282)7974 Fax (08282)7976  
Schulstraße 1

**briechle**  
elektronik



D - 86480 Aletshausen

## Information + Wissen

HEISE Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG  
Hannover



**ADES**  
analoge & digitale  
elektronische Systeme

Entwicklung, Herstellung und Vertrieb von elektronischen Schaltungen

## 'Just-in-time'-Development

Hardwareentwicklung / Softwareentwicklung  
Serienfertigung / Musterbau

Rufen Sie uns an: Tel: 02191/5771, Fax: 02191/5772  
ADES GmbH, Dreherstr. 5, D - 42899 Remscheid

**ALLES POST-ZUGELASSEN**

**Telefonkosten zu hoch?**  
Mehr Kontrolle Ihrer Telefonkosten mit einer Telefonanlage zur einfachen Selbstinstallation mit Gebührenabrechnung über PC nach Apparat und nach Amt getrennt, sperren v. Ferngesprächen für bestimmte Apparate, komfortable Programmierung über PC od. Telef., etc.

**Bitte kostenlose Information anfordern**  
Große Auswahl, faire Preise, 1/4-er Anlage schon ab 198,-DM\* • Preisänderungen vorbehalten  
Friedrich-Ebert-Str. 18, 85521 Ottobrunn, Tel 089/6099971, Fax - 6099718

**TST ELECTRONIC**  
Digit.-Ing. Thomas H. Stützenhecker

**IHRE EINTRITTS-KARTE FÜR NEUE STEUER-FUNKTIONEN**

Das modulare Datenleitungs- und Prozeßsteuerungssystem MDP eröffnet Ihnen PC neue Möglichkeiten in der Mehr Regeln und Anlagensteuerung. Seine platzsparende Basistanteil und sport Steckplätze und bietet Zugang zu passivierfähigen Funktionsmodulen. Zusätzliche Entwicklungen sind möglich. Überzeugen Sie sich von einer Lösung, die Ihren Anforderungen entgegenkommt.

**OXI-TRON**

G. Balsarek und Computer Service GbR  
Hauptstraße 43 • 68259 Mannheim  
Tel. 0621-79 89 42  
Fax 0621-79 26 44

## Ringkerntransformatoren nach VDE

Deutsches Markenfabrikat aus laufender Fertigung, Industriequalität, kleine Abmessungen, geringes Gewicht, geräuscharm.  
Lieferung inkl. Befestigungssatz.

80VA 77x46 mm 50,80 DM	120VA 95x48 mm 60,90 DM	170VA 98x50 mm 66,80 DM	250VA 75x44 mm 43,90 DM
R 8012 ..... 2x12V 2x3,4A	R 12012 ..... 2x12V 2x5,0A	R 17015 ..... 2x15V 2x5,7A	R 25018 ..... 2x18V 2x7,0A
R 8015 ..... 2x15V 2x2,7A	R 12015 ..... 2x15V 2x4,0A	R 17020 ..... 2x20V 2x4,3A	R 25024 ..... 2x24V 2x5,2A
R 8020 ..... 2x20V 2x2,0A	R 12020 ..... 2x20V 2x3,0A	R 17024 ..... 2x24V 2x3,6A	R 25030 ..... 2x30V 2x4,2A
R 8024 ..... 2x24V 2x1,7A	R 12024 ..... 2x24V 2x2,5A	R 17030 ..... 2x30V 2x2,9A	R 25036 ..... 2x36V 2x3,5A
340VA 134x57 mm 88,80 DM	500VA 134x64 mm 116,90 DM	700VA 134x68 mm 138,50 DM	1100VA 170x72 mm 199,50 DM
R 34018 ..... 2x18V 2x9,5A	R 50030 ..... 2x30V 2x8,3A	R 70030 ..... 2x30V 2x12A	R 110032 ..... 2x32V 2x17,2A
R 34024 ..... 2x24V 2x7,1A	R 50036 ..... 2x36V 2x7,0A	R 70042 ..... 2x42V 2x8,3A	R 110038 ..... 2x38V 2x14,5A
R 34030 ..... 2x30V 2x5,7A	R 50042 ..... 2x42V 2x6,0A	R 70048 ..... 2x48V 2x7,3A	R 110050 ..... 2x50V 2x11,0A
R 34036 ..... 2x36V 2x4,7A	R 50048 ..... 2x48V 2x5,8A	R 70060 ..... 2x60V 2x8,8A	R 110060 ..... 2x60V 2x9,2A

**Ringkerntransformatoren Baureihe „LN“:** Extrem geringes Streufluss und extrem geringe Geräuschenwicklung erreicht durch doppelte Tauchimpregnierung, Entwicklung und speziellen Ringkern. **Bevorzugter Anwendungsbereich:** Hochwertige Vor- und Endverstärker

100VA 98x50 mm 66,80 DM	200VA 118x54 mm 90,40 DM	400VA 139x69 mm 141,80 DM	900VA 170x72 mm 206,90 DM
LN 10012 ..... 2x12V 2x4,2A	LN 20024 ..... 2x24V 2x4,2A	LN 40030 ..... 2x30V 2x6,7A	LN 90042 ..... 2x42V 2x10,7A
LN 10015 ..... 2x15V 2x3,3A	LN 20030 ..... 2x30V 2x3,3A	LN 40036 ..... 2x36V 2x3,5A	LN 90048 ..... 2x48V 2x9,4A
LN 10024 ..... 2x24V 2x2,1A	LN 20036 ..... 2x36V 2x2,8A	LN 40042 ..... 2x42V 2x4,8A	LN 90054 ..... 2x54V 2x8,3A

**Ringkerntransformator-Sonderservice:** Wir fertigen Ihnen ganz speziellen Ringkerntransformator maßgeschneidert. Sonderanfertigungen aller oben angegebenen Leistungsklassen erhalten Sie mit Spannungen nach Ihrer Wahl. **Preise für Sonderanfertigungen:** R 50-R170 und LN 100 Grundpreis des Serientarifs zuzgl. 16,- DM. R 250-R1100 und LN200-LN900 Grundpreis des Serientarifs zuzgl. 16,- DM. Dieser Preis enthält zwei Ausgangsspannungen oder eine Doppelspannung. Weitere Spannungen oder Spannungsabgriffe jeweils 7,- DM Schirmwicklung 7,- DM. Lieferzeit für Sonderanfertigungen ca. 3 Wochen.

### Halogenlicht - Transformatoren

Sicherheitstragos nach VDE 0551, Ausgang 11,5 V, Temp.-Kl. T 60/E, Dimmerbetrieb möglich, geringes Geräusch, geringe Erwärmung

Ausführung ohne Temperaturwächter

LTB 10 50VA ..... 50,70 DM	LTB 40 300VA ..... 99,80 DM	LTB 11 50VA ..... 60,90 DM	LTB 44 300VA ..... 110,90 DM
LTB 20 100VA ..... 65,50 DM	LTB 50 450VA ..... 143,50 DM	LTB 22 100VA ..... 75,70 DM	LTB 55 400VA ..... 155,30 DM
LTB 30 200VA ..... 85,90 DM		LTB 33 200VA ..... 96,20 DM	

### Lichttransformatoren Ausführung „LT“

Mittelöch vergossen, zentrale Bohrung für Schraube, Litzen primär und sekundär, Ausgangssp. 11,5 V Temp.-Klasse T60/E, nach VDE 0551, geringe Erwärmung, geringes Geräusch, Dimmerbet. möglich.

LTB 50 50VA ..... 48,40 DM	LTB 60 100VA ..... 62,30 DM
LTB 70 200VA ..... 80,75 DM	LTB 80 300VA ..... 94,90 DM
LTB 90 450VA ..... 130,80 DM	

## Qualitätstransformatoren nach VDE

### Transformer-Sonderservice

Wir fertigen Ihren ganz speziellen Transformer maßgeschneidert als Sonderanfertigung mit Spannungen nach Ihrer Wahl.

Mögliche Eingangsspannungen: 220V, 2x110V oder Spannungen Ihrer Wahl.

Mögliche Ausgangsspannungen: Spannungen bis 1.000V - bei einem Strom von mindestens 0,05 A. Für Spannungen ab ca. 200 mV müssen Sie aufgrund des notwendigen Isolationsaufwandes den Faktor 1,25 in Ihre Leistungsberechnung einbeziehen. Beispiel: 400Vx0,05A = 20 VAx1,25 = 25 VA.

Bestellbeispiel: 2x11V, 2x2,5A, Rechnung: 21x2,5 + 21x2,5 = 105VA – passender Trafo = Typ 850

Typ 500 24VA ..... 30,80 DM	Typ 900 190VA ..... 72,50 DM	Typ 1400 900VA ..... 178,60 DM
Typ 600 42VA ..... 37,50 DM	Typ 950 250VA ..... 84,80 DM	Typ 1500 1300VA ..... 235,20 DM
Typ 700 76VA ..... 50,80 DM	Typ 1140 400VA ..... 117,20 DM	Typ 1600 1900VA ..... 329,00 DM
Typ 850 125VA ..... 56,90 DM	Typ 1350 700VA ..... 161,50 DM	Typ 1700 2400VA ..... 396,00 DM

Im angegebenen Preis sind eine Eingangsspannung und zwei Ausgangsspannungen enthalten. Weitere Spannungen, Spannungsabgriffe oder eine Schirmwicklung werden mit jeweils 3,- DM berechnet.

Alle Typen sind tauchlackiert. Die Lieferzeit für Sonderanfertigungen beträgt 3 Wochen.

## 220 V / 50 Hz - Stromversorgung netzunabhängig aus der 12 V - oder 24 V - Batterie

### FA Rechteck-Wechselrichter

Modernste MOS-FET-Technik • Frequenz 50 Hz • Ausgang 220 V rechteckförmig • Tiefenladeschutz • kurzschlüsse- und verpolungsfest

Betriebsbereiter offener Baustein	Betriebsbereites Gerät im Gehäuse
FA 71 F 400VA ..... 398,00 DM	FA 71 G 400VA ..... 510,00 DM
FA 91 F 700VA ..... 487,00 DM	FA 91 G 700VA ..... 608,00 DM
FA 101 F 1000VA ..... 656,00 DM	FA 101 G 1000VA ..... 779,00 DM

Bitte geben Sie die gewünschte Batteriespannung von 12V oder 24V an.

### UWR Trapez-Wechselrichter

Modernste MOS-FET-Technik • Frequenz 50 Hz • quarzstabil • Ausgang 220 V ± 2% • kurzschlüsse- und verpolungsfest • Tiefenladeschutz • Einschaltautomatik • extrem überlastbar • thermost. gest. Lüfter

UWR 12/ 800 A 12V / 800 VA ..... 1354,- DM	Bevorzogene Einsatzgebiete:
UWR 24/ 800 A 24V / 800 VA ..... 1354,- DM	Verbraucher mit hoher Anlaufleistung, Mikrowellegeräte, Kühlschränke, Staubsauger usw.
UWR 12/1200 A 12V / 1200 VA ..... 1995,- DM	Weitere Daten in Liste C 10.
UWR 24/1500 A 24V / 1500 VA ..... 1995,- DM	
UWR 24/2200 A 24V / 2200 VA ..... 2637,- DM	

### UWS Sinus-Wechselrichter

Modernste MOS-FET-Technik • Frequenz 50 Hz • quarzstabil • Ausgang 220 V ± 2% • kurzschlüsse- und verpolungsfest • Tiefenladeschutz • Einschaltautomatik • hoher Wirkungskoeffizient

UWS 12/ 350 A 12V / 350 VA ..... 1315,- DM	Bevorzogene Einsatzbereiche:
UWS 24/ 400 A 24V / 400 VA ..... 1315,- DM	EDV-Anlagen, Videorecorder, Meß- und Prüfgeräte, HiFi-Anlagen, Telefonanlagen, usw.
UWS 12/ 650 A 12V / 650 VA ..... 1798,- DM	
UWS 24/ 750 A 24V / 750 VA ..... 1798,- DM	
UWS 24/1500 A 24V / 1500 VA ..... 2692,- DM	Weitere Daten in Liste C 10.

### I/U - Automatik-Ladegeräte

#### TDL Hochleistungs-Ladegeräte

I/U Kennlinie • Konstantstromladung mit Ladesspannungsüberwachung • stufenloser Übergang auf Erhaltungsladung • 100%ige Ladung jedes Batterietyps • Ladestromanzahl

• Eingangsspannung 190-250V	• hochwertige IC-gesteuerte Transduktoregulation
TDL 12/25 12V-25A ..... 674,- DM	
TDL 24/25 24V-25A ..... 857,- DM	
TDL 12/50 12V-50A ..... 914,- DM	
TDL 24/50 24V-50A ..... 1219,- DM	

## BURMEISTER-ELEKTRONIK

Dipl.-Ing. Ch. Burmeister

Postf. 1236 • 32280 Rödinghausen • Tel. 05226/1515 • Fax 05226/17255

Versand per NN oder V-Rechn. zzgl. Porto u. Verp. • Lieferung ins Ausland nur gegen V-Rechn. Fordern Sie noch heute unseren kostenlosen Katalog C 10 mit vielen weiteren Angeboten an.

**PC - I/O-Karten**

AD-DA Karte 12 Bit 16 Kanal 1x12Bit DA, typ. 0,04V bis 2,4V 500nsec. 16x12Bit A/D, 16bit, 16Bit ADC, 2Bit/sec. unip./bip. 2,5/5/10V, mit 25-Pin Kabel und Software	DM 139,-
AD-DA Karte 14 Bit 16 Kanal 1x14Bit DA, 2Bit/sec., 16Bit ADC, 2Bit/sec. unip./bip. 2,5/5/10V, mit 25-Pin Kabel und Software	DM 329,-
Relais I/O Karte 16 Relais 150V/1A out und 16 x Photo in.	DM 299,-
8255 Parallel 48 x I/O Karte 48 x I/O, max 2MHz, 3 x 18Bit Counter, 16 LED	DM 82,-
IEEE 488 Karte mit NEC-7210 RS 422/485 Dual Karte für AT 4 x RS 232 für DOS ab	DM 348,-
PC-Disk 128/384/1210/2048K ab	DM 159,-
SRAM/EPRON selbstbootend	DM 135,-
JÜRGEN MERZ COMPUTER ELECTRONIC	DM 119,-

Lieferprogramm kostenlos.  
Abholung möglich.  
Zeitschriftenverkauf vorbehalten.  
Lieferung per UPS-Nachnahme  
+ Versandkosten.

4 953 6 Lienen  
Lengericher Str. 21  
Telefon 05483 - 1219  
Fax 05483 - 1570

**Universelles 40 Msample Speicherzosiloskop**  
jetzt mit erweiterter Software  
Version 2.8

beim Anschluß an Rechner mit serieller Schnittstelle

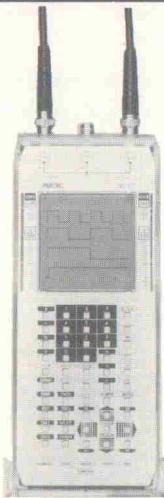
40 MHz Abstrakte (80 MHz bei 2 Kanälen)  
2mV/div - 25V/div Eingangsempfindlichkeit bei 1MO, 7pF  
integrierte Logikanalyse für 8 Signale/AD-Kanal  
umfangreiche Serienauswertung (z.B. Taktzyklus, Filter etc.)  
galvanisch getrennte serielle Schnittstelle (5Vbaud)  
umfangreiche, leicht bedienbare Software für ATARI,  
MAC oder PC-kompatibel  
umfangreiche Meßwertaufstellung: X-Zoom, Drucken,  
X-Zoom über 2 Zeit-Dekaden usw.  
durch geringe Abmessungen in jede Umgebung integrierbar  
alle von Standardzosiloskopen bekannte Funktionen wie z.B.  
ext. Trigger, ext. Takt, Offset

Preise:  
1 kanalig. inkl. Software 1200,- DM  
jeder weitere Kanal 600,- DM  
jede weitere Software 100,- DM  
Porto und Verpackung 9,- DM

Infos und Bestellung bei den Entwicklern:  
**Ing. Büro Pohl**  
Tel./Fax (030) 6213433  
Okerstraße 36  
12049 Berlin

**OSZIFACE**

**HCD SIGNALCOMPUTER SC01-05**



- » Digitalspeicherzosiloskop »
- » 2,5 nsec / Div. bis 1,3 h / Div. »
- » 0,01 Volt / Div. bis 20 Volt / Div. »
- » 2-20MS/s, Ref. 40 MHz ±50ppm »
- » 1MOhm ±0,25% - 25pF ±5pF »
- » Multimeterbetrieb DC - 6 MHz »
- » Frequenz-Spannungsmesser »
- » LCD-Supertwist Grafikdisplay »
- » Größe 257mm•111mm•48mm »
- » opt. PC, Modem, Akkubetrieb »
- » 12 Monate HCD - Vollgarantie »

	SC 01	SC 02	SC 04	SC 05
Signalspeicher	9	46	46	14
Speichertiefe	256	256	256	2048
Centronics	NEIN	NEIN	JA	JA
RS 232	NEIN	NEIN	JA	JA
YT-Schreiber	NEIN	NEIN	NEIN	JA
DM / Stück	1.380,-	1.725,-	2.530,-	2.875,-

Sie erhalten bei uns sämtliches Zubehör für die Signalcomputer sowie Bauteile und Computer-Zubehör. Nachfolgend eine kleine Auswahl. Fordern Sie bitte kostenlos weitere Unterlagen an.

**COMPUTERZUBEHÖR**

Netzwerkkarte 16 Bit NE 2000 kompatibel	149,00 DM
Multi IO Karte 2 * FD + 2 * HD + 2 * Seriell / 2 * Parallel / 1 * Game	36,00 DM
Controller 2 * FD / 2 * IDE-HD inkl. Anschlußkabel	25,00 DM
Controller 4*FD bis 2,88 MB FD,ext.FD-Anschluß,Anschlußkabel	158,00 DM
Controller 4*FD mit externem FD Anschluß, SW, Anschlußkabel	97,00 DM
IO Karte 3 * Parallel inkl. Anschlußkabel (LPT 1-3, IRQ2-7)	59,00 DM
IO Karte 4 * Seriell inkl. Anschlußkabel (COM 1-4, IRQ2-7)	87,00 DM
IO Karte 4 * Seriell inkl. Anschlußkabel und Software (COM 1-8)	158,00 DM

**MESSGERÄTEZUBEHÖR**

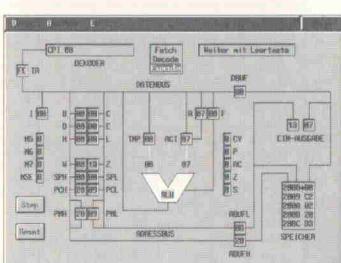
Tastkopf 1:1 - GND - 10:1 - umschaltbar, 1 / 10 MOhm, ± 0,2%	138,00 DM
Tastkopf 10:1 - 10 MOhm, ± 0,2% oder 1:1 - 1 MOhm, ± 0,2%	86,25 DM
Tastkopf 1:1 / 10:1 - umschaltbar, 1 / 10 MOhm, ± 2%	74,75 DM



**HCD Elektronik Vertrieb**  
Bogenhausen Straße 4, D - 10551 BERLIN  
Telefon: 030/3964307 Fax: 030/3964098

**Dem Mikroprozessor  
über die Schulter schauen**

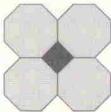
# MIPS



Die Simulation (hier Intel 8085)

68XX 8051

Fordern Sie unser kostenloses Informationsmaterial an!



## Software Team GmbH

Technologiezentrum am Europaplatz • Dennewartstr. 27 • D-52068 Aachen  
Telefon 0241 / 9 63 14 80 • Telefax 0241 / 9 63 14 88

✓ Graphisch animiertes System zur Darstellung interner Vorgänge von Mikroprozessoren unter MS-DOS.

✓ Integrierte Entwicklungsumgebung mit Editor, Assembler und Debugger.

✓ Große Auswahl an Prozessormodulen, z.B.:

Z80  
8085  
Der Debugger

Run	Stop	Step	Break	Reset	Go	Jump
Start	Stop	Step	Break	Reset	Go	Jump
16543210	16543210	16543210	16543210	16543210	16543210	16543210
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31	32	33	34	35
36	37	38	39	40	41	42
43	44	45	46	47	48	49
50	51	52	53	54	55	56
57	58	59	60	61	62	63
64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77
78	79	80	81	82	83	84
85	86	87	88	89	90	91
92	93	94	95	96	97	98
99	100	101	102	103	104	105
106	107	108	109	110	111	112
113	114	115	116	117	118	119
120	121	122	123	124	125	126
127	128	129	130	131	132	133
134	135	136	137	138	139	140
141	142	143	144	145	146	147
148	149	150	151	152	153	154
155	156	157	158	159	160	161
162	163	164	165	166	167	168
169	170	171	172	173	174	175
176	177	178	179	180	181	182
183	184	185	186	187	188	189
190	191	192	193	194	195	196
197	198	199	200	201	202	203
204	205	206	207	208	209	210
211	212	213	214	215	216	217
218	219	220	221	222	223	224
225	226	227	228	229	230	231
232	233	234	235	236	237	238
239	240	241	242	243	244	245
246	247	248	249	250	251	252
253	254	255	256	257	258	259
260	261	262	263	264	265	266
267	268	269	270	271	272	273
274	275	276	277	278	279	280
281	282	283	284	285	286	287
288	289	290	291	292	293	294
295	296	297	298	299	300	301
302	303	304	305	306	307	308
309	310	311	312	313	314	315
316	317	318	319	320	321	322
323	324	325	326	327	328	329
330	331	332	333	334	335	336
337	338	339	340	341	342	343
344	345	346	347	348	349	350
351	352	353	354	355	356	357
358	359	360	361	362	363	364
365	366	367	368	369	370	371
372	373	374	375	376	377	378
379	380	381	382	383	384	385
386	387	388	389	390	391	392
393	394	395	396	397	398	399
399	400	401	402	403	404	405
406	407	408	409	410	411	412
413	414	415	416	417	418	419
420	421	422	423	424	425	426
427	428	429	430	431	432	433
434	435	436	437	438	439	440
441	442	443	444	445	446	447
448	449	450	451	452	453	454
455	456	457	458	459	460	461
462	463	464	465	466	467	468
469	470	471	472	473	474	475
476	477	478	479	480	481	482
483	484	485	486	487	488	489
490	491	492	493	494	495	496
497	498	499	500	501	502	503
504	505	506	507	508	509	510
511	512	513	514	515	516	517
518	519	520	521	522	523	524
525	526	527	528	529	530	531
532	533	534	535	536	537	538
539	540	541	542	543	544	545
546	547	548	549	550	551	552
553	554	555	556	557	558	559
560	561	562	563	564	565	566
567	568	569	570	571	572	573
574	575	576	577	578	579	580
581	582	583	584	585	586	587
588	589	590	591	592	593	594
595	596	597	598	599	600	601
602	603	604	605	606	607	608
609	610	611	612	613	614	615
616	617	618	619	620	621	622
623	624	625	626	627	628	629
630	631	632	633	634	635	636
637	638	639	640	641	642	643
644	645	646	647	648	649	650
651	652	653	654	655	656	657
658	659	660	661	662	663	664
665	666	667	668	669	670	671
672	673	674	675	676	677	678
679	680	681	682	683	684	685
686	687	688	689	690	691	692
693	694	695	696	697	698	699
700	701	702	703	704	705	706
707	708	709	710	711	712	713
714	715	716	717	718	719	720
721	722	723	724	725	726	727
728	729	730	731	732	733	734
735	736	737	738	739	740	741
742	743	744	745	746	747	748

## EPROM-Simulator

MIPEPSplus simuliert gleichzeitig zwei EPROMs Typen 2764-27512. Download über parallele Schnittstelle. Reset während Download. Komfortable menügesteuerte Software für PC. Batchmode.



Fertigerät: 348,- DM

Leerplatine: 98,- DM

incl. Software und Handbuch

Nachn./Vork. zzgl. 12,- DM Versand

TETRATEC Software & Engineering GmbH

Raiiffeisenstraße 11, 70771 Leinfelden

TEL: 0711/7545983 FAX: 0711/7545986

## Echtzeit Videodigitizer

- 256 Graustufen in 1/25 Sek.
- 16,7 Mio. Farben bei RGB Standbild
- 768 x 576 Pixel - 1:1 Format - Vollbild
- 384 x 288 Pixel - 1:1 Format - Halbbild
- externes Gerät zum Betrieb an serieller oder paralleler Schnittstelle
- Bilderfassungssoftware für PC
- Speicherung in Tiff- und PCX-Format
- Software für Amiga und Atari in Kürze
- verwendbar als Testbildgenerator

### Option: Genlock

- Tiff- und PCX-Grafiken auf Video
- Titelleinblendung in Videoaufnahmen

Bausatz.....ab 398,- DM

Fertigerät.....ab 498,- DM



Hard+Software  
Entwicklung

## Satelliten Empfang

### Die preiswerte Alternative!

Jetzt auch ARD, ZDF und viele  
Dritte Programme auf ASTRA.

- insgesamt 18 deutschsprachige Sender

Hochwertige Empfangssysteme zu  
Superpreisen! So z.B.:

- 60 cm Offset-Spiegel aus glasfaserverstärktem Recylacrat,

sehr gute Empfangswerte da kupferbeschichtet

- Stereoreceiver mit 100 Programmen, 2050MHz,

ON-Screen-Anzeige, 3 Scartbuchsen,

- Qualitäts-LNB 14/18V

- incl. Wandhalter

**nur: 399,-**

einfache Montage

Weitere Kombinationen auf Anfrage

**Videodat ab 275,-**

- PD und Shareware über PRO7 -

Wiesenweg 45  
29328 Müden/Örtze  
Tel.: 05053-661  
Fax: 05053-659

## Neu: ddv band 1



Datenlexikon und Ver-  
gleichstabelle für Dioden.  
5.erweiterte Auflage 93  
ISBN 3-88109-055-X  
DM 59,-

Fordern Sie unser  
aktuelles Gesamt-  
verzeichnis an:  
ECA Electronic GmbH  
Frundsbergstr. 15  
80634 München  
Fax: 089 - 16 62 31



## Entwicklungs-Tools

### Leistungsfähige Werkzeuge zur Programmierung

Cross-Assembler und Simulatoren	Eeprom-Emulatoren	Programmiergeräte
MacroAssembler, Simulator/Debugger, Editor, Disass., Terminalprg. etc.	EMU I.....438,00 DM EP III.....548,00 DM	Centronics, Eproms bis 8MBit/28- u.
8051/52-Familie.....439,00 DM	8-Bit-Systeme bis 128 KByte, 70ns	32pol. Sockel, schnelle Program-
Z80.....298,00 DM se, eig. Microcontr., div. Formate,	microalgorithmen, Software, Hand-	meralgorithmen, Software, Hand-
65C02.....298,00 DM inkl. Netzteil, Handbuch, Software,	buch, Quickreferenz	buch, Quickreferenz
8048/49-Familie.....298,00 DM Optionen: RS-232, Batt.-puff., RAM	8748/49-Programmer.....349,00 DM	8751-Programmer.....349,00 DM
8080/85.....298,00 DM erweiterbar auf 4 MBit	EPP I-F-neu: 19200 Baud 344,00 DM	EPP II-F.....499,00 DM
MacroAssembler, Editor, Disass., Terminalprogramm	EMU II.....648,00 DM wie EMU I, 8-/16-Bit-Systeme bis	EPP II-F.....499,00 DM
68HC05.....239,00 DM 2 x 128 KByte, Optionen: RS-232, RS232, EPPI bis 512 KBit/28pol.	4-Bit-Systeme bis 128 KByte, 70ns	RS232, EPPI bis 4 MBit/32pol.
68HC11.....239,00 DM Batt.-puff., RAM erweiterbar auf 2 x 4 MBit, Adapter für 40pol. Eproms	32pol. Sockel, EPPI bis 4 MBit/32pol.	Sockel, Aluminiumgehäuse, Hand-
Weitere Prozessoren und Microcon-	40pol. Eproms	trolley, Software, Netzkabel
Bohrleistung auf Anfrage!		

- INFOs (kostenlos) anfordern!

**Soft- und Hardwareentwicklung**  
**Jürgen Engelmann & Ursula Schrader**

Am Fuhrgehege 2, 29351 Eldingen, Tel. 05148/286, Fax 05148/853

## SCHNITTSTELLE

Die Bungard CCD

bohrt und fräst

Leiterplatten und  
Aluminium.

Kleinste Schritt-  
auflösung

0,0254 mm.

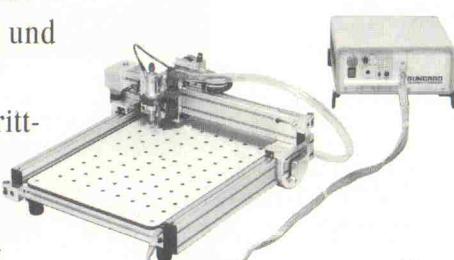
Bohrleistung  
ca. 18.000

Löcher pro Stunde.

Drehzahl zwischen

25.000 und 60.000 1/

min variabel. Bohr- und Fräsedateien gängiger CAD-Programme werden durch die mitgelieferte Software auf das Gerät übertragen. Diese Maschine stopft das Loch in Ihrer Leiterplattenproduktion.



Besuchen Sie uns auf der  
PRODUCTRONICA '93  
München, 09.-13. Nov.  
Halle 7, Stand 7 D 17

**BUNGARD**

Ihr Weg zur Leiterplatte...

Bungard Elektronik · Rilke Straße 1 · 51570 Windeck

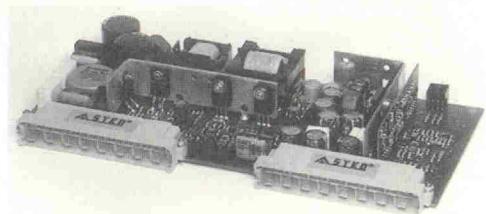
Tel. (0 22 92) 50 36 · Fax (0 22 92) 61 75

**ASYKO®**

## AC-DC NETZTEILE

8 mm Luft- und  
Kriechstrecken

VDE 871.B



- 82-264 V AC bzw. 100-360 V DC
- 716 V dyn. VDE 0160 (Option)
- Aufschaltstrombegrenzung (ICL)
- Aktive Transientenabsorption (TC)
- Beliebig viele Ausgänge
- AC-fail und Reset Logik

SYKO Gesellschaft für Leistungselektronik mbH

Postfach 10 01

Telefon (0 61 82) 2 60 70

63527 Mainhausen

Fax (0 61 82) 2 88 89

Auslandsvertretungen gesucht!

# ELEKTRONIK - FACHGESCHÄFTE

## Postleitbereich 1

**6917024**   
**CONRAD**  
**ELECTRONIC**  
**Center**

Elektronische Bauelemente • HiFi • Computer • Modellbau • Werkzeug • Meßtechnik • Funk • Fachliteratur  
Hasenheide 14-15  
10967 Berlin  
030/6 91 70 24

## Postleitbereich 3

**1319811**   
**CONRAD**  
**ELECTRONIC**  
**CENTER**

Elektronische Bauelemente • HiFi • Computer • Modellbau • Werkzeug • Meßtechnik • Funk • Fachliteratur  
Goseriede 10-12  
30159 Hannover  
0511/131 98 11

## Postleitbereich 7

**2369821**   
**CONRAD**  
**ELECTRONIC**  
**Center**

Elektronische Bauelemente • HiFi • Computer • Modellbau • Werkzeug • Meßtechnik • Funk • Fachliteratur  
Eichstraße 9  
70173 Stuttgart  
0711/2 36 98 21

## Postleitbereich 2

**balü**  
electronic  
**20095 Hamburg**  
Burchardstraße 6 – Sprinkenhof –  
~~040/33 03 96~~  
**24103 Kiel**  
Schülperbaum 23 – Kontorhaus –  
~~0431/67 78 20~~

## Postleitbereich 4

**ELSA - ELEKTRONIK**  
  
Elektronische Bauteile und Geräte, Entwicklung, Wartung, Groß- und Einzelhandel, Kunststoffgehäuse für die Elektronik, Lernsysteme  
N. Cräsmeyer, Borchner Str. 16, 33098 Paderborn  
FON: 05251-76488 FAX: 05251-76681

**ELEKTRONIK - BAUELEMENTE - MESSGERÄTE - COMPUTER**  
  
Berger GmbH  
Heeper Str. 184+186  
33607 Bielefeld  
Tel.: (0521) 32 44 90 (Computer)  
Tel.: (0521) 32 43 33 (Bauteile)  
Telex: 9 38 056 alpha d  
FAX: (0521) 32 04 35

**Armin Hartel**  
elektronische  
Bauteile  
und Zubehör

Frankfurter Str. 302 ~~0641/25177~~  
35398 Giessen

## Postleitbereich 8

**2904466**   
**CONRAD**  
**ELECTRONIC**  
**Center**

Elektronische Bauelemente • HiFi • Computer • Modellbau • Werkzeug • Meßtechnik • Funk • Fachliteratur  
80331 München  
0 89/2 90 44 66

**JANTSCH-Electronic**

87600 Kaufbeuren (Industriegebiet)  
Porschestraße 26, Tel.: 0 83 41/1 42 67  
Electronic-Bauteile zu günstigen Preisen

## Postleitbereich 9

**Jödlbauer 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  
92240 Hirschau  
0 96 22/30-111

**Radio - TAUBMANN**

Vordere Sternsgasse 11 • 90402 Nürnberg  
Ruf (0911) 22 41 87  
Elektronik-Bauteile, Modellbau,  
Transformatorenbau, Fachbücher

**263280**   
**CONRAD**  
**ELECTRONIC**  
**Center**

Elektronische Bauelemente • HiFi • Computer • Modellbau • Werkzeug • Meßtechnik • Funk • Fachliteratur  
Leonhardstr. 3  
90443 Nürnberg  
0911/26 32 80

Spulen, Quarze, Elektronik-Bauteile, Röhren, Funkgeräte, Kabel, Antennen, Scanner, Telefone

**Andy's Funkladen**  
Admiralstraße 119 • 28215 Bremen  
Fax (0421) 37 27 14 • Tel. (0421) 35 30 60  
Ladenöffnungszeiten: Mo – Fr 8.30 – 12.30, 14.30 – 17.00  
Mittwochs nur vormittags • Sa. 9.30 – 12.30  
Bauteile-Katalog DM 7,50 Amateurfunk-Katalog DM 7,50

**V-E-T Elektronik**  
Elektronikfachgroßhandel  
Mühlenstr. 134, 27753 Delmenhorst  
Tel. 0 4221/1 77 68  
Fax 0 4221/1 76 69

**REICHELT**  
**ELEKTRONIK**  
Kaiserstraße 14  
26122 OLDENBURG  
Telefon (04 41) 1 30 68  
Telefax (04 41) 1 36 88

MARKTSTRASSE 101 – 103  
26382 WILHELMSHAVEN  
Telefon (0 44 21) 2 63 81  
Telefax (0 44 21) 2 78 88

**238073**   
**CONRAD**  
**ELECTRONIC**  
**Center**

Elektronische Bauelemente HiFi • Computer • Modellbau • Werkzeug • Meßtechnik • Funk • Fachliteratur  
Viehhof Str. 38-52  
45127 Essen  
02 01/23 80 73

**Qualitäts-Bauteile für den anspruchsvollen Elektroniker**  
**Electronic am Wall**  
44137 Dortmund, Hoher Wall 22  
Tel. (0231) 1 68 63



# KLEINANZEIGEN

**MONACOR-Elektronik Versandkatalog**, inkl. Preisliste! Alles von A-Z! 550 Seiten, 2,5 Kilo schwer, über 5000 Artikel! Gegen DM 20,- Schein/Scheck/Briefmarken anfordern bei: **Elektroakustik Stade**, Bremervörder Str. 5-7, 21682 Stade, Tel.: 0 41 41/8 20 42, Fax: 0 41 41/8 44 32.

MF-Meßgerät B+K 2305 Pegelschreiber 1000,-, 1022 sinus Genr. 800,-, Präzisions Poti 2X20 Ohm 0,25% NP 500,- 150,-, 24 Stufenschalter, 2x100 W Endstufe Dr. Böhm 300,-, 5K+H 100 V Trafos 30 W 300,-, R+S Ballenpänger 100-150 MHz 600,-, Röhren EL503, E80CC, E180F, 5 defekte Hificassetten 200,-, mono 25 W Röhren Endstufe 200,-, Ionen Hochtöner, Oszi Panorama 300,-, V74 Studio. 060 84/56 54. ☐

**MANGER - Präzision in Schall**. Jetzt Selbstbau mit dem Referenz-Schallwandler der Tonstudios: Info, Daten, Preise, sof. anfordern bei Manger-Vertrieb, Industriestr. 17, 97638 Mellrichstadt, Tel. 0 97 76/98 16, Fax 71 85. ☐

Elrad 1992 nur komplett gesucht. 02 11/45 98 00.

**Entwicklungen im Bereich Hard- und Software für µC und PC** wahlweise in **Assembler oder C** von Ihrer Idee/Pflichtenheft bis zur Serienreife. Erfahrung mit **CAN-Bus** in Verbindung mit µC und PC. Fordern Sie Info über unsere **CAN-Produkte** an. Tel. 0751/5 15 75 (Fax: 5 15 77), **Ingenieurbüro heinzler & röck elektronik GbR**. ☐

**Kleine Anzeige – kleine Preise oder?** Testen Sie uns. Preisliste gratis. LEHMANN-electronic, Postfach 3 11, 68203 Mannheim. ☐

**Geddy-CAD 5.5 und Turbo Router 4.0:** Das beste Shareware-Programmpaket zum Entwurf von Schaltplänen und Platinen mit PC/XT/AT erhalten Sie auf 1.44 MB-Disk für 20 DM Unkostenbeitrag (bar/V-Scheck). M. Rueß, Kirchstr. 19, 89291 Holzheim.

**LAYOUT unter WINDOWS** mit Autorouter für 148,- (DEMO: 10,-) anfordern bei: T. SCHMITT-LECHNER, Kolbenäckerweg 5, 76297 Stutensee.

Lötstationen Weller WECP-20 für 100,- (Neupreis 230,-). Tel.: 03 35 32 67 57.

**TEXAS-DSP-ENTWICKLUNGSKIT** 288 DM. 056 73/25 24.

CAD-Progr. PC-Draft 300,- DM, Textmaker + Datamaker einzeln 80 DM, beide 150 DM. Tel. nur tagsüber 068 97 - 85 71 79.

Entwicklung von **INDIVIDUELLER SOFTWARE** für **TECHNIK** und **MASCHINENBAU**. Fax: (023 71) 2 99 95. ☐

Verzinnte Kontaktierhohlneisen L2mm, Typ Io/A Ø A-0.6/0.8; B-0.8/1.0; C-1.1/1.5 1000 St. = 32 DM. Neu: Typ S-0.4-0.6 und D-1.5-1.8 1000 St. = 38 DM. VHM-Bohrer 3 x 38 mm: 0.6-1.8 mm, 5 = 24 DM, 10 = 38 DM. Ossip Groth Elektronik, Möllers Park 3, 22880 Wedel, 0 41 03/8 74 85. ☐

**XY-Schreiber HP 7040A** 100mV/cm 700,-, Oszi-Kamera Shackman-7000 500,-, **Elektrostaten** Sombetzki ELS50 3500,-. ☐ 02 21/37 56 77.

**A/D-Wandler f. RS 232-Schnittstelle m. 12 Bit 8 A/D-Eingänge**, 2 I/O Ports 1x8Bit Ein, 1x8Bit Aus. 1200-9600 Baud. Preis DM 219,-, (mit Testsoftware für PC, Atari ST). Info kostenlos. Tel. 04 61/2 52 55, Fax 04 61/7 54 62, System & Meßtechnik, 2398 Harrislee, Steinkamp 29. ☐

**Generalüberh. elektron. Meßgeräte**. Liste 095 45/75 23, Fax: 58 68. ☐

**BAUSATZ FÜR DONGLE** (Hardwarelock) inkl. Bauanleitung, Platine + Steckergehäuse und Software für Abfrageroutinen in TP, TC, dBASE, Assembler, Basic DM 99,60. Tel.: 0 81 78/58 88. Fax: 52 62.

8051 Simulator auf PC: Go, Break, SS, fullscreen, Disassembler, 50 DM, 07 11/37 67 18.

**EAGLE 2.6 Layouter aufgepaßt!** Makros selber machen lohnt nicht mehr. Jetzt gibt es eine tolle Bauteile Bibliothek mit >900MAC zum Superpreis von nur 241 DM-NN. Info beim EAGLE Profi F. Weber, Tel.: 0 83 87/27 78.

DASY PC-Meßprogramm für jede Hardware 149,- DM. Prospekt: Tel. od. FAX-Abfrage 02 34/68 27 66.

Elrad-Hefte 1/84-8/93, VS: 0 82 61/56 21.

**Lernprogramme** für Mathematik und Fremdsprachen ab 6 DM. Gratisinfo I.T. Soft, Pf. 16 71, 73606 Schorndorf, Tel.: 071 81/2 17 09. ☐

SUCHE KONTAKTE ZUM DSP-PROJEKT **WELLENREITER** K-H SANDERS. TEL.: 02 01/8 17 56 53. RUFE ZURÜCK!

**MICROCONTROLLER-MODULE** in **PROFI-QUALITÄT!** 8032, 80552 kpl. mit I/O auf einer Platine! mit Eingangsfilter, Power-Ausgängen, Analog-I/O, ideal für Steuerungen usw. **NEU: 8032-Handterminal mit Druckeranschluß!** T. Gehlhaar, 22880 Wedel, Fr.-Eggers-Str. 130, Tel.: 0 41 03-1 47 49.

**Horvath & Lins Elektronikentwicklungs-GbR** individuelle µC-Systeme, von Ihrer Idee zur Serienreife (z.B. mit 50747, 80535, 68008), Prototypen und Kleinserien, Tel.: 06 41/7 72 53. ☐

**>> HARD- UND SOFTWAREENTWICKLUNG <<** 8051 FAM, PIC16CXX, MOTOROLA DSP. FAX/TEL. 02 04/8 17 98.

**8031 TINYBASIC-Compiler für PC** 49,- DM. Funkt. für alphanum. LCD, Strings, mehrzlg. IF-THEN, incl. Assembler! O. Som, Pf. 10 32 03, 45032 Essen.

**Entwickler**, langjährige Erfahrung mit Hard- und Software auf 80C51 Controllern, sucht freie Mitarbeiter oder Entwicklungsaufträge. Tel.: 02 17 3/8 02 29.

★ ★ ★ **EPROM-SIMULATOR** ★ ★ ★ Simuliert die gängigen EPROMs 27256 u. 27128 u. alle Pinkompatiblen. Download über parallele Schnittstelle. Inkl. Software (ASMEDIT: Editor, ermöglicht einbinden von Assemblern.) u. Anschlußkabeln. Preis 198 DM inkl. PP, inkl. MwSt. inkl. NN. Stob & Robitzki Elektronik, Kiel, Carl-Peters-Str. 24, 24149 Kiel, Tel.: 04 31-20 47 04. ☐

Electronic-Ing. sucht Vertretung/Service im Rhein-Neckar-Raum. Fax: 0 62 21/78 27 62.

**Tube-Level mit EM84/EM800.** Gegentaktübertrager 35W/EL34, Röhrenfassungen u. Elko. Info g. 1,-. G. Rubel, W.-Eberstein, 10, 76461 Muggensturm.

**8051-Familie: Achtung Programmierer!** Modulares Programmiersystem vereinfacht Entwicklung durch wiederverwendbare Software! Umfangreiche Library als Sourcecode. Preis: DM 129,- + Versandkosten. Kostenlose Info gegen frankiertes Rückkuvert. Clemens Atzmüller, Lindenstr. 4, 97737 Gemünden.

P-CAD 6.0 prof. Schalplan- u. Layout Software, Funktionsgen. WAVETEK Model 23 IEEE, Arbitrary Waveform Gen. WAVETEK Model 75 IEEE, RACAL DANA Univ.-Zähler Typ 1995 IEEE, PREMA Dig.-Multimeter Typ 2000 IEEE, PHILIPS 50MHz/100Ms's Digital-Speicheroszi, PM3350 IEEE, NATIONAL-INSTRUMENTS IEEE-Karte für PC, alte Version von LabWindows updatefähig; HITEK teletest 51 Emulator für 8031, LogIC-Software f. PLD-Design, KONTRON Koffer-Programmiergerät MPP80S/UPM. Alles wie neu, für 30-40 % vom Neupreis Tel.: 0 52 05/2 26 77 (abends).

OS-9 Disketten mit PC bearbeiten. OS-9 Utilities Tools – DTR Kiel, Tel.: 04 31-80 52 93 - Fax: 04 31-8 65 11.

Entwicklungen im Bereich Meß- u. Regelungstechnik, alle phys. Größen, beliebige Hard- u. Software, Muster- und Kleinserienfertigung. ELECTRONIC-DESIGN, M. Friedrich, Ferdinand-Weißstr. 10, 79005 Freiburg, Tel.: 07 61/3 69 45, Fax: 07 61/3 69 46.

**TLC900 TLC900 TLC900 TLC900** Micro-ICE-TLCS900 mit Toshiba TMP96C141F! Vielmehr als ein Demoboard, die Entwicklungsplattform für die TLCS900-Familie! Wir bieten Professionalität z.B.: echter Single-Step (!) + Trace, Unterstützung aller CPU-Modi (16MB), Mot.-S Down-Load, RAM bis 1 MByte, EEPROM+RTC; I/O-Bus, usw. Info anfordern!! Oliver Sellke, Industrielektronik, Tel.+Fax (!): 06 11/42 28 18.

**V24-RS422/485, V24-20mA-Wandler**, industrietaugl. eigene Netzvers. Auch als Inhouseodemod. Fax: 098 42/72 62, Tel.: 098 42/17 25. ☐

**RS485 Steckkarte ISA-Bus**, 2 Schnittst. je 16 Byte FIFO, galv. getr., partyliefähig, Watchdog, 3 Timer, incl. Treibersoftware. Fax: 098 42/72 62, Tel.: 098 42/17 25.

**Leiterplattenfertigung, Prototypen, Eilservice**, HK-Datentechnik. Tel.: 02 133/9 03 91, Fax: 02 133/9 32 46.

**GERÄTESICHERUNGEN!** Tel.-Fax: 074 26/73 51.

**EINCHIP-LÖSUNG mit FPGA!** Schaltplankonversion auf einem Chip. Tel./Fax: 0 89/88 09 27.

**Lautsprecherbausätze** von Visaton, Mivoc, Audax, Kef, Isophon, Inter Technik, Monacor, McFarlow, Multicel und viele andere mehr finden Sie in unserer **kostenlosen Versandpreisliste!** Sofort anfordern bei: **Elektroakustik Stade**, Bremervörderstr. 5-7, 21682 Stade, Tel.: 0 41 41/8 44 32.

**>> WINSTYLE GRAPHICS - Toolbox V2.0 <<** Quelltext für grafische Visualisierung unter MS-DOS, für TP 6.0/7.0 und Borland Pascal 7.0 Grafische Oberfläche, dazu Anzeigeelemente der Form Zeigerinst., Digitalanz., Balkenanze., Binäranz., XY-Schreiber, skalierbare Fenster, Maus- und EMS-Unterstützung, Auflösung bis 800x600/16 und 1280x1024/256. Über 16000 Zeilen Quelltext inkl. Handbuch für 199,- DM. Info/Demo bei Dipl.-Math. B. Drost, Schulstr. 67, 61381 Friedrichsdorf, Tel. & Fax: 0 61 75/6 04.

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.

**50000000 Hz** Iolog. Funkt.gen., 19", GPIB, 10m/10V, Vpp/Vrms/dbm, VB 1950,-, **Asystant G-PIB** 390,-, **HM 8035** VB 450,-, **HM 8030** VB 290,-, **HP 34401** DVM 1999,-, **Keithley 602 pA/pC**, VB 720,- Laborauflös., **Leader LSG** 17 240,- Lehnertz 05 11-42 56 03.

**! RESTPOSTEN ! SRAM 32k x 8** HITACHI HM62256LP12 z.T. gebr. ! 10 Stück: 40,- + 1 Stück gratis ! Telefon: 0 45 53/10 79, Fax: 0 45 53/8 51.

**TLC900 TLC900 TLC900 TLC900** O. Sellke, Industrielektronik, Tel.+Fax (!): 06 11/42 28 18.

## albs mit ALPS

Deutsche High-End-Technologie mit japanischer Spitzentechnik. Qualitätsprodukte von internationalem Niveau!

Die **ALPS-Produktlinie**: High-Grade-Drehpotentiometer, Schieberpoti, 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 von Wandlerspezialisten BURR-BROWN“ – von albs zur Serienreife entwickelt und unter Verwendung der z. Zt. hochwertigsten elektronischen Bauelemente hergestellt – und exklusiv im Vertrieb.

• Die neuen DC-gekoppelte Modulare DAC-MOS-II und QUAD-600 von 120 W bis 600 W sin, sogar an 1 Ohm! • PAM-7PAM-12, die neuen DC-gekoppelten sym/unsym Vorverstärker • RAM-4 BB, der noch verbesserte RIAA-Entzerrvorverstärker • UWE-10/UWE-25, die frei programmierbaren aktiven sym/unsym Frequenzweichen • SUB-25, die aktive sym/unsym Subwooferweiche • Spezialnetzteile von 40000 µF bis 440000 µF und Einzelteile bis 70000 µF oder mehr lieferbar • Vergossene, magn. geschränkte Ringkerntrafos von 50 bis 1200 VA • Fernbedienungs-Set mit ALPS-Motorpoti zum Nachrüsten oder zur allgemeinen Anwendung • Gehäuse aus Stahl und Alu – für High-End und prof. Studio- und PA-Einsatz • Alle Module auch in BURR-BROWN-Spezialausführung mit T099-Metal-ICs • Fertiggerate nach Ihren Angaben mit unseren Teilen • Modifikationen • Persönl. Beratung • Industriespezifikationen für Sonderanwendungen möglich • Sehr ausführliche Informationen erhalten Sie gegen DM 20,- in Form von Briefmarken, Postüberweisung oder in bar (Gutschrift DM 60,-). Änderungen vorbehalten. Warenlieferung nur gegen Nachnahme oder Vorauskasse.

Wir sind autorisierte Händler für den Vertrieb von ALPS-Produkten in Deutschland. Anwender- und Händleranfragen erwünscht.

albs-Alltronic • B. Schmidt • Max-Eyth-Straße 1 75443 Ötisheim • Tel. 070 41/27 47 • Fax 070 41/8 38 50

## albs mit ALPS

Vertriebspartner  
in Ihrer Nähe:

München: PTL  
089/6018020

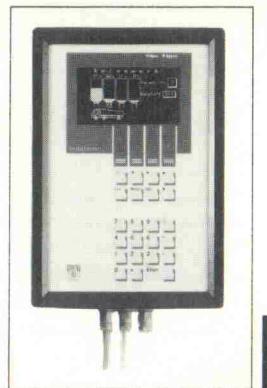
Stuttgart: Busse  
07154/8160810

Gießen: TCI  
0641/66464

Hamburg: ISR  
040/7424301

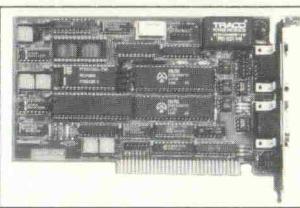
## Für GLT, MDE, BDE, CIM und QS: BITBUS, der internationale Feldbus

BITBUS ist ein RS485-Feldbus mit dem synchronen SDLC-Protokoll als unterste Softwareschicht. Standardcontroller (z.B. 85C30) prüfen in Hardware SDLC-Telegramme auf Adresse und CRC. BITBUS ist einfach und daher leicht zu beherrschen, in Millionen von Exemplaren im Einsatz, seit Jahren und international. ELZET 80 empfiehlt seit 1987 den von INTEL definierten BITBUS u.a. für Anwendungen in der Gebäudeleitechnik, der Qualitätssicherung und Maschinendatenerfassung.



ELZET 80 liefert ein komplettes Programm für den BITBUS:

Steuerungscomputer als Tragschienenmodule und Europakarten-Einschübe, LCD-Terminals wie die links abgebildete INDUTERM mit zwei RS232-Anbindungen pro Station und Masterkarten mit schneller FIFO-Kopplung für den PC.



TSM ist ein modularer Steuerungscomputer für direkte Tragschienenmontage. Ventile und Schütze, Sensoren und Servos können direkt über Schraubklemmen angeschlossen werden. Programmierung in MSRBASIC oder C.

ELZET 80 Vaalser Str. 148 D-52074 Aachen

0241 TEL 87 00 81 FAX 870 231

## Die Inserenten

ADES, Remscheid .....	95
albs-Alttronic, Ötisheim .....	100
Andy's Funkladen, Bremen .....	93
ASIX, Ettingen .....	16
Audio Export, Heilbronn .....	29
Automata, Karlsfeld .....	10
Beta Layout, Hohenstein .....	6
Brendes, Schortens .....	93
Briechle, Aletshausen .....	95
Bruchmann Verlag, Bruckberg .....	13
Bungard-Elektronik, Windeck .....	97
Burmeister, Rödinghausen .....	95
Burr-Brown, Filderstadt .....	11
Cad Compact .....	99
CadSoft, Pleiskirchen .....	12
Com Pro, Stuttgart .....	57
CompuMess, Unterschleißheim .....	83
ECA Electronic, München .....	97, 99
Elektronik Laden, Detmold .....	91
ELZET 80, Aachen .....	101
eMedia GmbH, Hannover .....	103
Engelmann & Schrader, Eldingen .....	97
Fernschule Bremen, Bremen .....	96
FLETRA, Pommelsbrunn .....	99
Fluke, Kassel .....	9
Framos, München .....	15
Friedrich, Eichenzell .....	65
GTU Silzner, Baden-Baden .....	94

Harms Electronic, Wilhelmshaven .....	99
HCD, Berlin .....	96
Hewlett Packard GmbH, Böblingen .....	19
HTB, Schiffdorf .....	96
isel-automation, Eiterfeld .....	2
iSystem, Dachau .....	23
IWT Verlag, Vaterstetten .....	93
Leasametric, Sindelfingen .....	31
Lippmann, Eslarn .....	94
Megalab, Putzbrunn .....	39, 85
Merz, Lienen .....	96
Metec, Faßberg .....	97
Messcomp, Edling .....	6
Messe Stuttgart, Stuttgart .....	89
Micro Wave, Alfter-Oedekoven .....	94
MIRA Electronic, Nürnberg .....	96
Möller & Huth, Berlin .....	94
MOVTEC, Schömberg .....	6
nbn Elektronik, Herrsching .....	37
Nicolet, Offenbach .....	94
Niedermeier, München .....	59
OKTOGON, Mannheim .....	95
Pandasoft, Berlin .....	65
PESE, Trier .....	6
Phoenix, Blomberg .....	32, 33
Pohl, Berlin .....	96
PREMA, Mainz .....	17
Putzke, Laatzen .....	93

Reichelt, Wilhelmshaven .....	62, 63
Rohlederer, Nürnberg .....	53
Rosenkranz, Darmstadt .....	14
RW Electronics, Erlenbach .....	99
Schukat, Monheim .....	66
SE Spezial Elektronik, Bückeburg .....	46, 47
Seeger Elektronikversand, Uslar .....	94
SH-ELEKTRONIK, Kiel .....	97
Software Team, Aachen .....	96
Solo Software, Paderborn .....	6
SYKO, Mainhausen .....	97
taskit Rechnertechnik, Berlin .....	6
Tektronix, Köln .....	7
Tetratec, Leinfelden .....	97
The Cooper Tools, Besigheim .....	8
Thyron, Bielefeld .....	94
TST Electronic, Ottobrunn .....	95
Ultimate Technology, NL-Naarden .....	77, 79, 81, 104
Unitronic, Düsseldorf .....	85
Wickenhäuser Elektrotechnik, Karlsruhe .....	94
ZeTec, Dortmund .....	99

Bitte schenken Sie folgender Teilbeilage Ihre Aufmerksamkeit:  
A + L Hard- und Software Augsburg

## Impressum

ELRAD

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen  
Helstorfer Str. 7, 30625 Hannover; Postf. 61 04 07, 30604 Hannover  
Telefon: 05 11/53 52-400, Fax: 05 11/53 52-404,  
ELRAD-Mailbox: 05 11/53 52-401

**Technische Anfragen nur mittwochs 10.00–12.30 und 13.00–15.00 Uhr. Bitte benutzen Sie die angegebenen Durchwahlnummern.**

**Herausgeber:** Christian Heise

**Chefredakteur:** Hartmut Rogge (hr, -399)

**Leiternder Redakteur:** Dipl.-Phys. Peter Nonhoff-Arps (pen, -393)

**Redaktion:**

Dipl.-Ing. (FH) Ernst Ahlers (ea, -394), Carsten Fabich (cf, -398), Martin Klein (kle, -392), Johannes Knoff-Beyer (kb, -395), Dipl.-Ing. Ulrike Kuhlmann (uk, -391), Peter Röbke-Doerr (rö, -397), Dipl.-Ing. (FH) Detlef Stahl (st, -396)

**Ständiger Mitarbeiter:** Dipl.-Ing. Eckart Steffens

**Redaktionssekretariat:** Lothar Segner (ls, -389), Carmen Steinisch (cs, -400)

**Verlagsbüro München:** Jürgen Fey (Chefkorrespondent)

Gerd Oskar Bausewein, Barer Straße 36, 80333 München, Telefon: 0 89/28 66 42-11, Fax: 0 89/28 66 42-66

**Korrektur und Satz:** Wolfgang Otto (Litg.), Peter-Michael Böhm, Hella Franke, Martina Fredrich, Birgit Graff, Angela Hilberg, Christiane Slanina, Edith Tötsches, Dieter Wahner, Brigitte Zurheiden

**Technische Zeichnungen:** Marga Kellner

**Labor:** Hans-Jürgen Berndt

**Grafische Gestaltung:** Dirk Wollschläger (Litg.), Ben Dietrich

Berlin, Ines Gehre, Sabine Humm, Dietmar Jokisch

**Fotografie:** Fotodesign Lutz Reinecke, Hannover

**Verlag und Anzeigenverwaltung:**

Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG

Helstorfer Str. 7, 30625 Hannover

Telefon: 05 11/53 52-0, Fax: 05 11/53 52-1 29,

Postgiroamt Hannover, Konto-Nr. 93 05-308 (BLZ 250 10030)

Kreissparkasse Hannover, Konto-Nr. 0019968 (BLZ 250 502 99)

**Geschäftsführer:** Christian Heise

**Verlagsleiter Fachbücher/Zeitschriften:** Steven P. Steinhaus

**Anzeigenleitung:** Irmgard Dittgen (-164) (verantwortlich)

**Anzeigenverkauf:** Werner Wedekind (-121)

**Anzeigenidisposition:** Rita Asseburg (-219)

**Verlagsbüro Holland:** Heise Publishing Company, Postbus 675, NL-5600 AR Eindhoven, Tel.: 03 31/40/46 39 40, Fax: 0031/40/46 61 30

**Anzeigen-Inlandsvertretungen:**

Nielsen II, Maedchen & Partner, Medienservice, Herberts-Katernberg 47 a, 42113 Wuppertal, Tel.: 02 02/76 00 25, Fax: 02 02/76 29 49

Nielsen III a + IV, Verlagsbüro Ilse Weisenstein, Hochwälder Hof 7a, 55624 Raunhen, Tel.: 0 65 44/96 42, Fax: 0 65 44/90 99

Nielsen III b, Verlagsbüro Bernhard Scharnow, Krupstr. 9, 71069 Sindelfingen 7, Tel.: 0 70 31/67 17 01, Fax: 0 70 31/67 49 07

**Anzeigen-Auslandsvertretungen:**

Städtestadt: Heise Publishing Supervising Office, S. E. Asia, Friedrichstr. 66/70, 52146 Würselen, Germany, Tel.: xx49 (0) 24 05/

9 56 04, Fax: xx49 (0) 24 05/9 45 59

Hongkong: Heise Publishing Rep. Office, Room D, 17/F, One Capital Place, 18 Luard Road, Wan Chai, Hong Kong, Tel.: 8 52/5 28 57 27,

Singapur: Heise Publishing Rep. Office, #41-01A, Hong Leong Building, 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, IF-7-1, Lane 149, Lung-Chiang Road, Taipei, Taiwan, Tel.: 008 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 Anzeigenpreise Nr. 15 vom 1. Januar 1993

**Vertriebsleitung:** Hans-J. Spitzer (-157)

**Herstellung leitung:** Wolfgang Ulber

**Sonderdruck-Service:** Sabine Schiller (-359)

**Druck:** C.W. Niemeyer GmbH & Co. KG, Hameln

ELRAD erscheint monatlich.

Einzelpreis DM 7,50 (o.S. 60,-/sfr. 7,50/hfl. 10,-/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), Studentenabonnement/Ausland DM 76,80,- (Bezugspreis DM 48,60 + Versandkosten DM 28,20). Studentenabonnements nur gegen Vorlage der Studienbescheinigung Luftpost auf Anfrage. Konto für Abo-Zahlungen: Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG, Postgiro Hannover, Kto.-Nr. 401 655-304 (BLZ 250 100 30). Kündigung jederzeit mit Wirkung zur jeweils übernächsten Ausgabe möglich.

**Kundenkonto in Österreich:**

Osterreichische 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:**

Leserservice ELRAD, Postfach 77 11 12, 30821 Garbsen, Telefon: 0 51 37 78-754

**In den Niederlanden Bestellung über:**

de muiderkring per PB 313, 1382 jl Weesp

(Jahresabonnement: hfl. 99,-; Studentenabonnement: hfl. 89,-)

**Lieferung an Handel (auch für Österreich und die Schweiz):**

VPM – Verlagsunion Pabel Moewig KG

D-65047 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 Senden- und Empfangseinrichtungen sind zu beachten. Die gewerbliche Nutzung, insbesondere der Schaltpläne und gedruckten Schaltungen, ist nur mit schriftlicher Genehmigung des Herausgebers zulässig. Die Zustimmung kann an Bedingungen geknüpft sein.

Honorierte Arbeiten gehen in das Verfügungsberecht des Verlages über. Nachdruck nur mit Genehmigung des Verlages. Mit Übergabe der Manuskripte und Bilder an die Redaktion erfreilt 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

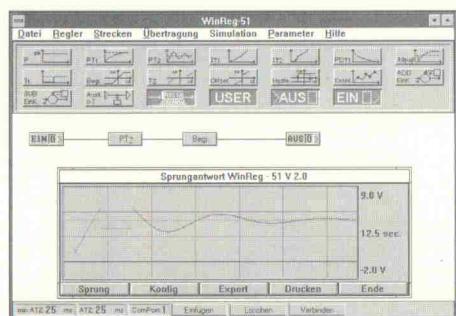
© Copyright 1993 by Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG

ISSN 0170-1827



## Projekt: Streckensimulant

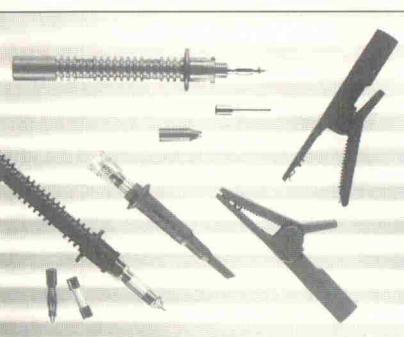
Die Kombination einer Windows-Software mit einem 80C552-Controller-Board bietet weit mehr als eine reine Simulation. Komplette Streckenmodelle werden am PC-Bildschirm per Grafik erstellt und anschließend simuliert. Für die Anbindung an 'reale' Sensoren und Aktoren lässt sich das externe Controller-Board via RS-232 mit den Parametern der Strecke füttern. Einmal in Betrieb, kann die Karte ohne PC-Anbindung als 'Stand alone'-Regler weiterarbeiten.



In der Software WinReg-51 wird die Strecke über einen RS-232-Kommunikationsport mit dem Controller-Board verbunden. Die Parameter der Strecke werden übertragen und können im Betrieb geändert werden. Der Regler kann als 'Stand alone'-Regler weiterarbeiten.

## Entwicklung: MPEG-Decoderchip

Der aus der Halbleiterforschung LSI stammende Baustein dekodiert MPEG-Audiosignale auf Ebene I oder II (MUSICAM) mit einer kontinuierlichen Rate von bis zu 15 MBit/s. Dank Eingangs-FIFO lassen sich sogar Bursts mit 7,5 MByte/s und 128 Byte Länge verarbeiten. Außer einem DRAM und einem Quarzoszillator benötigt das IC keine weitere Hardware. Der Kanalpuffer, das externe 256-K × 4-DRAM, kann zum einen Synchronisationsfehler zwischen Audio- und Videosignal von bis zu 2,5 s ausgleichen. Zum anderen lässt sich der Speicher zur Realisierung einer Cue/Review-Funktion nutzen. Am Ausgang steht ein serieller PCM-Datenstrom zur Verfügung, der direkt kompatibel zu den meisten Audio-DACs ist. Weitere Details in der nächsten ELRAD.

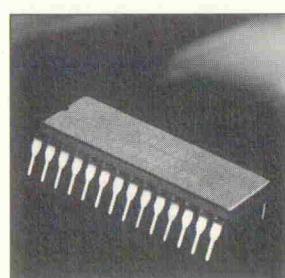


## Markt: Tastköpfe für Oszilloskope

Auch das beste Oszilloskop kann dem Meßtechniker nichts nützen, wenn die Signalankopplung nicht dem Meßproblem angepaßt ist. ELRAD zeigt, wie man diese Probleme konkret in den Griff bekommt und vor allem, wie man Zugriff auf den richtigen Tastkopf bekommt.

## Projekt: CAN-Controller

Ursprünglich für den Einsatz in Kraftfahrzeugen entwickelt, eignet sich der CAN-Bus auch für andere Anwendungen, bei denen ein Feldbus auf kleine Ausdehnung begrenzt ist. Eine verdrillte 2-Draht-Leitung reicht ihm für den Datentransport. Die PC-Karte weist neben dem CAN-Controller 82C200 auch einen 68HC11 auf, der dem Rechner die Last mit dem Protokoll abnimmt.



## Markt: Schalter und Taster

Schalter und Taster gehören zu den verbreitetsten Stellelementen der Elektronik; gestatten sie es doch, Stromkreise nach Belieben zu öffnen oder zu schließen, und zwar reversibel, gefahrlos und ohne Einsatz von Werkzeug. So unterschiedlich die an die Schaltelemente gestellten Anforderungen lauten, so breit ist auch die Angebots- und Anbieterpalette. ELRAD verschafft einen Überblick über dieses wichtige Marktsegment.



## Dies & Das

### Zeig mir Dein Schlüsselbund

Beim nächsten Besuch bei Bekannten sollten Sie auf das Schlüsselbund des Hausherrn achten. Denn, ein kleiner gelber Kunststoffschlüssel läßt den Verdacht – den

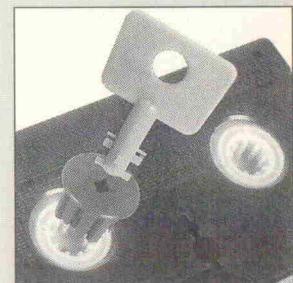
Sie schon immer hegen – zur Gewißheit werden: In diesem Haushalt gibt es Unanständiges in der privaten Videothek. Ihre Gastgeber haben sich nämlich zum Schutze ihres Nachwuchses und zur Mehrung des Ertrages der Lüneburger In.ku. GmbH der Aktion 'Keine Gewalt - Horror - Zombie - Porno - oder ähnliche Videofilme in Kinderhände!' (Originalzitat) angeschlossen. Für knapp

## Test: LCR-Meßgeräte

Instrumente zur exakten Bestimmung material- und formabhängiger elektronischer Größen einzelner Bauteile kommen in der Produktions- und Eingangskontrolle aber auch in



der Schaltungsentwicklung und Materialforschung zum Einsatz. ELRAD zeigt in einem Vergleichstest die Leistungsmerkmale und Unterschiede von Laborgeräten für Impedanz-, Kapazitäts- und Induktivitätsmessungen der unteren bis mittleren Preisklasse auf.



10 Mark haben Sie eine abschließbare Plastikblockade – Markenname Vilock – für die Kassetten-Spulenführung erstanden. Um einerseits dem Jugendschutzgesetz Geltung zu verschaffen und andererseits ihr Grundrecht auf Hardcore-Software zu sichern. Schade nur, daß der Schmuddel-Schlüssel als solcher leicht zu identifizieren ist. Da verfährt man am besten wie folgt: Vilock kaufen, Kassette abschließen und Schlüssel wegwerfen.

# Für die Literatur-Recherche braucht man eine Spürnase



## IRES-Archiv hat sie!

Mit diesem Literaturverwaltungsprogramm macht die Recherche Spaß, denn IRES-Archiv arbeitet **assoziativ** – wie das menschliche Gedächtnis – und ist deshalb **von Grund auf ergonomisch**. Die extrem leichte Bedienbarkeit ist eine Konsequenz dieses Prinzips. Suchanfragen können ohne jede Beachtung syntaktischer Vorschriften formuliert werden: nur einige Bruchstücke der gesuchten Informationen eintippen, und das System liefert **blitzschnell** diejenigen Daten, die am besten zu Ihrer Anfrage passen. Auf Tastendruck erhalten Sie sofort die nächstbesten Treffer.

Tippfehler im Datenbestand, unklare Schreibweisen (zum Beispiel bei fremdsprachigen Autorennamen), abweichende Wortendungen oder Flexionen sind kein Hindernis mehr, Daten wiederzufinden.

Weder Schlüsselwörter noch Indizierungsläufe sind nötig – statt dessen  **lernt** IRES-Archiv den gesamten Text, speichert alle Merkmale in einem neuronalen Netz und bildet **fehlertolerant** die Assoziation zu Ihrer Suchanfrage.

Das leistet IRES-Archiv: Unbegrenzte Anzahl von Archivdateien. Bis zu 32 000 Datensätze je Datei. 2048 Zeichen Stichwörter oder Abstracts pro Eintrag. Suchen möglich nach Titel, Quelle, Band/ Jahrgang, Autor, Erfassungsdatum, ISBN-Nummer, Schlagwörtern – auch beliebige Felder fehlertolerant kombiniert, auch mit logischem NICHT, auch Zeiträume (von..bis, ab..). Flexible, mächtige Importfunktionen für vorhandene Datenbestände. Frei definierbare Ausgabeformate mit editierbaren Stil-Dateien. Bequeme Editoren für Erfassung und Ausgabe. Erfassen und Löschen einzelner Datensätze ohne Neu-Lernen möglich. Editierbare Stopwort-Listen für Abstract-Feld. Kontextbezogene Online-Hilfe.

Recherchebeispiele	
Anfrage Zahlentheorie	Ergebnis Additive Zahlentheorie und Über ein Fundamentalproblem der Theorie der Einheit algebraischer Zahlkörper und Zahlentheoretische Analysis
Psyche Soziologie Statistik	Statistik in der Psychologie und den Sozialwissenschaften und Statistik für Soziologen, Pädago- gen, Psychologen und Mediziner
Analyse Algorithmus	Fundamentals of the Average Case Analysis of Particular Algorithms

**IRES-Archiv für DOS (ab 8088,  
DOS 3.3, 640 K RAM) 249 DM**

**IRES-Archiv für Windows  
(ab Windows 3.1) 249 DM**



**eMedia GmbH**

Postfach 61 01 06  
30601 Hannover

Fax: 05 11 / 53 52 200

Auskünfte nur von 9–12.30 Uhr Tel.: 05 11 / 53 72 95

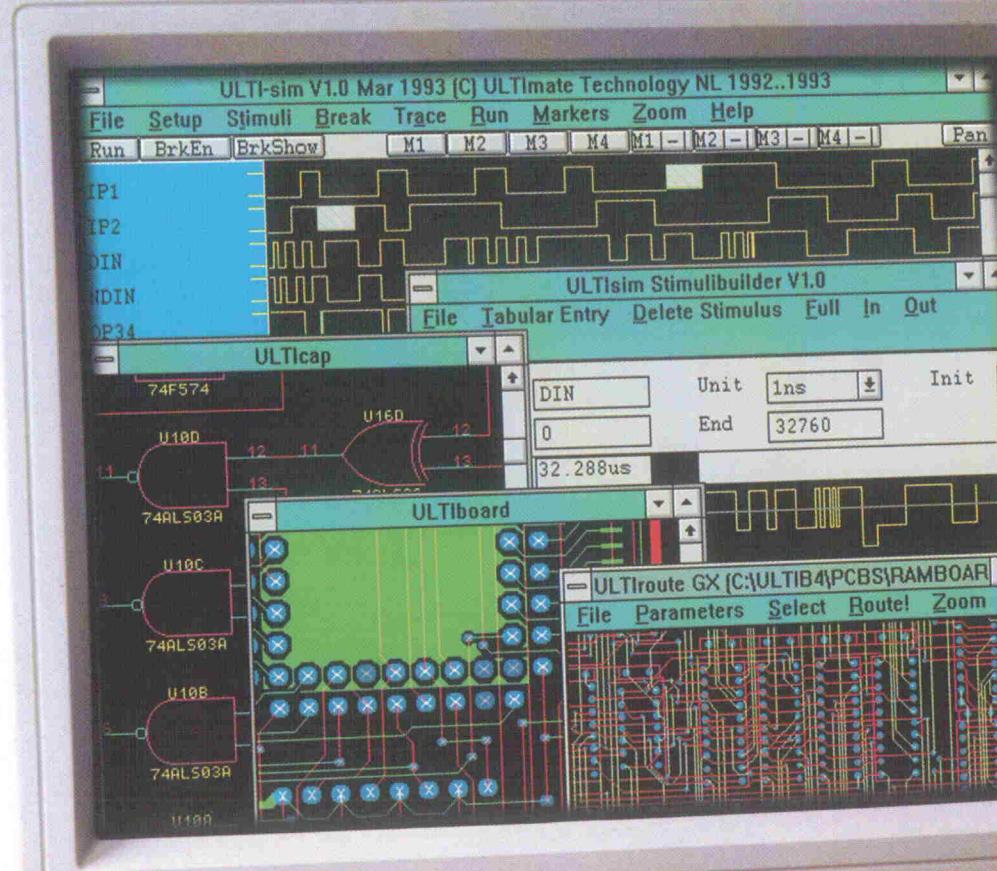
### So können Sie bestellen:

Um unnötige Kosten zu vermeiden, liefern wir nur gegen Vorauskasse. Fügen Sie Ihrer Bestellung einen Verrechnungsscheck über die Bestellsumme zuzüglich DM 6,- (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.

Konto: Kreissparkasse Hannover (BLZ 250 502 99), Konto-Nr. 4408

# 32 BIT ULTİBOARD



## IN WINDOWS 3.1 UMGEBUNG

Für Designer mit dem Wunsch auf die einfachere Bedienung von Windows umzuschalten, aber die 32-bit performance von ULTİboard behalten möchten, hat ULTImate Technology eine gute Nachricht: ULTİboard und ULTICap läuft über ein '32-bit Gateway' innerhalb der 16-bit Windows 3.1 Umgebung! Sie haben typische Windows Vorteile wie 'Task Switching' (mit einem Knopfdruck von z.B. ULTICap nach ULTİboard) ohne auf Geschwindigkeit bei ULTİboard und ULTICap zu verzichten.

Zwei neue Anwendungen sind vollständig in Windows 3.1: ULTIRoute GXR, ein hochleistungs 'Advanced Ripup' Autorouter und ULTIsim, ULTImate Technology's Digitalsimulator.

### ULTIRoute GXR Ripup-Autorouter Gratis\*

Obwohl gute Designer gegen jeden Autorouter gewinnen, kommt ULTIRoute GXR dem hochwertigen Interaktiven Ergebnis sehr nahe. Dieser Autorouter 'denkt' nicht nur wie ein Designer, sondern lässt sich auch von deren Designer steuern! Der erfahrene Anwender kann so Kostenfaktoren ändern und die Routing Strategie erheblich beeinflussen.

### ULTIsim Digital Simulator DM 1.000,-\*

Dieser Neuling in der ULTImate EDA-Familie wird für eine Große Änderung sorgen: ULTIsim ist nicht nur ein genauer (Auflösung 1 Picosekunde) Simulator mit den wesentlichen Features eines High End Digitalsimulators, das große Geheimnis ist die äußerst anwenderfreundliche Bedienung kombiniert mit sehr schneller und einfacher Darstellung der Simulationsmodelle. Um noch mal zu unterstreichen, daß ULTIsim für jeden Designer erdacht wurde, gilt bis zum 31. Oktober der sehr niedrige Aufpreis von nur DM 1.000. (auf 32-bit ULTİboard/ULTICap Kombisysteme).

Dieses Angebot gilt auch für bestehende Benutzer.

### SONDERANGEBOT

ULTIboard+ + **Bis zum 1. Dezember '93**  
ULTICap +  
ULTIRoute GXR DM **2990-**  
zzgl. MwSt.

Entry level: Kapazität 1400 pins  
(Aufpreis ULTIsim nur DM 1000,-)

ALLE PREISE SIND  
NETTO ZUZÜGLICH  
MEHRWERTSSTEUER.

The European quality alternative

# ULTİBOARD = PRODUKTIVITÄT

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

Distributoren: Patberg Design & Electronics; tel./fax 06428 - 40418 • Taube Electronic; tel. 030 - 691 - 4646, fax 030 - 694 - 2338

• Inotron; tel. 089 - 4309042, fax 089 - 4304242 • BB Elektronik; tel./fax 07123 - 35143 • Österreich: WM-Electronic; tel./fax 0512 - 292396